

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

EVALUACIÓN DE LA SOMBRA EN EL CRECIMIENTO DE
PLÁTANO EN VIVERO; LA BLANCA, SAN MARCOS
TESIS DE GRADO

JOSÉ FRANCISCO ALFARO LÓPEZ
CARNET 22570-06

COATEPEQUE, ABRIL DE 2016
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

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

EVALUACIÓN DE LA SOMBRA EN EL CRECIMIENTO DE
PLÁTANO EN VIVERO; LA BLANCA, SAN MARCOS
TESIS DE GRADO

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

POR
JOSÉ FRANCISCO ALFARO LÓPEZ

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

COATEPEQUE, ABRIL DE 2016
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

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: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
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

LIC. JAIME ORLANDO BARRIOS DE LEON

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. ERBERTO RAÚL ALFARO ORTIZ
ING. LUIS FELIPE CALDERON BRAN
ING. SILVIA VERONICA ESCOBAR REYES DE CALDERON

Guatemala 08 de abril de 2016

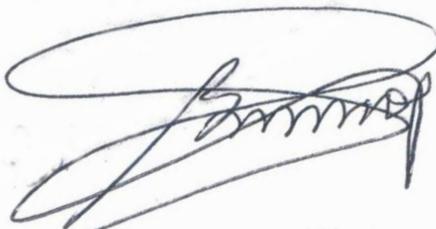
Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante José Francisco Alfaro López, carné 22570-06, titulada: "Evaluación de la sombra en el crecimiento de plátano en vivero; la blanca, san marcos".

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

Atentamente.



Ing. Jaime Orlando Barrios De León, MSc.
Colegiado no. 4012
Cod. URL 22512

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante JOSÉ FRANCISCO ALFARO LÓPEZ, Carnet 22570-06 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Coatepeque, que consta en el Acta No. 0628-2016 de fecha 15 de marzo de 2016, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**EVALUACIÓN DE LA SOMBRA EN EL CRECIMIENTO DE
PLÁTANO EN VIVERO; LA BLANCA, SAN MARCOS**

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 6 días del mes de abril del año 2016.



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



AGRADECIMIENTOS

A:

Dios, puesto que Él es la única fuente de sabiduría y nos guía a través de nuestro camino, permitiéndonos alcanzar los anhelos de nuestra mente y corazón.

La Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas de la Universidad Rafael Landívar, particularmente a la Sede Coatepeque, por ser el centro de formación en el cual adquirí los conocimientos que hoy me permiten alcanzar esta meta.

Ing. Agr. Jaime Orlando Barrios De León, por haber creído en mí y al mismo tiempo haberme dado la oportunidad de desarrollar mis capacidades, mediante su bondadosa guía y experiencia.

Ingenieros. Agr. Erick Fernando Martínez y Carlos Santizo, por su valioso aporte y su colaboración en el desarrollo de este trabajo.

Ing. Agr. Mario Daniel Maldonado, por su invaluable apoyo en permitirme la realización del trabajo de campo y logística en su finca para la consecución de esta meta tan anhelada por mi persona.

Mis catedráticos, por sus sabias enseñanzas y por motivarme a no desfallecer en la búsqueda de mis propósitos.

Las empresas Foragro y Chiquita Brands inc. Por ser parte importante en mi formación laboral e ir de la mano con mi formación profesional para la obtención de resultados de este trabajo.

DEDICATORIA

- A Dios: Por su Divina Guía, la cual me ha marcado el camino a seguir para llegar a este triunfo tan esperado.
- A mis padres: Amanda López de Alfaro, José Inocente Alfaro (QEPD) especialmente por hacer todo lo posible en apoyarme, ya que este amor ha sido el motor de mi existencia y la clave de todos los éxitos en mi vida, y Gladys Odilia Alfaro por haberme dado la vida y poder ser quien ahora soy.
- A mis tíos: Gilda, Griselda, José Carlos con mucho cariño y en especial a Luis Albero Alfaro, por compartir conmigo varios momentos de sabiduría y por su gran apoyo para poder salir adelante en mi formación académica.
- A mi futura esposa: Carmen Silvana Salazar, por su apoyo incondicional en todo momento, por estar ahí siempre, creer en mí y darme ánimos cuando perdía las fuerzas.
- A mi primo: Diego Albero Alfaro, por ser parte importante en mi vida y ser mi inspiración para seguir adelante y poder ser un ejemplo para él.
- A mis hermanos: Berny, Ronald, Shirley, con mucho cariño y porque sé que este triunfo es tan mío como de ellos, los amo.
- A mis sobrinos: Dedicado especialmente con mucho cariño y como un ejemplo que puedan seguir en la formación de su vida profesional.
- A mis suegros: Silvana Martínez y Miguel Ángel Salazar, por todo el apoyo que me han brindado siempre y por compartir conmigo momentos importantes en mi vida.
- A mis amigos: Porque aprendí de cada uno de ustedes el valor de la amistad, la cual vale más que cualquier tesoro en el mundo, especialmente a Jorge Estuardo Ríos (QEPD) quien se nos adelantó en el camino.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	i
SUMMARY	ii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEORICO	3
2.1 Historia del cultivo de plátano	3
2.3 Clasificación taxonómica.....	4
2.4 Descripción de la variedad currare enano o chifle.....	4
2.5 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo.....	5
2.5.1 Suelo	6
2.5.2 Siembra y distanciamientos	6
2.5.3 Riego	8
2.5.4 Fertilización.....	8
2.5.5 Control de malezas	9
2.5.6 Producción.....	9
2.5.7 Cosecha.....	9
2.6 Insectos y ácaros.....	10
2.7 Enfermedades	10
2.8 Siembra de vivero	10
2.9 Establecimiento del vivero	11
2.10 Procedimiento de siembra en bolsas	11
2.11 Pasos para producción de vivero de plátano en bolsa	11
2.12 Sombreados Artificiales	12
2.12.1 Sarán	13
2.12.2 Agribon	13
2.13 Antecedentes de la información	14
2.13.1 Manejo de vivero.....	14
2.13.2 Nueva técnica para el cultivo de plátano.....	15
2.13.3 Comparación de plántulas de plátano in vitro y meristemos.....	16
2.13.4 Aspectos fisiológicos para el sombreado.....	17
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
3.1 Definición del problema.....	19
3.2. Justificación de la Investigación	20

