

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Evaluación de la densidad de siembra y edad en semillero de la planta caña de azúcar (var. CP72-2086) sobre la productividad y calidad de la semilla.

Trabajo de graduación presentado por
Lázaro Estuardo Grijalva Aviles
para optar al grado académico de Licenciatura en Ingeniería en
Tecnología Agrícola y Pecuaria

Guatemala

2017

Evaluación de la densidad de siembra y edad en semillero de la planta caña de azúcar (var. CP72-2086) sobre la productividad y calidad de la semilla

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Evaluación de la densidad de siembra y edad en semillero de la planta caña de azúcar (var. CP72-2086) sobre la productividad y calidad de la semilla.

Trabajo de graduación presentado por

Lázaro Estuardo Grijalva Aviles

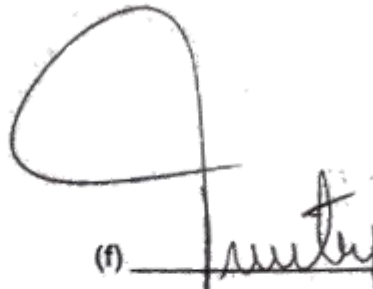
para optar al grado académico de Licenciatura en Ingeniería

Tecnología Agrícola y Pecuaria


Guatemala

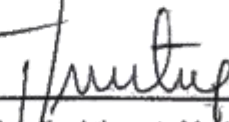
2017

Vo. Bo.:

(f) 
Ing. Agr. Claudia Johanna Martínez Ortiz
Catedrática de Agricultura orgánica
Universidad del Valle de Guatemala, Campus Sur.

(f) 
Ing. Ind. Fernando Rafael Rivera Turcios
Director Adjunto de Carrera
Universidad del Valle de Guatemala, Campus Sur.

(f) 
Ing. Agr. Fernando Hernández
Catedrático Área Agrícola
Universidad del Valle de Guatemala, Campus Sur.

(f) 
Ing. Agr. Claudia Johanna Martínez Ortiz
Catedrática de Agricultura orgánica
Universidad del Valle de Guatemala, Campus Sur.

Fecha de aprobación: Guatemala, 21 de Enero 2017.

PREFACIO

La corporación azucarera *Pantaleon S.A.* durante el paso de los años ha investigado mejoras para tener avances continuos en sus metodologías de manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar; desde sus inicios en semillero hasta obtención de sacarosa; siendo fundamental la participación de sus colaboradores para eficazmente integrar soluciones a problemáticas de producción.

Es por ello que una de las fincas productoras de semilla del ingenio, *Churubusco*, se conforma de experimentaciones en fase de inicios de plantación; con lo cual se analiza la posibilidad de producir mayor cantidad de paquetes/unidad de área establecida en un tiempo corto, 5 meses, debido a la demanda de ésta póstumo a cosecha por los inicios de zafra.

Así es como se ha estudiado la capacidad productora de semilla en vías de: germinación, altura del tallo, costo de producción, tallos/metro lineal a tiempos de 5 y 8 meses; sin considerar: los daños de roedores, % de yemas dañadas o daños mecánicos conjunto a daños por transporte.

Tal investigación ha sido posible por la guía y bendición de Jehová; agradeciendo además a mi familia y al ingenio *Pantaleón S.A.*

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
A. Objetivo general	2
B. Objetivos específicos	2
III. JUSTIFICACIÓN	3
IV. MARCO TEÓRICO	4
A. Caña de azúcar	4
B. Clasificación	4
C. Descripción y morfología	4
D. Generalidades	5
E. Raíz	5
F. Tallo	5
G. Hoja	6
H. Inflorescencia	6
I. Establecimiento de semilleros de caña de azúcar	6
J. Ubicación, tamaño y planificación de siembra del semillero	6
K. Manejo de las áreas antes de la siembra de los semilleros	7
L. Siembra comercial	9
M. Calidad de la semilla	9
N. Densidades y sistemas de siembra	9
O. Fertilización y riegos de germinación	10
P. Evaluación de la población y resiembra	10
V. MARCO METODOLÓGICO	11
A. Ubicación de la investigación en campo	11

	Página
B.Primer fase.....	11
C.Segunda fase.....	12
D.Tercera fase.....	19
E.Cuarta fase.....	19
F.Quinta fase	20
G.Sexta fase.....	20
H.Modelo Estadístico de bloques comparativos	23
VI. RESULTADOS	26
A.Primer fase.....	26
B.Segunda fase	26
C.Cálculo del porcentaje de germinación de las yemas sembradas con edad de 5 y 8 meses	27
VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	34
VIII. CONCLUSIONES.....	35
IX. RECOMENDACIONES	36
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

LISTA DE TABLAS

	Página
1. Costos de riego para semillero/ha	20
2. Costos de control de malezas en semillero/ha	21
3. Costos de fertilización en semillero/ha	22
4. Tratamientos de la evaluación	23
5. Porcentajes de germinación según tratamientos evaluados	26
6. Conteo de paquetes de semilla de los tratamientos	26
7. Análisis de elongación de tallos según tiempo de crecimiento	29
8. Análisis estadístico del crecimiento de tallo	31
9. Resumen costos de manejo en semillero/ha	33

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Establecimiento del ensayo.	11
2. Control de maleza	14
3. Fertilización	15
4. Riego de la evaluación.....	17
5. Análisis del rendimiento de la germinación	27
6. Análisis en elongación de tallos por meses	28
7. Análisis en crecimiento del diámetro en tallos por meses	30
8. Análisis de rendimiento de paquetes de semilla por unidad de área	32
9. Análisis de yemas germinadas por metro lineal	32

RESUMEN

El establecimiento de caña de azúcar inicia desde fase de semilla vegetativa por ser masivamente, es decir, utilizando esquejes. Durante la fase de cosecha ya se debe tener la cantidad suficiente para mitigar las demandas de campo para establecer una nueva plantación o resembrar y no retrasar labores de cultivo; siendo crucial el manejo adecuado para la mayor cantidad de semillas/unidad de área.

Pantaleon S.A. como empresa azucarera cuenta con distintos bancos de semilla para abastecer a sus fincas de cultivo; dando oportunidad a la búsqueda de mejoras continuas. Así es como a través de una de sus fincas semilleras, *Churubusco*, se ha realizado una investigación, en suelo franco arenoso, para estimar las mejores condiciones de obtención de semilla en intervalos de 5 y 8 meses de establecimiento; siendo a distanciamientos de 1.50 m y 1.75 m entre surcos de plantación a 8 meses de manejo se producen de 8325 a 8410 paquetes de semilla/hectárea. Además, el costo es fluctuante; puesto que a 5 meses es \$1688.31 ante \$1672.65 a 8 meses, por lo tanto es crucial delimitar manejos de las plantaciones.

Actualmente, al 2015, el manejo no ha sido evaluado ni comparado con otros manejos de densimetría y viabilidad de yemas brotadas/unidad de área, desconociéndose las cifras pertinentes de ganancia o pérdida en material vegetativo y mantenimiento de los semilleros. Considerando que para el ingenio se ha determinado el favorecimiento sus seguimientos de cultivo en producción de semilla; fundamentando también una base de datos concreta según tipologías de suelo.

I. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de graduación, se ha evaluado la posible existencia de variabilidad de rendimientos biométricos y financieros de semilleros de caña de azúcar a 5 y 8 meses de edad de corte; en plántulas con una densidad de siembra de 1.5 y 1.75 m, con un tiempo de corte promedio de 8 meses ante la densidad de siembra entre 0.75, 1.50 y 1.75 m y tiempo de corte a 5 meses, en búsqueda de mejorar la eficiencia de producción de semilla con ambas densidades y evidenciar una disminución de costos en manejo de la tecnología empleada.

La realización de la investigación fundamentó parámetros para póstuma utilidad de avances en el manejo y también el porcentaje de brote viable que la semilla tendrá en campo, proveniente de los diferentes semilleros con diferentes distanciamientos y tiempos de corte.

Así se ha determinado los cuidados idóneos para una eficaz respuesta de semillas; sin estimar: daños por roedores, mecánicos o de transporte y las yemas dañadas, para ello se empleó el análisis de varianza para cada parámetro biológico.

Ante la demanda de semilla, es factible manejar semilleros a 8 meses de edad ya que rinden de 8325 a 8410 paquetes/unidad de área sembrada; con costos bajos ante semilleros de 5 meses, con un costo de \$1688.31, y en el caso de los de 8 meses \$1672.62. La evaluación se realizó en la finca de semillero del ingenio *Pantaleón S.A., Churubusco*.

II. OBJETIVOS

A. Objetivo general

- Evaluar los rendimientos biométricos y densidad de semilla viable por unidad de área en semilleros de caña de azúcar (*Saccharum officinarum L*), var. CP72-2086 en la región de *Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla*.

B. Objetivos específicos

- Medir la cantidad de semilla por Unidad de área, producida en los semilleros en la nueva modalidad de densidad de siembra a 0.75 m comparado con las densidades convencionales de 1.50 y 1.75 m.

- Evaluar la viabilidad de brotación de la semilla a los 5 meses vrs. El corte convencional a los 8 meses de edad.

- Cuantificar costos de producción de mantenimiento en semilleros de 5 y 8 meses.

III. JUSTIFICACIÓN

Los semilleros son la base fundamental del proceso productivo de la caña de azúcar pues de ellos se inicia la cadena de productividad en todos los frentes de las diferentes zonas cañeras de *Santa Lucía Cotzumalguapa*, por lo cual es necesario generar nuevas alternativas de sus manejos, para convertirlos en procesos más estandarizados y eficientes.