IV. OBJETIVOS	22
4.1 General:.....	22
4.2 Específicos:	22
V. HIPOTESIS	23
VI. METODOLOGIA.....	24
6.1 Localización	24
6.1.1 Características agroclimáticas:	24
6.1.2 Zonas de vida:	24
6.1.3 Tipos de suelo:.....	24
6.1.4 Recursos hídricos:	25
6.2 Material experimental.....	25
6.3 Descripción de los tratamientos	25
6.4 Factores a estudiar	26
6.4.1 Porcentajes o Niveles de sombra.....	26
6.4.1.1 Sarán 30, 55 y 95%:.....	26
6.4.1.2 Agribon:	26
6.4.1.3 Sombra y Sol natural:.....	26
6.4.1.4 Temperatura:	27
6.4.1.5 Tiempo térmico:	27
6.6 Modelo Estadístico.....	28
6.7 Unidad Experimental.....	28
6.8 Croquis de campo.....	29
6.9 Manejo del Experimento	29
6.9.1 Materiales necesarios	29
6.9.2 Insumos	29
6.9.3 Preparación de la mezcla de tierra.....	30
6.9.4 Pelado de los cormos.....	30
6.9.5 Desinfección de los cormos	30
6.9.6 Siembra de los cormos en bolsas	30
6.9.7 Tipos de vivero.....	31
6.9.8 Manejo del agua	31
6.9.9 Fertilización.....	31
6.9.10 Manejo de plantas en el vivero.....	32

6.9.11 Trasplante.....	33
6.10 Variables de Respuesta	33
6.10.1 Altura de la plántula:	33
6.10.2 Diámetro del pseudotallo:	33
6.10.3 Número de hojas verdaderas:	33
6.10.4 Volumen de raíz:	34
6.10.5 Días a siembra definitiva:	34
6.10.6 Costos/beneficio:	34
6.11 Análisis de la Información	34
6.11.1 Análisis Estadístico	34
6.11.2 Análisis Económico	34
VII. RESULTADOS Y DISCUSION	36
7.1 Altura de plántulas	36
7.2 Diámetro de pseudotallo	39
7.3 Número de hojas verdaderas	42
7.4 Volumen de Raíz	45
7.5 Tiempo mínimo de desarrollo.....	48
7.6 Porcentaje de germinación	49
7.7 Análisis económico	50
VIII. CONCLUSIONES.....	52
IX. RECOMENDACIONES.....	54
X. BIBLIOGRAFIA	55
XI. ANEXOS	58

INDICE DE CUADROS

Pagina

Cuadro 1.	Requerimientos nutricionales del cultivo de plátano para un rendimiento de 45,250 Kg/hectárea o 31,670 Kg/Manzana (100,000 Lbs./Ha equivalente o 70,000 Lbs./Manzana).	8
Cuadro 2.	Diferentes tipos de sombreado a utilizar en fase de vivero.	25
Cuadro 3.	Programa de fertirrigación semanal con aplicaciones de 45 minutos de duración.	32
Cuadro 4.	Fertilizante foliar.	32
Cuadro 5.	Altura de plántulas (cm) de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>), fase de vivero, La Blanca, San Marcos.	36
Cuadro 6.	Análisis de varianza, para la Altura de plántulas de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) medida en centímetros, en fase de vivero, La Blanca, San Marcos.	37
Cuadro 7.	Prueba de Tukey al 5%, para la Altura de plántulas de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>), medida en centímetros, en fase de vivero, La Blanca, San Marcos.	38
Cuadro 8.	Diámetro de Pseudotallo de plántulas de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>), medida en centímetros en fase de vivero La Blanca, San Marcos.	39
Cuadro 9.	Análisis de varianza, para el Diámetro de Pseudotallo (cm) de plántulas de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>), en fase de vivero La Blanca, San Marcos.	40
Cuadro 10.	Prueba de Tukey al 5%, para el Diámetro de Pseudotallo (cm) de plántulas de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>), en fase de vivero La Blanca, San Marcos.	40
Cuadro 11.	Número de hojas verdaderas en plántulas de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>), medida, en vivero La Blanca, San Marcos.	42
Cuadro 12.	Análisis de varianza, para el Número de hojas verdaderas, en plántulas de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>), en fase de vivero, La Blanca, San Marcos.	43
Cuadro 13.	Prueba de Tukey al 5%, para el Número de hojas verdaderas, en plántulas de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>), en fase de vivero, La Blanca, San Marcos.	43

Cuadro 14.	Volumen de raíz (cc) de plántulas de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>), en vivero La Blanca, San Marcos.	45
Cuadro 15.	Análisis de varianza, para el Volumen de raíz (cc) de plántulas de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>), en vivero La Blanca, San Marcos.	45
Cuadro 16.	Prueba de Tukey al 5%, para el Volumen de raíz (cc) de plántulas de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>), en vivero La Blanca, San Marcos.	46
Cuadro 17.	Ingresos, Costos y Rentabilidad por cada tratamiento (tipo de sombra); en la producción de plántulas de plátano, en fase de vivero, La Blanca, San Marcos.	51
Cuadro 18.	Resumen datos semanales/tratamiento.	60
Cuadro 19.	Sumatoria de °Cd semanalmente.	60
Cuadro 20.	Cronograma de actividades.	63
Cuadro 21.	Temperaturas por día durante el experimento.	64
Cuadro 22.	Costo de producción de plántulas de plátano, en fase de vivero, Sarán 30%.	65
Cuadro 23.	Costo de producción de plántulas de plátano, en fase de vivero, Sarán 55%.	65
Cuadro 24.	Costo de producción de plántulas de plátano, en fase de vivero, Sarán 95%.	66
Cuadro 25.	Costo de producción de plántulas de plátano, en fase de vivero, Sarán 30%+Agribon.	66
Cuadro 26.	Costo de producción de plántulas de plátano, en fase de vivero, Agribon.	67
Cuadro 27.	Costo de producción de plántulas de plátano, en fase de vivero, Sol natural.	67
Cuadro 28.	Costo de producción de plántulas de plátano, en fase de vivero, Sombra natural.	68

INDICE DE FIGURAS

Pagina

Figura 1	Unidad experimental total. Cada unidad experimental total estuvo compuesta de 40 plantas cultivadas en bolsas de polietileno de 8 X 8 pulgadas, con agujeros, rellenas con su respectivo sustrato.	28
Figura 2	Croquis de campo - 28 U.E. El área total de la investigación estuvo compuesta por veintiocho unidades experimentales distribuidas al azar, cada unidad experimental compuesta por 40 plantas, haciendo un total de 1,120 plantas.	29
Figura 3	Altura de plántulas de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>), medida en centímetros, en fase de vivero, La Blanca, San Marcos.	38
Figura 4	Diámetro de pseudotallo de plántulas de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>), en fase de vivero, La Blanca, San Marcos	41
Figura 5	Número de hojas verdaderas de plántulas de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>), en fase de vivero, La Blanca, San Marcos.	44
Figura 6	Volumen de raíces de plántulas de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>), en fase de vivero, La Blanca, San Marcos	47
Figura 7	Diagrama fase de desarrollo relacionadas al tiempo térmico de plántulas de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>), en fase de vivero, La Blanca, San Marcos.	49
Figura 8	Porcentaje de germinación en la semilla (cormos) de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>), utilizada en fase de vivero, La Blanca, San Marcos.	49
Figura 9	Ubicación del experimento.	58
Figura 10	Cormo de plátano (200-300 gramos).	58
Figura 11	Sarán 30%.	59
Figura 12	Sarán 55%	59
Figura 13	Sarán 95%.	59
Figura 14	Agribon 20%.	59
Figura 15	Agribon 20%.	59
Figura 16	Sombra natural.	59