La industria azucarera a lo largo de los últimos diez años retrospectivos ha venido presentando una serie de inconvenientes en todos sus procesos productivos, por lo que en el presente trabajo se ha introducido un cambio en la densidad convencional de siembra de semilla, de: 1.50 y 1.75 a 0.75 m y disminuir el tiempo de corte de 8 meses a 5 meses, pretendiendo así mejorar la eficiencia de germinación de la semilla en campo al disminuir densidad de siembra y acortar los tiempos de cosecha, obteniendo semilla más joven conjunto a la cantidad de esquejes/ha pudiendo ser la misma o superior, en un tiempo más reducido.

Es importante notar que la densidad propuesta de 0.75 m entre plantas, no confiere ningún estrés fisiológico por competencia, ya que la cantidad de nutrientes proporcionados/planta, suplirán sus necesidades nutricionales.

Los muestreos biométricos se realizaron mensualmente para evidenciar o descartar problemas fisiológicos provocados a la planta por competencia de nutrientes por la densidad de siembra implementada. La expectativa estimó observar el mismo rendimiento de semilla por unidad de área o bien incrementar la misma, en menor tiempo de la variedad CP72-2086, dada la caracterización de arraigo de la misma para los suelos de la zona, y sus rendimientos.

Es por ello que en esta investigación se han analizado las propiedades que la variedad referida tiene, mejorando su porcentaje de brotación y producción en semilla por unidad de área, abasteciendo las fincas consumidoras en menor tiempo de demanda.

IV. MARCO TEÓRICO

A. Caña de azúcar

Caña de azúcar, conocida con otros nombres como caña de castilla, caña dulce, cañaduz, cañamelar, cañamiel y Sa-kar (Diaz Montejo & Portocarrero Rivera, 2002).

B. Clasificación

La clasificación taxonómica de la caña de azúcar es la siguiente:

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Liliopsida
Subclase: Commelinidae
Orden: Poales
Familia: Poaceae
Subfamilia: Panicoideae
Género: Saccharum
Especie: *Saccharum officinarum* L.
(Diaz Montejo & Portocarrero Rivera, 2002)

La caña de azúcar es el cultivo de mayor importancia en la producción de este edulcorante en el mundo. El área total en producción es de 19.24 millones de hectáreas distribuidas en Asia 42.5%, América 47.7% y en África y Oceanía cultivan 7.4% y 2.4%, respectivamente. El promedio mundial de producción es de 65.2 ton/ha (Diaz Montejo & Portocarrero Rivera, 2002).

La importancia agronómica del cultivo se refleja en su presencia mundial. Actualmente para el área centroamericana es el rubro agroindustrial más estable.

C. Descripción y morfología

La caña de azúcar es una gramínea tropical compuesta por un tallo fuerte que mide entre 2 a 5 metros de altura y tiene 5 ó 6 cm de diámetro. Dentro del tallo, se conserva y acumula un

jugo dulce y rico en un 14% de sacarosa, el cual varía a lo largo de su recolección. Al ser extraído este compuesto, se somete a un procedimiento de cristalización formando azúcar. Sus hojas son anchas y llegan a alcanzar los 4 metros de longitud. En su parte superior, encontramos la panocha o panícula, que mide unos 30 cm de largo; misma medida que la profundidad que alcanza su sistema radicular. Lateralmente sus raíces se extienden hasta 1 m. (Silva, S.F.).

D. Generalidades

La caña de azúcar constituye una importante materia prima industrial empleada para la obtención de una amplia gama de productos. Entre estos cabe citar el azúcar convencional y la orgánica, alcoholes absolutos, rectificadores y carburantes, miel y aguardiente, todos los cuales generan sub-productos que son totalmente aprovechados, con diversos fines; económico, alimenticio, etc.

E. Raíz

Es de tipo fibroso, conocida en la industria azucarera latinoamericana como cepa, se extiende hasta 80 cm de profundidad cuando los suelos son profundos, el 80% de la misma se encuentra regularmente en los primeros 35 cm del suelo. La raíz es una parte esencial de la planta ya que permite la absorción de nutrimentos y agua, además del anclaje de la planta, especialmente necesario en plantaciones cosechadas mecánicamente, ya que la cosechadora remueve las raíces cuando éstas son muy superficiales y cuando están asociadas con suelo arenoso (Díaz Montejo & Portocarrero Rivera, 2002).

F. Tallo

La parte esencial para la producción de azúcar lo constituye el tallo, dividido en nudos y entrenudos (Motta, 1994). El largo de los entrenudos puede variar según las variedades y desarrollo de la planta, está compuesto por una parte sólida llamada fibra y una parte líquida, el jugo, que contiene agua y sacarosa. En ambas partes también se encuentran otras sustancias en cantidades muy pequeñas. La proporción de cada componente varía de acuerdo con la variedad de la caña, edad, madurez, clima, suelo, método de cultivo, abonos, lluvias, riegos, etc. (Díaz Montejo & Portocarrero Rivera, 2002).

G. Hoja

Las hojas de la planta de caña, son la fábrica donde las materias primas, es en forma de vaina, su función principal es proteger a la yema, nace en los entrenudos del tallo. A medida que la caña se desarrolla, las hojas bajas se vuelven senescentes, se caen y son reemplazadas por las que aparecen en los nudos superiores. También nacen en los nudos las yemas que bajo ciertas condiciones especiales pueden dar lugar al nacimiento de una nueva planta (Díaz Montejo & Portocarrero Rivera, 2002).

H. Inflorescencia

La inflorescencia es una panícula de forma y tamaño variables, características de cada cultivar o variedad usado, las flores son hermafroditas completas. La manipulación sexual o por semillas se utiliza solamente en programas de mejoramiento, para la obtención de híbridos más productivos, resistentes a ciertas plagas y enfermedades o adaptables a una región específica (OCÉANO, 2000).

I. Establecimiento de semilleros de caña de azúcar

En el establecimiento de plantaciones rentables de caña de azúcar uno de los componentes importantes es la planificación de semilleros para la obtención de semilla asexual de alta calidad. Esta semilla debe reunir varias características: la calidad genética, fisiológica, sanitaria y física. Para ello también se deben considerar varios factores que están relacionados con el establecimiento de los semilleros de caña de azúcar (Ovalle, Queme, Orozco, & Perez, S.F.).

J. Ubicación, tamaño y planificación de siembra del semillero

El semillero se debe ubicar en un lugar estratégico a fin de reducir gastos de transporte a las áreas de otros semilleros o áreas comerciales a sembrar. El tamaño depende del área comercial final que se desea sembrar. Si se considera que se producirán semilleros básicos, semicomerciales y comerciales, entonces se obtendrían dos incrementos a partir del semillero básico. En términos generales, la tasa de multiplicación de tallos-semilla en caña de azúcar es 1:10, entonces el área del semillero básico deberá ser la milésima parte del área comercial final, o sea, que si se desea sembrar 1,000 hectáreas de caña comercial entonces el semillero básico deberá ser de 1 hectárea, el semillero semicomercial de 10 hectáreas y el comercial de 100.

Las fechas de siembra de los diferentes semilleros dependerán de la fecha en la cual se desea hacer la siembra comercial, para ello es necesario tomar en cuenta que la edad adecuada de la semilla es de siete meses para la mayoría de variedades. Un ejemplo puede ser el siguiente: si se desea hacer la siembra comercial el 15 de enero de 2014, entonces la siembra del semillero comercial sería el 15 junio de 2013; la siembra del semillero semicomercial el 15 de noviembre de 2012 y la del semillero básico el 15 de abril de 2012. Eso significa que la planificación de una siembra comercial debe hacerse con dos años de anticipación. Es importante tomar en cuenta la disminución del tiempo entre el corte de la semilla y establecimiento del semillero o la siembra comercial (Ovalle, Queme, Orozco, & Perez, S.F.).

K. Manejo de las áreas antes de la siembra de los semilleros

Antes de plantar semilleros de caña de azúcar se recomienda la ubicación de áreas, cuyo rendimiento potencial de caña esté por encima del promedio de la finca e idealmente con disponibilidad de riego (South African Sugar Association, 1999).

1. Divisiones de área de semillero

- Un tercio para semilleros en primera soca,
- Un tercio para semilleros en plantía y
- Un tercio en descanso en espera de la siguiente plantía.

El manejo adecuado de plantaciones anteriores evita la presencia de restos de cosecha o macollas, que se pueden constituir en mezclas dentro de la variedad deseada y que podrían estar infectadas con patógenos causantes de enfermedades. Para ello se recomienda la requema de rastrojos de la cosecha anterior, cuando la basura esté seca. Posteriormente, se deben matar las cepas de la variedad anterior, con herbicida, 35 a 40 días después de la cosecha. La dosis recomendada es de 4 a 5 litros por hectárea de Glifosato (Montepeque, 2007).

2. Asocios de leguminosas en semillero. Se han evaluado rotaciones con leguminosas para su incorporación como abonos verdes en las áreas destinadas a semilleros, y los resultados son prometedores, en el tercio del área en espera. Las rotaciones con abonos verdes además de proveer nitrógeno, mejorar la estructura y conservar el suelo, tienen la finalidad de romper o interrumpir el ciclo de plagas y enfermedades del suelo, y restaurar la biodiversidad del mismo. Se recomienda la rotación ya sea con *Crotalaria juncea* o con

Cannavalia ensiformis. Estas dos especies de plantas leguminosas se adaptan muy bien a las condiciones edafoclimáticas en donde se siembra caña de azúcar en la costa sur de Guatemala (Ovalle, Queme, Orozco, & Perez, S.F.).

Se ha estimado que *C. juncea* en suelos relativamente pobres puede producir hasta 35 toneladas métricas de biomasa fresca por hectárea con un aporte total de 235 kilogramos de nitrógeno por hectárea. Bajo condiciones climáticas más favorables y en suelos de alta fertilidad *C. juncea* puede producir hasta 50 t de biomasa, con un aporte total de más de 300 kg de N/ha.

La preparación del suelo para la siembra de las leguminosas coincide con las labores convencionales utilizadas para el cultivo de la caña de azúcar. De una a dos semanas después de la aplicación del herbicida para matar las cepas viejas, se realiza el volteo que, dependiendo del suelo, consiste en una o dos pasadas de rastra pesada y luego de una o dos pasadas de rastra liviana pulido. Esto garantiza una buena cama para la germinación de la semilla de las leguminosas.

La siembra de la planta de rotación se hace inmediatamente después del pulido, sembrando en hileras con un distanciamiento de 0.5 a 0.6 metros entre hileras para ambas leguminosas. Para *C. juncea* se recomienda sembrar de uno a dos granos por postura, con distanciamiento de 0.10 metros entre posturas, en tanto que para *C. ensiformis* se recomienda sembrar uno o dos granos por postura a cada 0.2 metros entre posturas. Con esos distanciamientos, la cantidad promedio de semilla utilizada es de aproximadamente 15-20 kg/ha en el caso de *Crotalaria* y de 100-150 kg/ha para *Cannavalia*.

Dependiendo del estrato altitudinal y la época de siembra, la máxima acumulación de biomasa ocurrirá entre los 60 y 75 días después de la siembra en el estrato bajo, y esto en la mayoría de los casos corresponde con el apareamiento de la floración. En el estrato alto donde el crecimiento es más lento esto puede extenderse hasta los 120 días. La incorporación de la biomasa se realiza en forma mecánica, a través de dos pasadas de rastra que permitan una buena incorporación del material a una profundidad de 0.15 m a 0.20 m. El surqueo y siembra de la semilla de caña de azúcar se debe efectuar en las primeras dos semanas después de la incorporación, para aprovechar de mejor manera la disponibilidad de nitrógeno proveniente de la mineralización del abono verde (Ovalle, Queme, Orozco, & Perez, S.F.).

L. Siembra comercial

El cultivo comercial de la caña de azúcar se caracteriza por producir varios años, a partir de una siembra. Esta situación hace importante considerar varios factores que intervienen en la fase inicial del cultivo, de los cuales dependerá un buen desarrollo y la obtención de una buena cosecha. Por ello es necesario considerar, además de la preparación del suelo y los semilleros, (descritos en secciones anteriores) la siembra de la caña de azúcar.

La siembra incluye la obtención de la semilla de los semilleros, la fertilización, la distribución de la semilla en el surco, el tapado o cubrimiento de la semilla con suelo, la aplicación de riego de germinación y la evaluación de la población (brotes) en la fase inicial (Subiros, 1995; Bakker, 1999).

M. Calidad de la semilla

La semilla debe reunir diferentes características, como, la calidad genética (pureza varietal), sanitaria (libre de enfermedades y plagas), física (vigor del tallo, sin daños mecánicos, contaminantes y otros) y fisiológica (Tarenti, 2004). Para la calidad fisiológica se debe considerar: edad de la semilla, yemas en buen estado y con buen poder germinativo, tiempo entre el corte y siembra, y otros. Estos elementos tienen que ser considerados en todo el proceso de producción de los semilleros, en donde al final se evalúan para definir si cumplen con los requisitos necesarios para su uso (Ovalle, Queme, Orozco, & Perez, S.F.).

N. Densidades y sistemas de siembra

1. **Método de surco simple.** Es el más utilizado en Guatemala. Se deben preparar paquetes de semilla de 30 esquejes con longitud aproximada de 0.60 m y de preferencia con 3-4 yemas por esqueje. La distancia entre surcos puede variar entre 1.5 m y 1.75 m, dependiendo de la topografía, potencial de producción del campo, altitud, variedad y otros factores como el tipo de cosecha y la disponibilidad de maquinaria adecuada para cada caso. La siembra se realiza manualmente y los esquejes se pueden distribuir en diferentes modalidades, siendo una de ellas la de “cadena doble traslapada”, con la cual se logra ubicar aproximadamente 15 yemas viables por metro lineal cuando la semilla es de buena calidad, garantizando de esta manera una buena densidad poblacional en los surcos.

El distanciamiento para distribuir un paquete de 30 esquejes de semilla en el surco (estaquillado) depende de la variedad y la calidad de la semilla, por lo regular son 9 m. Según Orozco et al., 2000, en estudios realizados por CENGICAÑA, se ha demostrado que estaquillados a 12 m muestran resultados similares a los de 9 m. La profundidad de siembra oscila entre 0.20 m y 0.35 m. En la siembra tradicional, la semilla debe quedar tapada aproximadamente con 0.05 m de suelo, mientras que en las siembras de humedad la cobertura debe estar entre 0.10 m y 0.15 m (Ovalle, Queme, Orozco, & Perez, S.F.).

2. **Método de surco doble.** A este método se le conoce también como “surco australiano” o “tipo piña”. La distancia entre surcos simples de cada par de surcos pueden ser entre 0.40 m y 0.70 m, y la distancia entre los pares de surcos pueden variar entre 1.40 m y 1.80 m. Con este tipo de modificaciones se aumenta la densidad de tallos por hectárea, por lo cual se deberán considerar los correspondientes ajustes en los niveles de fertilización, dosis de maduradores, y otros (Ovalle, Queme, Orozco, & Perez, S.F.).

O. Fertilización y riegos de germinación

El fósforo se debe aplicar al momento del surqueo, y la cantidad a aplicar depende del tipo de suelo y del contenido de fósforo en los análisis de suelos. La lámina de riego depende de la textura del suelo, haciendo el primer riego de germinación entre el tapado de la semilla hasta 24 horas después de sembrado, aplicando una lámina aproximada de 30 mm. El segundo riego de germinación se realiza entre 8 y 10 días después del primer riego de germinación, aplicando una lámina de 40 mm. En el sistema tipo piña se puede utilizar el riego por goteo, colocando las mangueras de distribución en el centro de los dos surcos pares (Ovalle, Queme, Orozco, & Perez, S.F.).

P. Evaluación de la población y resiembra

La evaluación de la población tiene como propósito determinar el éxito de la siembra y tomar decisiones en caso de resiembras. Entre 30 y 40 días después de la siembra, se debe realizar un conteo de la población (brotes por metro lineal), actualmente se considera adecuada una población de 10 brotes por metro lineal, asumiendo cerca de 70 por ciento de germinación. Cuando existan espacios de más de 0.75 m sin caña, se debe realizar resiembra únicamente en esos espacios vacíos (Ovalle, Queme, Orozco, & Perez, S.F.).

V. MARCO METODOLÓGICO

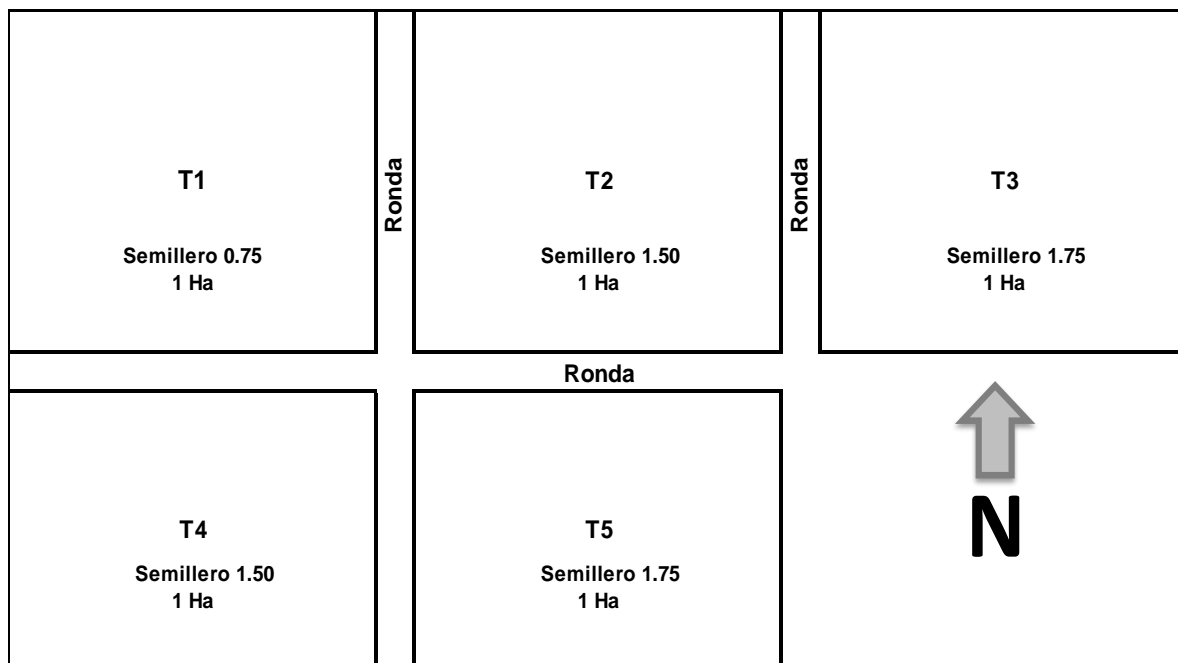
A. Ubicación de la investigación en campo

La experimentación efectuada a campo abierto se ubicó en la finca *Churubusco*, zona de producción de semilla, del ingenio *Pantaleón S.A.* ubicada en las coordenadas 14.1167° latitud y -91.1000° longitud, en un área equivalente a una hectárea/tratamiento.