Figura 17	Sombra natural.	59
Figura 18	Sol natural.	60
Figura 19	Daño de gusano soldado (<i>Spodoptera exigua</i>).	61
Figura 20	Daño de gusano soldado (<i>Spodoptera exigua</i>).	61
Figura 21	Sistema de riego por aspersión (MINI-WOBBLER).	61
Figura 22	Planta adecuada para ir al campo definitivo.	61
Figura 23	Área física del experimento.	62
Figura 24	Área física del experimento.	62
Figura 25	Medición altura.	62
Figura 26	Medición diámetro.	62
Figura 27	Conteo # de hojas	63
Figura 28	Medición de volumen de raíces.	63

**EVALUACION DE LA SOMBRA EN EL CRECIMIENTO DE PLATANO EN VIVERO;
LA BLANCA, SAN MARCOS.**

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el municipio de La Blanca San Marcos, el objetivo fue comparar siete porcentajes de sombreado en fase de vivero de plátano (*Musa paradisiaca*; Musáceae). Se utilizó el diseño bloques al azar, utilizando siete tratamientos y cuatro repeticiones, (Sarán 30%, 55%, 95%, agribon 20%, agribon 20% + sarán 30%, sombra y sol natural). Las variables de respuesta fueron altura de planta, diámetro del pseudotallo, número de hojas, volumen de raíz, días a siembra definitiva (tiempo térmico), y costo/beneficio. Para verificar si existió diferencia significativa entre los tratamientos, se realizó un análisis de varianza; debido a que presentaron diferencia significativa, se efectuó prueba de Tukey a cada una de las variables. El tratamiento que presentó mejores resultados en las diferentes variables fue el de sarán 95% así como también el menor tiempo (6 semanas) para desarrollar las características deseadas. En relación a costo/beneficio también se concluyó que el de sarán 95% es el mejor tratamiento. Se recomienda que para la producción de plántulas de plátano en fase de vivero, se utilice como sombra el sarán 95%, el cual estimula adecuadamente la altura de la plántula, diámetro del pseudotallo, el número de hojas verdaderas y el volumen de raíces; ya que se obtienen plántulas con características deseables, a las seis semanas después de la siembra del cormo.

EVALUATION OF THE SHADOW ON THE NURSERY PLANTAIN GROWTH; LA BLANCA, SAN MARCOS

SUMMARY

This research study was carried out in the municipality of La Blanca, San Marcos and the objective of the same was to compare shadow percentages in the nursery phase of plantain (*Musa paradisiaca*; Musáceae). A randomized complete block design with seven treatments and four replicates (Saran 30%, 55%, 95%, Agribon 20%, Agribon 20% + Saran 30%, shadow and natural sunlight) was used. The response variables were plant height, diameter of pseudo-stem, number of leaves, root volume, days to plant in the permanent field (thermal time), and cost/benefit. To prove if there was significant difference among treatments, a variance analysis was carried out; since there was significant difference, a Tukey's test was carried out to each of the variables. The treatment that showed the best results in the different variables was Saran 95%, as well as the shortest-period of time (6 weeks) to develop the desired characteristics. Regarding the cost/benefit relationship, the conclusion was that the Saran 95% is the best treatment. It is recommended to use the Saran 95% as shadow to produce plantain seedlings in the nursery phase, which adequately stimulates the seedling's height, diameter of pseudo-stem, number of real leaves, and root volume and because it is possible to obtain seedlings with the desired characteristics after six weeks of planting the corm.

I. INTRODUCCIÓN

El manejo del cultivo de plátano en alta densidad de siembra, obliga a buscar soluciones a los efectos que causa esta práctica por la competencia de luz, agua, nutrientes y control de malezas. Es por eso que deben tener plantas uniformes y con características deseables. Dos prácticas que permiten lograr esto es el manejo de plántulas en fase de vivero y la producción de meristemos por medio de cormos. El costo de producción y manejo es igual o menor a realizar siembra directa, ya que con estas prácticas se ahorran de 8 a 10 semanas de manejo en el campo definitivo y a su vez, se tiene un mejor control de plagas, enfermedades y malezas, evitando tener que controlarlas en un área mayor por dos meses de vida.

El establecimiento de nuevas áreas y la renovación de plantaciones de plátano por el método de propagación de plántulas generadas a partir de meristemos en fase de vivero es cada vez más empleado, debido a las características y ventajas que éste trae consigo, tales como el crecimiento homogéneo de las plantas, la planificación de cosechas de forma más acertada, precocidad en el momento de la parición, calidad de la fruta, vigor de las plantas, etc., así como la cantidad de material vegetativo necesario para la siembra de áreas extensivas.

Se ha vuelto necesaria la implementación de esta práctica debido a los cambios de precio en el mercado internacional y las exigencias de las empresas transnacionales ya que hay historiales de exceso y demanda de fruta en determinadas épocas del año, lo que ha hecho que estas exijan a los productores una siembra programada, lo cual viene a encajar con la práctica de meristemos en fase de vivero, otro de los beneficios de esta práctica es que los productores de plátano del municipio de La Blanca cuentan con parcelas pequeñas de suelo por lo que en un menor periodo de tiempo llevarían a cabo la cosecha y el proceso de empaque lo cual impactaría bastante en los costos post-cosecha.

La investigación consistió en comparar por medio del diseño bloques al azar, utilizando siete tratamientos y cuatro repeticiones, que porcentaje de sombreado (Sarán 30%, 55%, 95%, agribon 20%, agribon 20% + sarán 30%, sombra y sol natural), favorecía un mejor rendimiento en altura de planta, diámetro del pseudotallo, número de hojas, volumen de raíz, días a siembra definitiva (tiempo térmico), y costo/beneficio, en el municipio de La Blanca, San Marcos.

II. MARCO TEORICO

2.1 Historia del cultivo de plátano

El plátano es una planta monocotiledónea perteneciente a la familia de las Musáceas. Es originaria del sudeste Asiático y fue traída a nuestro país por los españoles en el siglo XVI. En el caso del origen de la planta de plátano, al igual de lo ocurrido con otras especies cultivadas, es poco lo que se conoce al respecto, de tal manera que esta continua siendo un misterio. Se ha considerado a la península de Malaya, como probable centro de origen, tanto de *Musa balbisiana* como de *Musa acuminata*, cuyos cruzamientos dieron origen a todas las variedades comestibles conocidas en América (Belalcázar, 1991).

2.2 Cultivo de plátano

El plátano es una planta herbácea con un tallo verdadero denominado cormo con ramificación monopódica. El cormo emite ramificaciones laterales a las que se les denomina retoños. Las raíces son cordiformes y tiernas, el meristemo terminal del tallo produce hojas que poseen basalmente una vaina. Las hojas aparecen dispuestas en forma helicoidal e imbricada conformando el falso tallo, el cual es cilíndrico, recto y rígido, llegando a una altura de 6 m. (Champion, 1968).

Las variedades cultivadas producen alrededor de treinta hojas funcionales. El meristemo central experimenta una acción hormonal que detiene la diferenciación de los brotes foliares en formación y determina la inflorescencia. A lo largo del eje se hallan dispuestos en hélice los espádices o brácteas, las cuales cubren un grupo de flores situadas en dos filas apretadas e imbricadas. Los primeros grupos diferenciados están compuestos por flores femeninas, cuyo ovario se transformará en plátanos estos glómérulos generalmente reciben el nombre de manos, de las que pueden aparecer de cinco a quince según la variedad y las condiciones del medio ambiente. Los grupos de diferenciación tardía llevan flores masculinas de ovario reducido, con estambres desarrollados frecuentemente desprovistos de polen (Herrera, 2005).

Una vez emergida la inflorescencia, esta se curva hacia el suelo. Las brácteas grandes y acuminadas son de color violáceo a violeta, son cerosas, y cuando se repliegan y caen sucesivamente dejan las manos al descubierto. Los racimos se recolectan cuando los frutos son gruesos y con el pericarpio verde la maduración del racimo sin separarlo de la planta resulta inadecuada por ser incompleta la transformación del almidón en azúcares (Belalcázar, 1991).

2.3 Clasificación taxonómica

Belalcázar (1991), define que la taxonomía del plátano es.

- **Reyno** Plantae
- **Sub-reyno** Embriobionta
- **División** Magnoliophita
- **Clase** Monocotiledóneas
- **Orden** Escitaminales
- **Familia** Musácea
- **Sub-familia** Musoidea
- **Genero** Musa
- **Sección** Eumusa
- **Especie** *Musa acuminata*
- **Clon** AAB

2.4 Descripción de la variedad currare enano o chifle

Es una planta de 1.90 m hasta 2.25 m de altura, desarrolla un racimo que puede tener entre 60 y 54 dedos, dependiendo de las condiciones agronómicas en que se desarrolla. Esta variedad es más susceptible a la incidencia de la sigatoka.

También sufre estrés bajo condiciones de exceso o déficit hídrico. Los suelos aptos para el desarrollo de ésta variedad son los franco-arenosos o franco-arcillosos (Grajeda, 2001).

Los suelos con alto porcentaje de arenas hacen que las plantas se desarrollen raquíticamente y que los racimos reduzcan su longitud y calibre en los dedos.

Por su alto potencial en el número de dedos y rendimiento en la zona sur y sur occidental del país ésta variedad ha desplazado al macho. Y la mayoría de productores se inclinan por ésta variedad. Sus dedos tienen una coloración verde pálida, la misma está asociada a las densidades de siembra que actualmente se utilizan, (1ra. cosecha 2,500 y 2da. en adelante 2,000) El tamaño de sus dedos como máximo se han encontrado entre 12 y 13 pulgadas desde el cuello hasta la punta, y el mínimo 10.1 pulgadas (Grajeda, 2001).

2.5 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo

La temperatura media óptima para el cultivo es de 32° C, pudiendo oscilar entre 28 y 37°C temperaturas menores a 20°C retrasan el desarrollo de la planta. Respecto a la altitud, la mayoría de los clones comestibles de plátano se pueden plantar desde el nivel del mar hasta 800 msnm. La transpiración de los limbos a pleno sol oscila entre 40 a 50 mg/dm²/minuto, durante las horas del día de fuerte iluminación y cuando los estomas están ampliamente abiertos, lo que implica un consumo diario de agua por planta aproximadamente 30 a 35 litros (Herrera, 2005).

El plátano no es resistente a la sequía porque bajo condiciones de déficit hídrico, el cierre de los estomas no es total y no se logra detener la transpiración de la planta. Así también, los excesos de humedad en el suelo causan asfixia, muerte y pudrición del sistema radicular por lo cual los periodos de inundación no deben exceder 48 horas para que el cultivo no sufra daños severos (Herrera, 2005).

Durante el año deberá existir un promedio mínimo de lluvias de 2,500 mm. En algunas áreas en las cuales se define bien la estación seca de la lluviosa es de primerísima importancia instalar un sistema de riego por aspersión para suplir de agua a la planta durante el período seco (Belalcázar, 1991).

El efecto del viento es importante en las plantaciones de plátano, debido a que las altas velocidades pueden ocasionar laceración de los limbos de las hojas y el volcamiento por des enraizamiento y/o ruptura del pseudotallo (Belalcázar, 1991).

2.5.1 Suelo

El establecimiento de plantaciones de plátano se debe realizar en terrenos con topografía plana o ligeramente ondulada (hasta un 40 %). La topografía determina las prácticas agronómicas y el nivel tecnológico que puede usarse en la intensificación de la producción (Herrera, 2005).

El plátano requiere de una profundidad efectiva de 1.2 m. Sin horizontes limitantes. Los grupos texturales que asegura el desarrollo del sistema radical son los franco arenosos, franco arcillosos, franco arcillo limosos, franco –arcillo-arenosos y franco-limosos (Belalcázar, 1991).

En general los suelos francos (arcillosos o arenosos, pero estos últimos en bajo porcentaje) son muy buenos para alcanzar una buena cosecha de plátanos, ya que este tiene su mejor comportamiento productivo en suelos pH de 6.0 a 7.0 (Belalcázar, 1991).

2.5.2 Siembra y distanciamientos

Una vez desinfectados los cormos y los hoyos, se procede a sembrar los cormos. La siembra de los cormos se debe de realizar dejando la parte superior del cormo (la parte del corte del pseudotallo) a la misma distancia de la superficie del suelo que debe de ser aproximadamente 10 cm para tratar de uniformizar la germinación, y por ende el desarrollo de las plantas (Lardizabal, 2007).

Para la siembra de plátano utilizamos material vegetativo (cormo) que debe de venir de plantas libres de enfermedades y daño de insectos. Si no ponemos la atención debida a esta labor, se puede estar introduciendo en las áreas nuevas de siembra, picudo, nematodos, erwinia, etc.

Si es para hacer vivero, hay que seleccionar el cormo que tenga unos 200 a 300 g. para poder usar bolsa pequeña. Si es para siembra directa puede pesar entre 500 g. y 2 kilos, se debe separar por diferentes tamaños (o peso preferiblemente) por lo menos tres tamaños (o peso) para tratar de uniformizar su germinación y manejo en el campo. Este es uno de los detalles importantes de la vida de su cultivo. Lo más recomendado es hacer vivero en bolsa para después trasplantar (Lardizabal, 2007).