B. Primera fase

1. Establecimiento de semilleros con distanciamientos entre surco de 0.75, 1.50 y 1.75 m.

Ilustración 1. Establecimiento del ensayo.



Fuente: Autor

Para ello será necesario establecer cinco semilleros de una hectárea cada uno, para poder medir el parámetro de distanciamiento entre surco y posteriormente evaluar el tiempo de corte. La semilla se obtendrá de Finca Limones con una edad de 5 meses y luego será sembrada con los distanciamientos ya mencionados. Las características de la semilla, serán esquejes de 70 cm de largo con un aproximado de 5 yemas, serán cortadas de forma manual por un grupo de colaboradores especializados en corte de semilla un día antes de la siembra, se realizaran paquetes de 30 esquejes cada uno y serán transportados hacia los semilleros en un camión de transporte de semilla para ser establecidos.

Primero se procederá a la preparación del terreno de forma mecánica con un implemento llamado *Pentapanta*, este tiene como función primero, arar el suelo, segundo subsolarlo, luego ararlo nuevamente, posterior a ello un surqueo de la zona y finalmente aplicación de fosforo (P), estas son las 5 funciones que nos permite realizar este implemento de mucha utilidad para el ingenio y gracias a él se podrá facilitar el proceso de establecimiento de los semilleros.

La profundidad de los surcos será de 30 cm, en donde se colocara la semilla en cadena simple trapezoidal, con una cubierta de suelo de 10 cm.

La hora de la siembra fue a las 7 de la mañana, con un período aproximado de labores hasta las 3 de la tarde.

C. Segunda fase

1. Manejo agronómico de los semilleros

a. Semillero de 0.75 metros entre surco con edad de 5 meses para corte

1) Riego. Al momento de realizar la siembra del esqueje de semilla se realizara una aplicación de *regent* (ingrediente activo: Fipronil y se trabajara con la casa comercial *Bayer*) el cual cumple doble función, actuando como insecticida y al mismo tiempo como estimulador de germinación.

Después de la siembra se aplicará el primer riego, con dos horas de duración y una lámina de 40 cm de profundidad para lograr capacidad de campo, el tipo de riego utilizado es el de tipo aspersión, ya que en la zona se cuenta con un tipo de suelo franco-arenoso, y también

debido a que la semilla se encuentra a una profundidad de 30 cm y una cubierta de suelo de 10 cm.

Posteriormente a los 8 días se aplicará el segundo riego, con dos horas de duración y una lámina de 40 cm de profundidad esto para favorecer la estimulación de la germinación de la semilla.

- A los 30 días se aplicará el tercer riego aplicando la misma lámina de riego.
- A los 45 días se aplicará el cuarto riego aplicando la misma lámina de riego.
- A los 70 días se aplicará el quinto riego aplicando la misma lámina de riego.
- A los 95 días se aplicará el sexto riego aplicando la misma lámina de riego.
- A los 120 días se aplicará el séptimo riego aplicando la misma lámina de riego.
- A los 140 días se aplicará el último de su etapa de desarrollo.

2) Control de maleza. A los 2 días del establecimiento se realizará la primera aplicación de herbicida pre-emergente (utilizando *Alion 50 SC*, con una dosis de 0.06 litros por hectárea y *Prowl 50 EC*, con una dosis de 1 litro por hectárea disuelta en 200 litros de agua por hectárea; estos productos se aplicarán con bombas de presión constante).

La segunda aplicación de herbicida para control de maleza emergida se realizará a los 30 días después de la siembra (se utilizará una mezcla de *Terbutrina 50 SC* 2.5 Litros por hectárea, *Diuron 80 WG* a 1.15 kg por hectárea, *Totem 72 SL* a 1 litro por hectárea e *Imbirex 80* .

SL a 0.10 litros por hectárea, en 200 litros de agua por hectárea; esto se aplicará con aspersora de mochila de presión constante. El aspersor de mochila de presión constante, funciona con aire comprimido a 45 PSI (libras de presión), con una boquilla AI9504E.

Al momento de realizar la aplicación se calibra al equipo, realizando una descarga en canecas, evaluando el tiempo real que se tiene de descarga utilizando este tipo de boquilla. Luego se realizan muestras de 30 metros, donde se evalúa el tiempo de recorrido, obteniendo los datos concisos y reales de la calibración.

La extracción de maleza se realizará a los 8 días posteriores a la segunda aplicación de herbicida, esto con el fin de eliminar la maleza que no se controló al momento de la aplicación. Se realizará una tercera aplicación de herbicida para cierre con el propósito para erradicar la presencia de maleza que perjudique el desarrollo del cultivo a una edad de 60 días después de la siembra (se aplicará una mezcla de *Ametrex 80 WG* a 1.5 kg por hectárea, *Totem 72 SL* a 1

litro por hectárea e *Imbirex* a 0.10 litro por hectárea con 200 litros de agua, y se aplicará con una motobomba de presión constante).

3) Fertilización. La primera aplicación foliar se realizará cuando el cultivo tenga 20-30 cms de altura aproximadamente (al tener follaje), se utilizara *megaplant sugar* (es un compuesto nutricional propio del ingenio).

A los 35 días se aplicará sulfato de amonio a 21.5% de N equivalentes a 86 kg de N/ha. 4 quintales por hectárea, esta dosis se seleccionó en base a datos estandarizados con los que se cuentan en la finca. A los 55 días aplicación foliar con *megaplant sugar* en concentración de 0.19% de N, por cada litro, esta dosis se seleccionó en base a datos ya establecidos en la finca.

- A los 85 días aplicación foliar con *megaplant sugar*.
- A los 115 días aplicación foliar de *megaplant sugar*.
- A los 145 días aplicación foliar con *megaplant sugar*.

b. Semillero de 1.50 metros entre surco con edad de 5 meses para corte

1) Riego.

Ilustración 2. Riego de la evaluación



Fuente: autor.

Después de la siembra se aplicará el primer riego, con dos horas de duración lo que equivale a una lámina de 40 cm de profundidad.

Posteriormente a los 15 días se aplicará el segundo riego, con dos horas de duración y una lámina de 40 cm de profundidad.

- A los 30 días se aplicará el tercer riego aplicando la misma lámina de riego.
- A los 45 días se aplicará el cuarto riego aplicando la misma lámina de riego.
- A los 70 días se aplicará el quinto riego aplicando la misma lámina de riego.
- A los 95 días se aplicará el sexto riego aplicando la misma lámina de riego.
- A los 120 días se aplicará el séptimo riego aplicando la misma lámina de riego.
- A los 140 días se aplicará el último de su etapa de desarrollo.

2) Control de maleza. A los 2 días del establecimiento se realizará la primera aplicación de herbicida pre-emergente (utilizando *Alion 50 SC*, con una dosis de 0.06 litros por hectárea y *Prowl 50 EC*, con una dosis de 1 litro por hectárea disuelta en 200 litros de agua por hectárea; estos productos se aplicarán con bombas de presión constante).

La segunda aplicación de herbicida para control de maleza emergida se realizará a los 30 días después de la siembra (se utilizará una mezcla de *Tebutrina 50 SC* 2.5 Litros por hectárea, *Diuron 80 WG* a 1.15 kg por hectárea, *Totem 72 SL* a 1 litro por hectárea e *Imbirex 80 SL* a 0.10 litros por hectárea, en 200 litros de agua por hectárea; esto se aplicará con bomba de mochila de presión constante).

El arranque de maleza se realizará a los 8 días posteriores a la segunda aplicación de herbicida, esto con el fin de eliminar la maleza que no se controló al momento de la aplicación.

Se realizará una tercera aplicación de herbicida para cierre con el propósito para erradicar la presencia de maleza que perjudique el desarrollo del cultivo a una edad de 60 días después de la siembra (se aplicará una mezcla de *Ametrex 80 WG* a 1.5 kg por hectárea, *Totem 72 SL* a 1 litro por hectárea e *Imbirex* a 0.10 litro por hectárea con 200 litros de agua, y se aplicará con una motobomba de presión constante).

3) Fertilización.

Ilustración 2. Fertilización



Fuente: Autor

La primera aplicación foliar se realizará cuando el cultivo tenga 20-30 cms de altura aproximadamente (al tener follaje), se utilizara *megaplant sugar*.

- A los 35 días se aplicará sulfato 4 quintales por hectárea.
- A los 55 días aplicación foliar con *megaplant sugar*.
- A los 85 días aplicación foliar con *megaplant sugar*.
- A los 115 días aplicación foliar de *megaplant sugar*.
- A los 145 días aplicaciones foliar con *megaplant sugar*.

c. Semillero de 1.75 metros entre surco con edad de 5 meses para corte

1) Riego. Después de la siembra se aplicará el primer riego, con dos horas de duración y una lámina de 30 cm de profundidad.

Posteriormente a los 15 días se aplicará el segundo riego, con dos horas de duración y una lámina de 30 cm de profundidad.

- A los 30 días se aplicará el tercer riego aplicando la misma lámina de riego.
- A los 45 días se aplicará el cuarto riego aplicando la misma lámina de riego.
- A los 70 días se aplicará el quinto riego aplicando la misma lámina de riego.
- A los 95 días se aplicará el sexto riego aplicando la misma lámina de riego.
- A los 120 días se aplicará el séptimo riego aplicando la misma lámina de riego.
- A los 140 días se aplicará el último de su etapa de desarrollo.