La densidad recomendada para la siembra de plátano curare enano sin camas es de 3,508 plantas por hectárea:

Distanciamiento: 1.20 metros entre planta y planta
1.25 metros entre hileras
3.50 metros entre calles

También a una densidad más alta de siembra de 3,921 plantas por hectárea:

Distanciamiento: 1.20 metros entre planta y planta
1.25 metros entre hileras
3.0 metros entre calles

El arreglo espacial recomendado para alta densidad es de 3.5 metros de calles y 1.25 metros entre líneas y 1.2 metros entre plantas, al tresbolillo, siendo la razón más importante la económica, ya que si usamos distancias mayores entre plantas e hileras, tendremos menor producción por hectárea, la gran ventaja de esto es que podemos realizar siembras escalonadas que nos permiten cosechar fruta durante todo el año, también facilita las labores de deshoje, deshije, control de Sigatoka, control de malezas, fertilización, cosecha y hay una mayor sincronización de los trabajos permitiéndonos mejores eficiencias en las diferentes labores del cultivo (Lardizabal, 2007).

2.5.3 Riego

El plátano tolera períodos de sequía hasta de dos meses, sin embargo pasado dicho período la baja disponibilidad de agua causa una disminución en la producción y se alarga el ciclo vegetativo del cultivo. Por lo menos la planta de plátano necesita 2.5 pulgadas de agua durante cada semana para poder suplir a cabalidad sus procesos metabólico y fisiológicos, ya que la planta está conformada en un 85 % de agua (Herrera, 2005).

En la costa sur y sur occidental de Guatemala se acostumbra a poner una lámina de riego de 2.0 a 2.6 pulgadas semanalmente, la cual se hace posible a un riego de entre 2 y 3 horas por estación durante el día. Esto dependerá del sistema de riego, de la evapotranspiración del área, tipo de suelo, radiación solar y duración de horas luz, temperatura y densidad de siembra (Grajeda, 2001).

2.5.4 Fertilización

Los fertilizantes químicos deben de aplicarse posteriormente a la realización de las limpias y deshijes e incorporarlos en forma de media luna en una posición cercana al hijo seleccionado para la próxima producción (Herrera, 2005).

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales del cultivo de plátano para un rendimiento de 45,250 Kg/hectárea o 31,670 Kg/Manzana (100,000 Lbs./Ha equivalente o 70,000 Lbs./Manzana):

Elemento	Kg/Ha	Lbs./Ha	Lbs./Mz
N	364	804	563
P ₂ O ₅	95	210	147
K ₂ O	1092	2413	1689
Ca	803	1774	1242
Mg	154	340	238
S	49	108	76
B	3.2	7	4.9

Fuente: (Lardizabal, 2007)

2.5.5 Control de malezas

El buen control de malezas del plátano es indispensable porque la mayoría de las malezas pueden provocar enfermedades y plagas que afectan el cultivo. Considerando que si ejercemos control de plagas y enfermedades sobre el cultivo y no se realiza sobre las malezas, ellas actúan como fuente de inóculo de esas plagas y enfermedades acortándose el tiempo de control. También, las malezas crean un microclima de alta humedad que ayuda al desarrollo de estos. Las malezas ocasionan pérdidas en el cultivo por la competencia de agua, luz y nutrientes. Entre los métodos de control están:

a) control cultural b) control manual c) control químico (Lardizabal, 2007).

2.5.6 Producción

La producción esperada en el sistema de cultivo tradicional con densidades de 1,670 plantas por hectárea, está alrededor de 23 Tm de fruta, mientras que los sistemas intensivos con densidades de 3,300 a 5,000 plantas por hectárea, producen de 40 a 50 Tm de fruta (Belalcázar, 1991).

2.5.7 Cosecha

La cosecha de la fruta se inicia después de 11 y 12 meses de sembrada la plantación, extendiéndose durante todo el año. La determinación del punto de corte es muy importante debido a que la fruta se suministra al mercado en estado verde.

El indicio que la fruta se encuentra al punto de corte es cuando los racimos se observan bien desarrollados y las aristas de la fruta hayan desaparecido, de igual manera se puede llevar un control de cintas por semana para conocer la edad fisiológica de la misma (Herrera, 2005).

2.6 Insectos y ácaros

Los insectos y ácaros que atacan al cultivo de plátano son los siguientes:

- a. **Picudo** *Cosmopolites sordidus*
- b. **Ceradimia** *Antichloris viridis*
- c. **Araña Roja** *Tetranychus sp.*
- d. **Chinche de encaje** *Corycera panamensis*

2.7 Enfermedades

Las enfermedades más importantes del cultivo son las siguientes:

- a. **Sigatoka** *Mycosphaerella fijiensis var difformis*
- b. **Moko** *Pseudomonas solanacearum*
- c. **Punta de cigarro** *Verticillium theobromae (Tunconi) E.W. Mason & S. J. Hughes* (Herrera, 2005).

2.8 Siembra de vivero

La selección del cormo para la siembra de vivero es un poco distinta ya que solo queremos cormos de 200 g. a 300 g. para que no queden muy apretados en la bolsa de siembra. El medio para las bolsas por lo general se hace 50% cascarilla de arroz y 50% tierra, también se puede utilizar: aserrín, bocashi, hojarasca de bosque, etc (Coto, 2009).

2.9 Establecimiento del vivero

El vivero se puede establecer con un 50% de sombra o a pleno sol, las bolsas deben distribuirse en filas formando bloques con plantas del mismo tamaño.

El ancho del bloque debe ser de cuatro bolsas, dejando una calle (de 40 a 50 cm de ancho) entre bloques, para facilitar la ejecución de las labores de manejo (Coto, 2009).

2.10 Procedimiento de siembra en bolsas

- Se llena la mitad de la bolsa y se aplica una onza de 18-46-0 o 15-15-15.
- Llenar la bolsa hasta que al colocar el cormo quede a unos 3 cm de la superficie.
- Colocar el cormo y seguir llenando hasta arriba (Lardizabal, 2007).

2.11 Pasos para producción de vivero de plátano en bolsa

- a) Debemos de tener cormos de 200 a 300 gramos. Para que sean lo suficiente pequeños para la bolsa.
- b) Necesitamos un medio que tenga buenas características de drenaje y aireación (es igual que un vivero en bandeja) se recomienda usar 50% de cascarilla de arroz sin quemar y 50% de suelo franco.
- c) Las bolsas pueden ser de 8 X 8 pulgadas (preferible esta) hasta 10 X 12 pulgadas la ventaja de usar bolsa más pequeña se requiere menos área y se colocaran más plantas por metro cuadrado de vivero. Las desventajas son que el manejo del agua es más complicada y la competencia de plantas es mayor.
- d) Se aplica suelo a la bolsa hasta la mitad y se coloca una onza de 18-46-0 o 15-15-15 se le agrega más suelo hasta que el cormo quede con un espacio de unos 3 cm de la parte superior de la bolsa para tapanlo.

- e) Una vez sembrado el cormo, se procede a colocarlo en el vivero respectivo y proceder a regarlo para humedecer el medio completamente. El riego se maneja de acuerdo a las necesidades del vivero. El manejo del riego es el punto crítico para tener un vivero excelente.
- f) El vivero debe tener un 50% de sombra con sarán o sombra natural. Se puede usar sombra natural pero es difícil de regular las condiciones.
- g) A medida que van creciendo las plantas se deben ir moviendo uniformemente según tamaños. Este trabajo se realiza durante todo el tiempo que dure el vivero y así asegurar llegar al trasplante teniendo plantas idénticas.
- h) Entre el día 21 y 28 se le aplica una onza de 18-48-0 o 15-15-15 para mantener el crecimiento vigoroso deseado.
- i) Las plantas deben estar listas para el trasplante dentro de 8 a 10 semanas, dependiendo de la época del año y la altura msnm de la finca donde está el vivero.
- j) Las plantas se transportan en canastas al campo para minimizar el daño y facilitar el movimiento de las mismas.
- k) Al trasplantar hay que dejar las plantas a la misma profundidad que tiene el nivel de suelo en la bolsa o unos 2 centímetros más profundos. Se debe remover la bolsa al introducir la planta al hoyo (Lardizabal, 2007).

2.12 Sombreados Artificiales

Se utilizan para reducir la radiación solar, mejoran el microclima de las plantas e impide los daños causados por la radiación solar, se utilizan como protectores solares en algunas plantaciones frutales.

Evita el golpe directo de los rayos solares, protegiendo a los frutos, el uso de sombreados artificiales ayuda en el control de la temperatura y menos pérdida de humedad dentro del área, así como para regular el paso de aire dentro del mismo, también ayuda a mejorar el control de plagas, y a regular la temperatura, la humedad y la distribución de agua, se puede controlar el ambiente en el que crecen las plántulas, el sombreado ayuda a mantener el calor, que es necesario para plantas tropicales y plántulas; ayuda también a mantener alejados a los animales, y todo esto promueve la buena salud de las plantas y lleva a maximizar la producción (IICA, 2005).

2.12.1 Sarán

Es una malla de sombra fabricada con hilo monofilamento y cinta plana de polipropileno, con tejido gaza de vuelta, es utilizado para diferentes funciones, principalmente funciona también con un efecto mitigador en los niveles de temperatura para el interior de casas malla e invernaderos. Esto consigue disminuir la temperatura interna y el exceso de radiación solar en determinadas épocas del año (Polyproductos de Guatemala S.A; Saran, 2007).

Esta malla es utilizada principalmente para la protección en la producción de plántulas en viveros destinados a la agricultura y silvicultura, también utilizado en plantas ornamentales de follaje, su principal beneficio es brindar la sombra controlada y temperatura ideal para lograr una tonalidad verde atractiva a este tipo de cultivo. Otro uso que se le puede dar es utilizándolo para residenciales y construcción (Polyproductos de Guatemala S.A; Saran, 2007).

2.12.2 Agribon

Es una malla o tela fabricada en polipropileno, ultra ligera y resistente, se recomienda el uso de esta tela o malla para el control tanto biológico como térmico de los cultivos.

Se utiliza tanto en invernadero como en cultivos al aire libre, los geotextiles no tejidos contribuyen al éxito de las cosechas en cada estación, ya que protegen de manera óptima las semillas, cultivos y suelos contra elementos nocivos, como erosión, plagas de insectos, inclemencias climáticas y crecimiento de maleza, penetración de la humedad, protección micro climática de plantas jóvenes, menor pérdida de humedad protección contra el hielo y la congelación, filtración controlada de luz, minimiza las quemaduras solares. (PGI-Bonlam, 2010)

Aumenta la producción de gases de maduración, actúa como barrera protectora contra elementos físicos, como insectos, polvo y ceniza volcánica, es porosa al agua y permite la filtración del 80% de los rayos del sol. Protege las plantas de los insectos, temperaturas frías y vientos, también ayuda a incrementar la calidad y producción, adelantando a la vez la fecha de cosecha ya que permite el paso de luz, agua y aire, reduce drásticamente los daños por heladas al amortiguar bajas rápidas de temperatura. Brinda un microclima con mayor temperatura que la ambiental, permite el paso del agua, el aire y la luz necesarios para el desarrollo de la planta.

Genera un microclima que promueve mejor rendimiento y calidad de los cultivos, minimiza o incluso elimina el uso de agroquímicos en el cultivo, ideal para productores orgánicos o bío racionales, es hasta un 50% más liviano que otros productos aislantes convencionales (PGI-Bonlam, 2010).

2.13 Antecedentes de la información

2.13.1 Manejo de vivero

Se recomienda la siembra en vivero para después trasplantarlo, es lo recomendado ya que va a uniformizar el tamaño de las plantas que serán llevadas al campo y esto va evitar la competencia entre plantas, que puede resultar en una merma en racimos, o que sean racimos más pequeños y de menor calidad.

Esta competencia entre plantas es la desventaja en la siembra de alta densidad en el cultivo de plátano, si tenemos poblaciones des uniformes. Para evitar esto es que se requiere de viveros de plantas para uniformizar la siembra.

De 8 a 10 semanas que se requieren de vivero para las plantas son semanas ganadas de campo o mejor dicho si son 9 meses para que la planta produzca el racimo cuando se realiza siembra directa, con vivero van a ser 7 a 7.5 meses después del trasplante. Significa que la inversión que se realiza para la estructura del vivero, mano de obra, bolsas e insumos nos va costar más o menos lo que nos cuesta mantener ese cultivo a campo abierto por esas 8 a 10 semanas, con la diferencia que se llevan plantas sanas y con mejores características fisiológicas que empiezan a crecer inmediatamente (Lardizabal, 2007).

2.13.2 Nueva técnica para el cultivo de plátano

En la provincia de Colón, un grupo de nueve productores encontraron en el cultivo de plátano la elaboración de viveros a través de la técnica conocida como "cormitos", que se traduce en una mayor productividad del cultivo en un tiempo más corto.

Mientras que un cormo de plátano tradicional pesa unas tres libras, la de "cormitos" alcanza los dos gramos, lo que resulta más fácil de transportar al momento de hacer los viveros, otra de las ventajas de este método es que las plantas están listas para cosechar en nueve meses, mientras que en el método tradicional pueden demorar hasta un año. Además, el rendimiento es mayor.

Con la semilla de "cormitos" se puede cosechar un racimo de 60 plátanos, mientras que en el tradicional el rendimiento es de aproximadamente 35 plátanos.

Este proyecto se realiza con la asesoría de técnicos del proyecto conservación de la biodiversidad en la cuenca del canal de la agencia de los estados unidos para el desarrollo internacional (USAID), Con este método, los miembros de la asociación el madroñal proyectan producir unas 10 mil plantas cada tres meses.