2) Control de maleza.

Ilustración 4. Control de maleza



- A: Aplicación de herbicida pre emergente
 B: Control de maleza manual
 C: Aplicación de herbicida manual con bomba de presión constante

Fuente: Autor

A los 2 días del establecimiento se realizará la primera aplicación de herbicida pre-emergente (utilizando *Alion 50 SC*, con una dosis de 0.06 litros por hectárea y *Prowl 50 EC*, con una dosis de 1 litro por hectárea disuelta en 200 litros de agua por hectárea; estos productos se aplicarán con bombas de presión constante).

La segunda aplicación de herbicida para control de maleza emergida se realizará a los 30 días después de la siembra (se utilizará una mezcla de *Tebutrina 50 SC* 2.5 Litros por hectárea, *Diuron 80 WG* a 1.15 kg por hectárea, *Totem 72 SL* a 1 litro por hectárea e *Imbirex 80 SL* a 0.10 litros por hectárea, en 200 litros de agua por hectárea; esto se aplicará con bomba de mochila de presión constante).

El arranque de maleza se realizará a los 8 días posteriores a la segunda aplicación de herbicida, esto con el fin de eliminar la maleza que no se controló al momento de la aplicación. Se realizará una tercera aplicación de herbicida para cierre con el propósito para erradicar la presencia de maleza que perjudique el desarrollo del cultivo a una edad de 60 días después de la siembra (se aplicará una mezcla de *Ametrex 80 WG* a 1.5 kg por hectárea, *Totem 72 SL* a 1 litro por hectárea e *Imbirex* a 0.10 litro por hectárea con 200 litros de agua, y se aplicará con una motobomba de presión constante).

3) Fertilización. La primera aplicación foliar se realizará cuando el cultivo tenga 20-30 cms de altura aproximadamente (al tener follaje), se utilizara *megaplant sugar*.

- A los 35 días se aplicará sulfato 4 quintales por hectárea.
- A los 55 días aplicación foliar con *megaplant sugar*.
- A los 85 días aplicación foliar con *megaplant sugar*
- A los 115 días aplicación foliar de *megaplant sugar*.
- A los 145 días aplicación foliar con *megaplant sugar*.

d. Semillero de 1.50 y 1.75 metros entre surco con edad de 8 meses para corte

1) Riego. Después de la siembra se aplicará el primer riego, con dos horas de duración y una lámina de 30 cm de profundidad.

Posteriormente a los 15 días se aplicará el segundo riego, con dos horas de duración y una lámina de 30 cm de profundidad.

- A los 30 días se aplicará el tercer riego aplicando la misma lámina de riego.
- A los 45 días se aplicará el cuarto riego aplicando la misma lámina de riego.
- A los 70 días se aplicará el quinto riego aplicando la misma lámina de riego.
- A los 95 días se aplicará el sexto riego aplicando la misma lámina de riego.
- A los 120 días se aplicará el séptimo riego aplicando la misma lámina de riego.
- A los 140 días se aplicará el octavo riego aplicando la misma lámina de riego.
- A los 165 días se aplicará el noveno riego aplicando la misma lámina de riego.
- A los 180 días se aplicará el décimo y ultimo riego aplicando la misma lámina de riego.

2) Control de maleza. A los 2 días del establecimiento se realizará la primera aplicación de herbicida pre-emergente (utilizando *Alion 50 SC*, con una dosis de 0.06 litros por hectárea y *Prowl 50 EC*, con una dosis de 1 litro por hectárea disuelta en 200 litros de agua por hectárea; estos productos se aplicarán con bombas de presión constante).

La segunda aplicación de herbicida para control de maleza emergida se realizará a los 30 días después de la siembra (se utilizará una mezcla de Tebutrina 50 SC 2.5 Litros por hectárea, *Diuron 80 WG* a 1.15 kg por hectárea, *Totem 72 SL* a 1 litro por hectárea e *Imbirex 80 SL* a 0.10 litros por hectárea, en 200 litros de agua por hectárea; esto se aplicará con bomba de mochila de presión constante).

El arranque de maleza se realizará a los 8 días posteriores a la segunda aplicación de herbicida, esto con el fin de eliminar la maleza que no se controló al momento de la aplicación. Se realizará una tercera aplicación de herbicida para cierre con el propósito para erradicar la presencia de maleza que perjudique el desarrollo del cultivo a una edad de 60 días después de la siembra (se aplicará una mezcla de *Ametrex 80 WG* a 1.5 kg por hectárea, *Totem 72 SL* a 1 litro por hectárea e *Imbirex* a 0.10 litro por hectárea con 200 litros de agua, y se aplicará con una motobomba de presión constante).

3) Fertilización. La primera aplicación foliar se realizará cuando el cultivo tenga 20-30 cms de altura aproximadamente (al tener follaje), se utilizara foliar 1 y 2.

- A los 35 días se aplicará sulfato 4 quintales por hectárea.
- A los 55 días aplicación foliar 1.
- A los 85 días aplicación foliar 2.
- A los 90 días aplicación de complemento nutricional.

D. Tercera fase

1. Contabilización de la producción de paquetes de semilla en los semilleros de 0.75, 1.50 y 1.75 metros entre surco con un tiempo de corte de 5 y 8 meses. Para verificar que cantidad de paquetes por hectárea se obtienen de los semilleros se debe, tener lista el área donde se van a sembrar. Luego se le asignará un grupo de personas para que inicie con el corte de semilla y al mismo tiempo a realizar los paquetes de la misma. Al momento de cortar y paquetear la semilla se sacara el total de paquetes por hectárea que dio como resultado final en cada uno de los semilleros de 0.75, 1.50 y 1.75 el cual es el parámetro importante en esta investigación.

El tamaño de los esquejes será de 70 cm de largo con un aproximado de 5 yemas cada uno, con un diámetro aproximado de 2.5 cm y una coloración verde clara para todos los esquejes colectados.

E. Cuarta fase

1. Cálculo del porcentaje de germinación de las yemas sembradas con edad de 5 y 8 meses. El porcentaje de germinación de yemas por hectáreas se realiza

teniendo la cantidad de yemas sembradas y verificación de yemas germinadas. El dato de la cantidad de yemas germinadas se obtendrá a base de muestreos que se realizarán por hectárea.

Se realizarán tres muestras por hectárea de 10 metros lineales, con el fin de obtener un promedio de germinación de yemas.

2. Metodología de muestreo de germinación

- Se realizarán tres muestras de 10 metros lineales por hectárea.
- Se realizará el conteo de yemas brotadas.
- Se sacarán los promedios obtenidos por muestra.
- Con ellos se obtendrá el porcentaje de germinación de yemas por hectárea.

F. Quinta fase

1. Calcular la cantidad de yemas dejadas en campo por efecto de corte en semilleros de 5 y 8 meses. Al momento que se realice el corte de la semilla, se realizará el conteo de yemas dejadas en campo por efecto de corte.

G. Sexta fase

1. Costos de manejo y producción de semilleros

- a. Base de cálculo de costos de diversas labores agronómicas para semilleros.

Tabla 1. Costos de riego para semillero/ha

Riego					
Descripción	Unidad	Unidades/ha	Total/ha	Costo total en Q.	Total en \$.
Tarifa de Motobomba	\$	1	1.00	140.50	18.01
Operador	personas	1	1.00	203.35	26.07
Ayudantes	personas	2	1.00	406.70	52.14
TOTAL				750.55	96.22

Fuente: autor.

Tabla 2. Costos de control de malezas en semillero/ha

Pre-emergente						
Descripción	Unidad	Unidades	Ha/ semillero	Costo/unidad	Costo total En Q.	Total en \$.
Mano de Obra	personas	1	1	Q 82.00	82.00	10.51
Prowl 50 EC	lts	1	1	Q 47.93	1,054.46	135.19
Alion 50 EC	lts	0.06	1	Q 234.18	309.12	39.63
Agua	lts	200	1	-	-	-
TOTAL/Pre-emergente					1,445.58	185.33

Post-emergente 2da. Aplicación						
Descripción	Unidad	Unidades	Ha/ semillero	Costo/unidad	Costo total en Q.	Total en \$.
Mano de Obra	personas	1	1	Q 82.00	82.00	10.51
Tebutrina 50 SC	lts	2.5	1	Q 42.12	105.30	13.50
Diuron 80 WG	lts	1.15	1	Q 43.13	49.60	6.36
Totem 72 SL	lts	1	1	Q 22.78	22.78	2.92
Imbirex 80 SL	lts	0.1	1	Q 46.02	4.60	0.59
Agua	lts	200	1	-	-	-
TOTAL/Post-emergente					264.28	33.88

Post-emergente 3ra. Aplicación						
Descripción	Unidad	Unidades	Ha/ semillero	Costo/unidad	Costo total en Q.	Total en \$.
Mano de Obra	personas	1	1	Q 82.00	82.00	10.51
Ametrex 80 WG	lts	1.5	1	Q 54.44	81.67	10.47
Totem 72 SL	lts	1	1	Q 22.78	22.78	2.92
Imbirex 80 SL	lts	0.1	1	Q 46.02	4.60	0.59
Agua	lts	200	1	-	-	-
TOTAL/Post-emergente					191.04	24.49

Control Manual de Maleza						
Descripción	Unidad	Unidades	Ha/ semillero	Costo/unidad	Costo total en Q.	Total en \$.
Mano de Obra	personas	1	1	Q 82.00	82.00	10.51
TOTAL/Post-emergente					82.00	10.51

Fuente: autor.