Sin embargo, la proyección de los productores colonenses es generar anualmente unas 30 mil plantas de plátanos con las que se pueda contribuir al mejoramiento de los cultivos en el país. En los viveros los productores utilizan abonos orgánicos, y las infraestructuras están construidas con bambú para un mejor rendimiento del cultivo de plátano (Calidad, 2012).

2.13.3 Comparación de plántulas de plátano in vitro y meristemos

Nava (1,998) evaluó el comportamiento de plántulas del clon de plátano Harton (Musa AAB) en el Sur del Lago de Maracaibo, es una investigación de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

Donde se determinó que las plantas originadas de "semilla" presentaron significativamente en el campo mayor grosor del pseudotallo que aquellas provenientes de meristemos. No hubo diferencia significativa entre las plántulas aclimatadas en el vivero y en el área de producción. Por lo menos hasta la fase de crecimiento el comportamiento de las plántulas originadas de meristemos in vitro fue satisfactorio en cuanto al proceso de obtención en el laboratorio, lo que se ve reflejado en la no aparición de plantas fuera de tipo.

En cuanto al sitio de aclimatación de las plántulas in vitro, a pesar de que los parámetros medidos indican similitud de comportamiento, en la práctica los costos son similares (el gasto en bolsas, arena, mantenimiento) se compensan, por el mayor precio de las plántulas con mayor tiempo en el vivero pero el productor maneja su material, decide sobre el mejor momento para la siembra y las plántulas en bolsas presentan mayor volumen radical. En la actualidad el costo de la "semilla" es más bajo que el de las plántulas.

En el primer caso debe considerarse el valor en sí o la sacada, pelado, tratamiento químico o físico, y traslado al sitio de siembra. En el segundo caso, el valor en sí, traslado al área, aclimatación (bolsa plástica, sustrato, mantenimiento) por 15 o más días en la finca o sitio de siembra (Nava, Villareal, & Villalobos, 1998).

2.13.4 Aspectos fisiológicos para el sombreamiento

- **Radiación Solar:** La cantidad de luz o energía radiante que cae sobre la superficie terrestre en un tiempo determinado es de $1,3 \text{ cal.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$ y solo $0,6 \text{ cal.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$ es aprovechable para el proceso de fotosíntesis de las plantas, lo cual satisface el requerimiento del proceso anotado (31% del total de la energía radiante). Estudios sobre fotosíntesis en frutales, indican que sus hojas son más eficientes a niveles de luz aproximadamente entre 25 a 30 % de la cantidad recibida a medio día, bajo condiciones de pleno sol, lo cual equivale de $0,25$ a $0,35 \text{ cal.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$ (Cueva, 2013).

La planta frutal joven, con una menor superficie foliar y casi sin autosombreamiento, necesita de sombra temporal que reduzca la alta intensidad de luz a los niveles indicados. Con el desarrollo de la planta, el número de hojas aumenta y absorbe un alto porcentaje de luz útil, dentro de su copa densa las hojas bajas, captan solo una baja cantidad de luz que es menor que el óptimo necesario para la fotosíntesis.

En una plantación con sombra permanente, la cantidad de luz que alcanza y se filtra a través de la copa del árbol es reducida, presentándose una menor proporción de hojas con mínimo nivel de fotosíntesis. Esta reducción es muy variable, dependiendo de la especie, edad y distanciamiento de los árboles que proporcionan sombra (Cueva, 2013).

- **Funciones y ventajas del sombreamiento:** Entre las más importantes funciones de los árboles de sombra está la protección que dan a la materia orgánica en la capa superficial del suelo, contra los efectos del sol. Los troncos, ramas y hojas permiten mantener equilibrado el clima dentro de la plantación. En la mayoría de los casos los árboles de sombra son deciduos y pierden sus hojas durante el tiempo seco, reduciendo así en forma efectiva la transpiración. Si no pierden las hojas, entonces una poda racional puede lograr resultados similares (Cueva, 2013).

- **Referencias sobre el grado óptimo de sombra y su regulación:** Es un aspecto importante que hasta ahora los agricultores descuidan el mantenimiento y la regulación de una sombra provisional o permanente, si bien se conoce las ventajas y funciones que cumple una buena sombra establecida, es necesario uniformizar criterios considerando las condiciones edafoclimáticas de cada zona donde se va cultivar.

Los frutales jóvenes o sea durante el periodo de plantío necesitan un sombreado abundante, que puede estar comprendido entre 50 y 70% aproximadamente proporcionado por especies temporales y semipermanentes. En cambio la plantación adulta, a medida que se va auto sombreado con su desarrollo, exige más luz se busca un margen de sombra variable entre 25 y 35% aproximadamente.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 Definición del problema

La mayoría de pequeños agricultores de plátano han comenzado a utilizar la práctica de producción de meristemos bajo condición de vivero, tomando como referencia esta misma práctica de otros cultivos. La falta de conocimiento y recursos económicos los hace llevar a cabo diversas técnicas para la elaboración de los viveros de plátano en diferentes condiciones de sombreado lo cual hace que se encuentran con diversas variables o adversidades durante la fase de vivero o al momento de trasladarlos al campo definitivo, tales como crecimiento alterado, mayor demanda de agua, costos variables, variabilidad en el tiempo de producción de las plántulas, esto puede perjudicar el desarrollo de las plántulas, por consiguiente una alta tasa de mortalidad que se ve reflejada en tiempo, espacio y dinero. Esto se atribuye a que no existe información necesaria sobre esta práctica o método de propagación específicamente en este cultivo (M. D. Maldonado 2013).

El éxito de la propagación por medio de meristemos depende en gran parte, de la capacidad para manejar las plantas a gran escala durante el periodo de aclimatación, con alto grado de supervivencia, homogeneidad en el desarrollo, formación del fruto, cosecha en menor tiempo y bajo costo.

La técnica permite producir plántulas en serie más rápido que seleccionando vástagos de las plantas en crecimiento. El costo en el mercado asciende aproximadamente entre Q 2.00 a Q3.00 por plántula, por lo que se hace necesario el manejo cuidadoso de las mismas dentro de las instalaciones del vivero (Carrillo Villatoro, 2004).

Uno de los problemas con esta práctica se presenta al momento de llevar las plantas al campo definitivo, porque ocurren problemas de adaptabilidad según el tipo de vivero, presentando problemas de deshidratación, o marchitamiento de las plántulas si son sembradas en campo definitivo a pleno sol provenientes de vivero con alto porcentaje de sombra.

Lo que hace que algunos agricultores realicen los viveros a pleno sol y bajo esta condición las plántulas demandan mayor cantidad de agua, retrasando su crecimiento, lo mismo se traduce en alto costo (M. D. Maldonado, 2013).