Tabla 3. Costos de fertilización en semillero/ha

Fertilización sulfato de amonio al suelo							
Descripción	Unidad	Unidades	Total utilizado por/ha	Ha/ semillero	Costo/ unidad	Costo total en \$.	Total en Q
Sulfato de amonio	qq	4	4	1	Q 95.53	12.25	48.99
Mano de obra	personas	1	1	1	Q 82.00	10.51	10.51
TOTAL/Aplicación						22.76	59.50

Fertilización foliar 1							
Descripción	Unidad	Unidades	Total utilizado por/ha	Ha/ semillero	Costo/ unidad	Costo total en \$.	Total en Q.
Foliar 1	litro	387	8514	1	Q 27.38	3.51	3.51
Mano de obra	personas	3	3	1	Q 104.64	13.42	40.25
Maquinaria	Tractor	1	1	1	Q 288.37	36.97	36.97
TOTAL/Aplicación						53.90	80.73

Fertilización foliar 2							
Descripción	Unidad	Unidades	Total utilizado por/ha	Ha/ semillero	Costo/ unidad	Costo total en \$.	Total en Q.
Foliar 2	litro	387	8514	1	Q 27.38	3.51	3.51
Mano de obra	personas	3	3	1	Q 104.64	13.42	40.25
Maquinaria	Tractor	1	1	1	Q 288.37	36.97	36.97
TOTAL/Aplicación						53.90	80.73

Fertilización <i>Mega plant sugar</i>							
Descripción	Unidad	Unidades	Total utilizado por/ha	Ha/ semillero	Costo/ unidad	Costo total en \$.	Total en Q.
Mega plant Sugar	litro	200	4400	1	Q 27.38	3.51	3.51
Mano de obra	personas	3	3	1	Q 104.64	13.42	40.25
Maquinaria	Tractor	1	1	1	Q 288.37	36.97	36.97
TOTAL/Aplicación						53.90	80.73

Fuente: autor.

H. Modelo Estadístico de bloques comparativos

El modelo estadístico que se utilizará para analizar los resultados es el llamado: Bloques comparativos. En este diseño se utilizan bloques, un mismo conjunto de tratamientos entran en cada bloque de las unidades experimentales. Al conjunto se le denomina tratamientos principales o parcelas completas. Es un diseño comúnmente utilizado cuando se tienen áreas grandes de cierto cultivo (parcela principal) lo que permite que se tenga suficientes datos para darle validez a los resultados. Los bloques por el área que poseen sustituyen a las repeticiones del experimento requeridas cuando las áreas son pequeñas o no se tiene suficiente material vegetativo para tener significancia estadística.

1. Descripción de los tratamientos

Tabla 4. Tratamientos de la evaluación

Tratamientos	Edad	Descripción
1	5 Meses	Semillero de 0.75 m entre surco
2	5 Meses	Semillero de 1.50 m entre surco
3	5 Meses	Semillero de 1.75 m entre surco
4	8 Meses	Semillero de 1.50 m entre surco
5	8 Meses	Semillero de 1.75 m entre surco

Fuente: autor.

2. Variables de respuesta

- Volumen de semilla obtenida por Unidad de área en densidad de 0.75 m. (paquetes de 30 esquejes por unidad de área)
- Viabilidad de yemas brotadas por metro lineal en 0.75 m. (número de yemas brotadas por paquete)
- Costos de mantenimiento de semilleros. Convencionales y de 0.75 m. (Costos de la producción durante el ensayo, en Quetzales, durante los primeros 5 meses)

3. Análisis de la información

a. **Semilla obtenida:** Se utilizó el paquete Excel para comparar las medias de cada uno de los bloques a través de la función de varianza de la población total.

Considerando:

El cálculo de varianza en función de toda la población (pasa por alto los valores lógicos y el texto de la población). Observaciones:

- VAR.P parte de la hipótesis de que los argumentos representan la población total. Si sus datos representan una muestra de la población, use la función VAR.S para calcular la varianza.
- Los argumentos pueden ser números, o nombres, matrices o referencias que contengan números.
- Se tienen en cuenta los valores lógicos y las representaciones textuales de números escritos directamente en la lista de argumentos.
- Si un argumento es una matriz o una referencia, sólo se considerarán los números de esa matriz o referencia. Se pasan por alto las celdas vacías, valores lógicos, texto o valores de error de la matriz o de la referencia.
- Los argumentos que sean valores de error o texto que no se pueda traducir a números provocan errores.
- Si desea incluir valores lógicos y representaciones textuales de números en una referencia como parte del cálculo, utilice la función VARPA.

Fórmula 1. La ecuación de VAR.P es:

$$VAR.P = \frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n}$$

Donde

X es la media de muestra el promedio (número1; número2;...)

n es el tamaño de la muestra.

Y se analizará cuál de los tratamientos es el más eficiente a través de la varianza que presente el dato más ajustado al mayor volumen de producción de semilla.

b. Viabilidad de semillas. Se analizará el valor de las medias de los datos colectados, realizando un análisis comparativo de las medias para determinar el tratamiento que tenga un promedio mayor de viabilidad de yemas.

c. Análisis de costos. Se hará una sumatoria total de los costos en los que se incurra durante los primeros 5 meses de la producción de semilla y se comparará entre los diferentes tratamientos, para determinar a través del monto total, el tratamiento más costoso y en el que menos costos se tenga debido a la densidad de siembra y los diferentes requerimientos del cultivo en base a la cantidad de planta existente en cada uno de los tratamientos.

VI. RESULTADOS

A. Calculo del porcentaje de germinación de las yemas sembradas con edad de 5 y 8 meses

Tabla 5. Porcentajes de germinación según tratamientos evaluados

Parámetro	T1	T2	T3	T 4	T5
Yemas sembradas	20.40	20.40	20.40	20.40	20.40
Yemas germinadas	19.40	19.32	19.32	19.90	19.72
% de yemas brotadas	95.10	94.71	94.71	97.55	96.67

Fuente: autor.

El mayor rendimiento de germinación de yemas se presentó en el T4 siendo una edad de 8 meses.

B. Contabilización de la producción de paquetes de semilla en los semilleros de 0.75, 1.50 y 1.75 metros entre surco con un tiempo de corte de 5 y 8 meses

Tabla 6. Conteo de paquetes de semilla de los tratamientos

T1	T2	T3	T4	T5
6,250.00	6,450.00	6,500.00	8,325.00	8,410.00

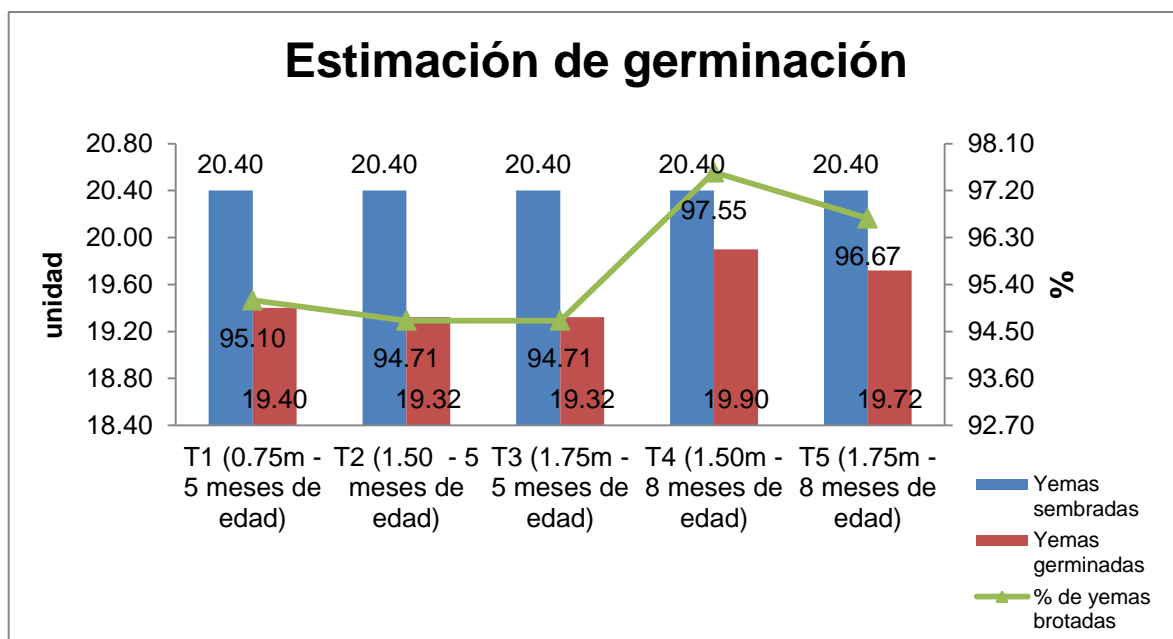
Fuente: autor.

Al momento que se realizó el conteo de paquetes por unidad de área en semillero, muestra que los tratamientos con edad de corte de 5 meses dieron menor rendimiento que los tratamientos de 8 meses de edad.

1. Calcular la cantidad de yemas dejadas en campo por efecto de corte en semilleros de 5 y 8 meses. En semilleros de 5 meses de edad se pierden en campo 38 yemas por metro lineal y en semilleros de 8 meses se pierden 18 yemas por metro lineal, por efecto de corte y la altura en que se encuentra la caña.

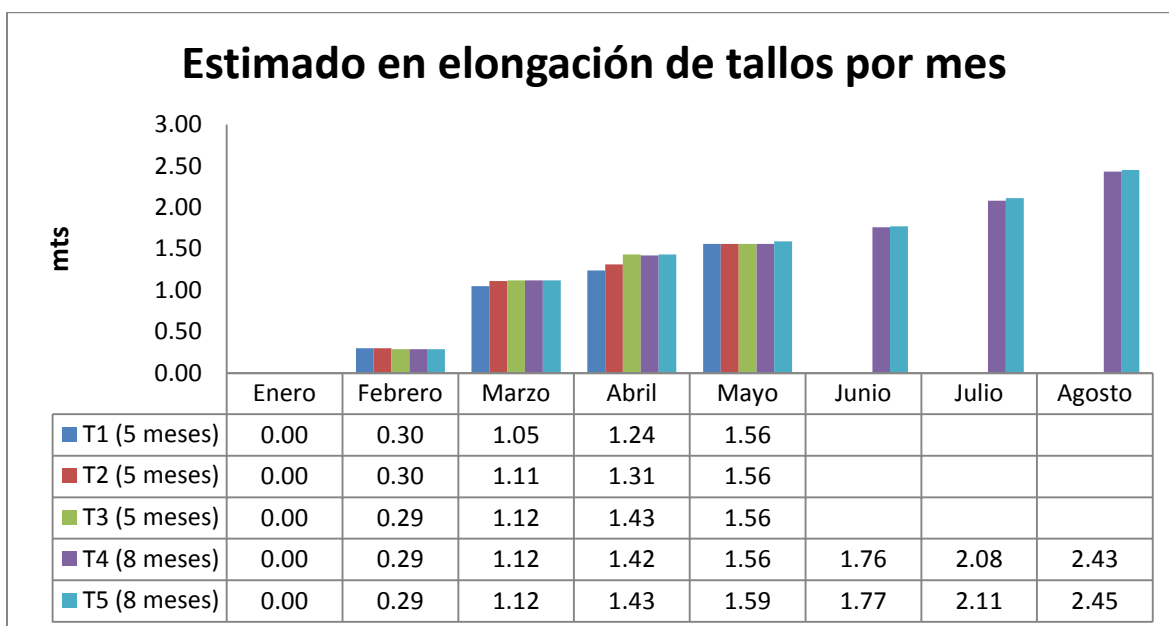
C. Resultados

Ilustración 3. Análisis del rendimiento de la germinación



El tratamiento T4 tiene 97.55 de porcentaje de germinación de yemas por metro lineal, en comparación del T2 y T3 que tuvieron 94.71.

Ilustración 4. Análisis en elongación de tallos por meses



Fuente: autor.

En los tratamientos de 5 meses de edad no importa el distanciamiento de siembra ya que la elongación de tallos es similar, mientras que en los tratamientos de 8 meses relativamente no hay diferencia entre sí; a pesar de los diferentes distanciamientos.

1. Análisis estadístico en elongación de tallos por meses

Tabla 7. Análisis de elongación de tallos según tiempo de crecimiento

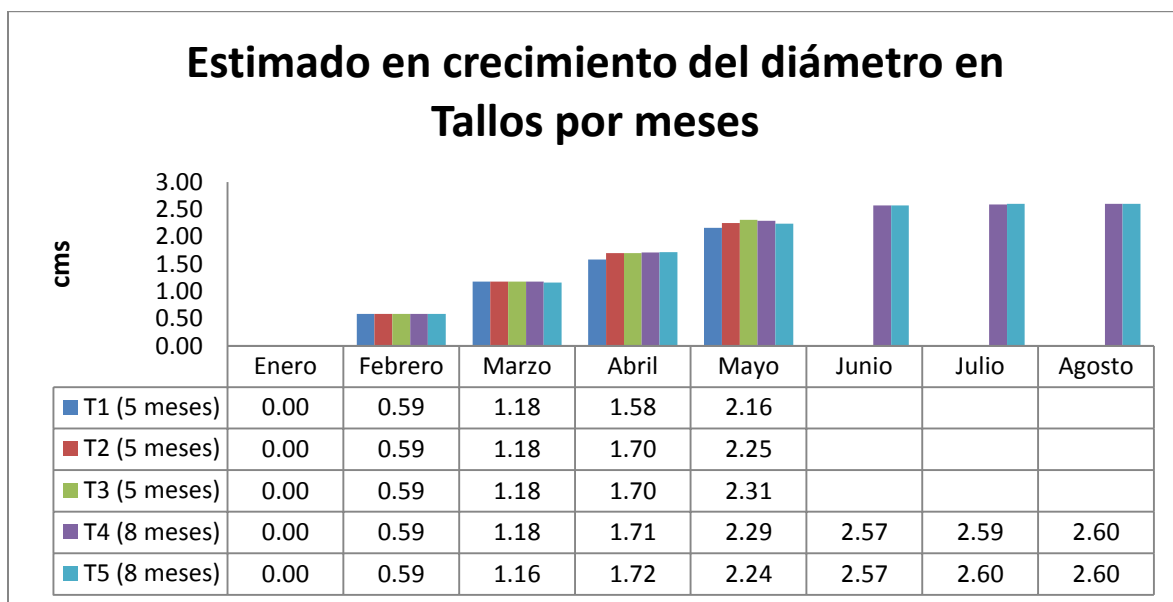
RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
T1	5	4.15	0.83	0.4298		
T2	5	4.28	0.856	0.45203		
T3	5	4.4	0.88	0.48625		
T4	8	10.66	1.3325	0.70185		
				0.71811428		
T5	8	10.76	1.345	6		

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1.816104194	4	0.454026048	9	0.55706072	2.742594137
Dentro de los grupos	15.41207	26	0.592771923			
Total	17.22817419	30				

Fuente: autor.

Según la estimación del valor F se acepta la hipótesis nula, por lo tanto, el rendimiento de elongación de tallos en semilleros de 5 y 8 meses no muestra diferencia estadísticamente.

Ilustración 5. Análisis en crecimiento del diámetro en tallos por meses



Fuente: autor.

En los tratamientos de 5 meses de edad no importa el distanciamiento de siembra ya que el crecimiento de diámetro por tallos es similar, mientras que en los tratamientos de 8 meses de edad relativamente no hay diferencia entre sí; a pesar de los distintos distanciamientos.

2. Análisis estadístico en crecimiento del diámetro en tallos por meses

Tabla 8. Análisis estadístico del crecimiento de tallo

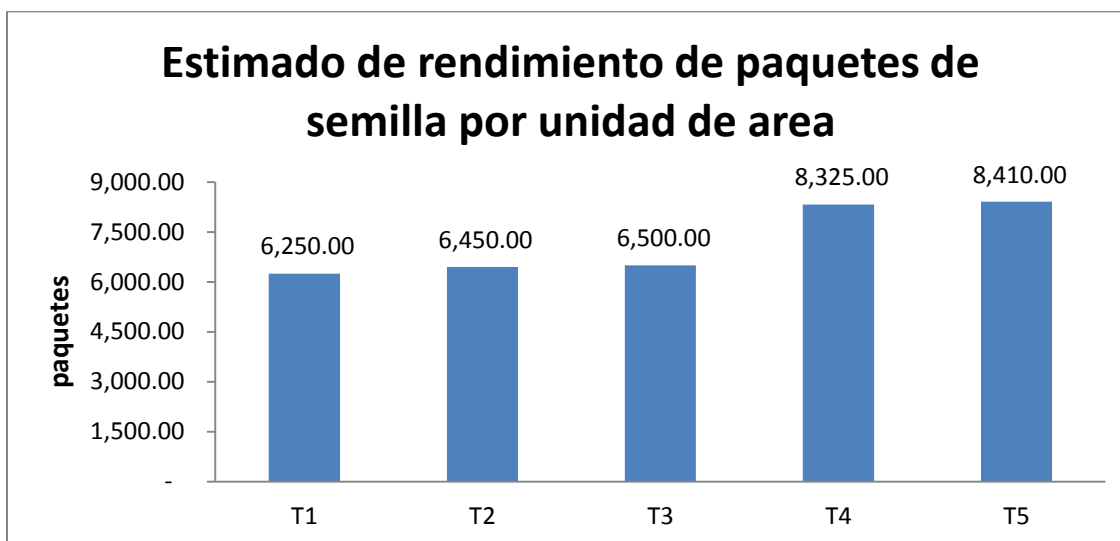
RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	5	5.51	1.102	0.70762		
Columna 2	5	5.72	1.144	0.78733		
Columna 3	5	5.78	1.156	0.82123		
				1.01415535		
Columna 4	8	13.53	1.69125	7		
				1.01154285		
Columna 5	8	13.48	1.685	7		

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
				0.66134829	0.62441270	
Entre grupos	2.3853925	4	0.596348125	7	1	2.742594137
Dentro de los grupos	23.4446075	26	0.901715673			
Total	25.83	30				

Fuente: autor.

Según la estimación del valor F se acepta la hipótesis nula, por lo tanto, el rendimiento en crecimiento de diámetro de tallos en semilleros de 5 y 8 meses no muestra diferencia estadísticamente.

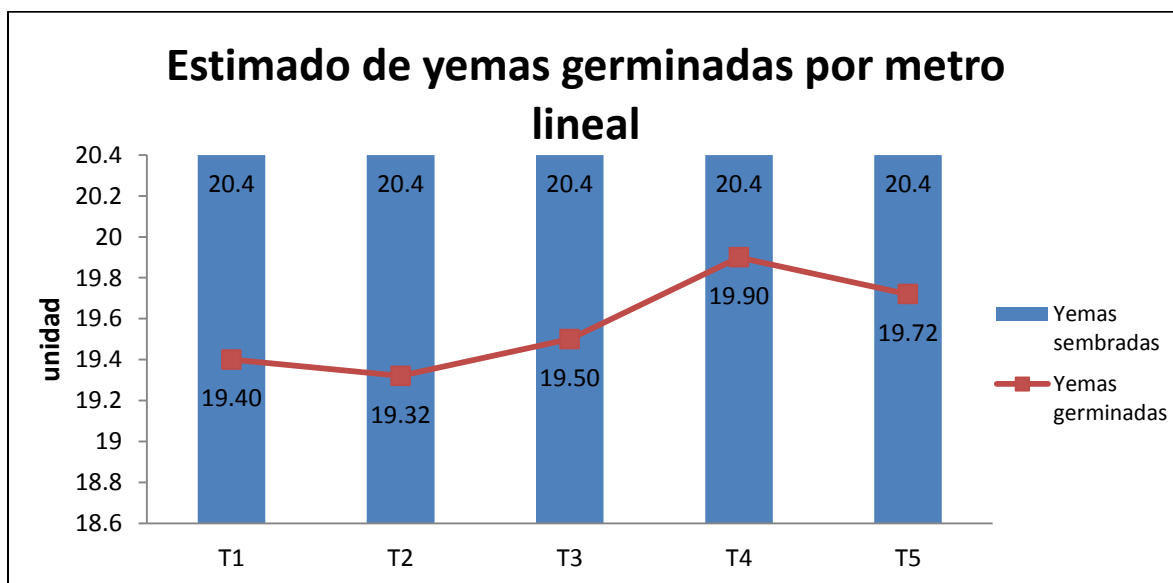
Ilustración 6. Análisis de rendimiento de paquetes de semilla por unidad de área



Fuente: autor.

En los tratamientos de 5 meses de edad no hubo mayor diferencia de rendimiento de paquetes por unidad de área, sin embargo el mayor productor fue el T3 con 6,500.00 y el menos producto el T1 con 6,250.00. Mientras que en los tratamientos de 8 meses de igual forma no hubo mayor diferencia siendo el T5 el mayor productor con 8,410.00 y el T3 el menor productor con 8,325.00.

Ilustración 7. Análisis de yemas germinadas por metro lineal



Fuente: autor.

En la cantidad de yemas germinadas por metro lineal con esquejes de 5 y 8 meses de edad no obtuvieron mayor diferencia, siendo el T2 con 19.32 el que menos yemas germinadas obtuvo y el T4 con 19.90 el mayor.

3. Análisis de costos/semillero en base a su tiempo de corte.

Tabla 9. Resumen costos de manejo en semillero/ha

Costo de manejo semillero 5 meses		
Actividades	Costo en \$	Costo en Q
Riego	114.13	890.22
Control de malezas químico	31.24	243.71
Control de Malezas Manual	1.35	10.51
Fertilización	69.73	543.87
Costo total	216.45	1,688.31

Costo de manejo semillero 8 meses		
Actividades	Costo en \$	Costo en Q
Riego	152.17	1,186.96
Control de malezas químico	31.24	243.71
Control de malezas manual	2.69	21.02
Fertilización	28.33	220.96
Costo Total	214.44	1,672.65

Fuente: autor.

Se realizó una sumatoria total de los costos que se utilizaron durante los 5 y 8 meses de la producción de semilla y se comparó entre los diferentes tratamientos, para determinar a través del monto total, el tratamiento más costoso y en el que menos gastos obtuvo debido a la densidad de siembra y los diferentes requerimientos del cultivo en base a la cantidad de planta existente en cada uno de los tratamientos.

VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al momento que inició la siembra se establecieron 20.40 yemas por metro lineal para los tratamientos de 5 y 8 meses de edad, según los resultados obtenidos al momento de la medición de la germinación de yemas por metro lineal, no se obtuvo diferencia significativa estadísticamente, pues su variación fue de 0.33 yemas por metro lineal.

Estadísticamente no existe diferencia significativa en los tratamientos de 5 meses de edad y con distanciamiento entre surcos de 0.75, 1.50 y 1.75m, ya que la altura final al momento del corte es de 1.56 en los tres tratamientos.

En los tratamientos de 8 meses relativamente no hay significancia entre sí; a pesar que la altura del T4 es de 2.43m osciló 0.02 ante el T5 2.45m. A grandes rasgos entre los tratamientos de 5 y 8 meses si existe diferencia significativa de 0.88m debido a la diferencia de edad que existe.

Según los muestreos de diámetro en tallos, no existe estadísticamente diferencia significativa en los tratamientos de 5 meses de edad, sin importar la DS utilizada.

El T1 con 2.16cm de diámetro y el T3 con 2.31cm muestran una diferencia de 0.15cm.

En tanto que en los de 8 meses estadísticamente no existe diferencia significativa. Aunque no hubo significancia estadística, si la hay visual.

Cuando finalizó el conteo de paquetes por unidad de área de los tratamientos de 5 meses de edad y con distintos distanciamientos de siembra que oscilan entre 0.75, 1.50 y 1.75m entre surco, se obtuvo que estadísticamente no hay diferencia significativa, sin embargo el T1 obtuvo 6,250.00 paquetes y el T3 6,500.00 dando como resultado una diferencia de 250.00 por ha. Mientras que al comparar los tratamientos de 8 meses de edad no existe estadísticamente diferencia significativa entre el T4 y el T5. Al comparar los tratamientos de 5 y 8 meses de edad se muestra una diferencia estadística de 2,010.00 paquetes por unidad de área.

Después de realizar el corte de semilla de los tratamientos evaluados, se transportó a campo donde se evaluó la germinación por metro lineal, se establecieron 20.40 yemas por metro lineal al momento de la siembra sin considerar la edad de la semilla a 5 u 8 meses. Al momento del muestreo se obtuvo que estadísticamente no existe diferencia significativa.

VIII. CONCLUSIONES

Para obtener los más altos rendimientos biométricos y densidad de semilla viable por unidad de área; se deben establecer semilleros de 1.50 y 1.75 m, con una edad de 8 meses.

Con distanciamientos de 0.75 m y una edad de 5 meses, la planta no logra obtener el desarrollo adecuado por la competitividad; evidenciando una elongación y diámetro no idóneas para aumentar la cantidad de paquetes de semilla

Económicamente se evidencia que los tratamientos de 5 meses de edad tienen un costo de producción de \$.1, 688.31 y el de 8 \$.1, 672.65 por unidad de área, mostrando que la diferencia es de \$.15.66 por ha.

Queda evidenciado que los tratamientos de 8 meses de edad son económicamente rentables y con alto porcentaje de paquetes por unidad área (8,410.00 paq/ha).

En semillero de 0.75 m aunque no hay significancia de productividad ni económica, quedo demostrado que existe mejor manejo cultural.

En semilleros de 8 meses de edad y con distanciamientos entre 1.50 y 1.75 m entre surco el control cultural se hace más frecuente, por la actividad fotosintética de las malezas.

En semilleros de 5 y 8 meses de edad y con distanciamientos de 0.75, 1.50 y 1.75m, se demostró que el porcentaje de germinación oscila en 19.64 yemas por metro lineal.

IX. RECOMENDACIONES

Estimar la cantidad de yemas no viables por daños mecánicos al momento del corte, transporte y siembra del esqueje.

Cuantificar la cantidad de semilla dañada por roedores al momento de realizar el corte.

Realizar una réplica de esta investigación en otros tipos de suelo ya que en este ensayo se evaluó en suelos franco arenoso.

Realizar una réplica de esta investigación con otros planes de fertilización, que podrían evidenciar porcentajes de germinación diferentes.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anonimo. (11 de 2010). *generalidades.html Manejo de Caña de Azucar*. Recuperado el 07 de 04 de 2016, de Cultivo de Caña de Azucar: <http://canadeazucaranahuac.blogspot.com/2010/10/generalidades.html>

Association, S. (1999). *Experimental Station*. África: Sur.

Diaz Montejó, L., & Portocarrero Rivera, E. (12 de 2002). *T1639.pdf Manual de Producción de Caña de Azúcar*. Recuperado el 12 de 05 de 2016, de teca.fao.org: http://teca.fao.org/sites/default/files/technology_files/T1639.pdf

OCEANO. (2000). *Ocean Centrum*. Recuperado el 12 de 05 de 2016, de Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería .

Ovalle, W., Queme, J. L., Orozco, H., & Perez, O. (S.F.). *V.+B)++Componente+Semilleros+-Ovalle+&+Queme%20(1).pdf SEMILLEROS Y SIEMBRA COMERCIAL*. Recuperado el 12 de 05 de 2016, de Cengicaña: [file:///C:/Users/%C3%89/Downloads/V.+B\)++Componente+Semilleros+-Ovalle+&+Queme%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/%C3%89/Downloads/V.+B)++Componente+Semilleros+-Ovalle+&+Queme%20(1).pdf)

Perez, O., Hernandez, F., Lopez, A., Balaña, P., Solares, E., & Maldonado, A. (s.f.). *El uso de abonos verdes como alternativa para mejorar la*.

Silva, n. (S.F.). *generalidades.html Caña de Azúcar*. Recuperado el 12 de 05 de 2012, de [cañadeazucaranahuac: http://canadeazucaranahuac.blogspot.com/2010/10/generalidades.html](http://canadeazucaranahuac.blogspot.com/2010/10/generalidades.html)

Subirus Ruiz, F. (1995). *El cultivo de la caña de azúcar*. San José C. R: UNED reimpresión 2000.