3.2. Justificación de la Investigación

El manejo de plátano en alta densidad obliga a los agricultores a buscar soluciones a los efectos que causa esta práctica por la competencia de luz, agua y nutrientes. Es por ello que se debe tener plantas uniformes con mejores características fisiológicas bien definidas. Una práctica que permiten lograr esto es el manejo de siembras en viveros para producir meristemas. El costo de manejo es igual o menor, ya que con esta actividad se ahorra de 8 a 10 semanas de manejo en el campo definitivo y a su vez, se tiene un mejor control de plagas, enfermedades y malezas, evitando tener que controlarlas en un área mayor por dos meses de vida.

Es indispensable determinar que método, o bajo que condición de sombreado es más eficiente llevar a cabo el vivero para estandarizar y generar información que ayude a documentar sobre la práctica de meristemas en fase de vivero y presentarlo a los agricultores de plátano (USAID-RED, 2007).

También es necesaria la implementación de esta práctica debido a los cambios de precio en el mercado internacional y las exigencias de las empresas transnacionales por historiales de exceso y demanda de fruta en determinadas épocas del año, ahora las empresas exigen a los agricultores una siembra programada, la misma viene a encajar con la práctica de meristemas en fase de vivero. Por tal motivo se pretende evaluar siete tratamientos de sombreado, (sarán, agribon, sol y sombra natural), estas funcionarían como un invernadero, en donde las plantas son beneficiadas por luz, aire y calor, permitiendo que las plantas sigan creciendo (PGI-Bonlam, 2010).

El vivero con sombreado puede mejorar el control de plagas, regula la temperatura, humedad y distribución de agua. Además se puede controlar el ambiente en que crecen las plántulas, ayuda a mantener el calor necesario para plantas tropicales.

Ayuda a mantener alejados a los animales, y esto promueve la buena salud de las plantas y lleva a maximizar la producción y reducir la radiación solar, mejoran el microclima de las plantas e impide los daños causados por la radiación solar, se utilizan como protectores solares en algunas plantaciones frutales ya que evita el golpe de sol y regula el paso de aire dentro del área a utilizar (IICA, 2005).

Es importante considerar que el agrípon es una barrera física que impide el acceso de insectos que pueden dañar el cultivo, incluyendo aquellos que le pueden transmitir enfermedades virósas, protege al cultivo contra los cambios de temperatura y la lluvia por ser una cubierta flotante de polipropileno, ultraligera y resistente que, sin interferir con el crecimiento de las plantas, permite paso de luz solar en un 80 por ciento, el aire y el agua (PGI-Bonlam, 2010).

De igual manera el sarán se utiliza como protector solar, este evita el golpe directo de los rayos solares, protegiendo las plántulas, funciona como un efecto mitigador en los niveles de temperatura para el interior de los invernaderos. El mismo se utiliza como una pantalla de sombreado interno (Polyproductos de Guatemala S.A; Saran, 2007).

Es importante determinar que condición de sombreado favorece las condiciones fisiológicas y acelera el proceso de producción de los meristemas en menor tiempo, es necesario conocer para implementar esta práctica, aunque recomienda una sombra hasta 50 por ciento, a pesar de que los viveros pueden estar a pleno sol (Carrillo Villatoro, 2004).

La diferencia radica en que un vivero sin sombra necesitará más cuidado en el manejo de agua, el mismo necesitara mayor cantidad en la germinación. También retarda el proceso de desarrollo comparado con otra condición de sombreado ya que en esta va haber menor evapotranspiración, mayor retención de humedad, menos estrés hídrico en las plántulas y en época de invierno se evita la perdida de sustrato por erosión hídrica (J. M. Toledo, 2014).

IV. OBJETIVOS

4.1 General:

Comparar siete diferentes porcentajes de sombreado en fase de vivero de plátano (*Musa paradisiaca*), utilizando (sol natural, sombra natural, agribon 20%, sarán 30, 55 y 95%, agribon 20% + sarán 30%). En el municipio de La Blanca, San Marcos.

4.2 Específicos:

- Determinar qué tipo de sombreado estimula mayor altura de los meristemos en fase de vivero.
- Determinar bajo qué tipo de sombreado se obtiene mayor diámetro del pseudotallo en la fase de vivero.
- Cuantificar qué tipo de sombreado estimula mayor número de hojas de los meristemos en fase de vivero.
- Evaluar qué tipo de sombreado desarrolla mayor volumen de raíces de los meristemos en fase de vivero.
- Establecer bajo qué condición de sombreado se obtiene la menor cantidad de tiempo para obtener plantas aptas para siembra definitiva en fase de vivero, relacionado con temperatura (tiempo térmico).
- Determinar la relación beneficio-costo de los diferentes tipos de sombreado.

V. HIPOTESIS

5.1 Ha. Al menos uno de los diferentes porcentajes de sombreado en fase de vivero mostrara diferencia estadística significativa en cuanto a altura de la plántula.

5.2 Ha. Al menos uno de los diferentes porcentajes de sombreado en fase de vivero mostrara diferencia estadística significativa en cuanto a diámetro del pseudotallo.

5.3 Ha. Al menos uno de los diferentes porcentajes de sombreado en fase de vivero mostrara diferencia estadística significativa en cuanto a número de hojas verdaderas.

5.4 Ha. Al menos uno de los diferentes porcentajes de sombreado en fase de vivero mostrara diferencia estadística significativa en cuanto a volumen de raíces.

5.5 Ha. Al menos uno de los diferentes porcentajes de sombreado en fase de vivero mostrara diferencia significativa en cuanto a días a siembra definitiva (tiempo térmico).

5.6 Ha. Al menos uno de los diferentes porcentajes de sombreado en fase de vivero mostrara diferencia significativa en cuanto a costos/beneficio.

VI. METODOLOGIA

6.1 Localización

La investigación se desarrolló en el municipio de La Blanca, San Marcos. Se encuentra limitado por el río Naranjo al oeste y el zanjón Pacayá al este. Al norte, colinda con la finca Manchuria y al sur con el caserío Almendrales, se ubica desde la ciudad de Guatemala rumbo sur por la carretera CA-9 que va al puerto de San José en el Pacífico, en su km. 58 entronca con la carretera CA-2. Por la misma hacia el oeste 176 km. En el km. 234, donde se toma en dirección este, que 20 km. más adelante llega al centro urbano. Total 254 km. Se ubica a 15 msnm, latitud. 14°34'48", longitud. 92°08'42" (Salazar, 2004).

6.1.1 Características agroclimáticas: El clima del área es cálido, la temperatura promedio anual es de 28°C, con máximas promedio de 36°C y mínimas promedio de 20°C. La precipitación media anual es de 1,303.5 mm, con dos estaciones bien definidas, la época de lluvia va de mayo a noviembre y la época seca de diciembre a abril, siendo la humedad relativa promedio anual de 74% (Salazar, 2004).

6.1.2 Zonas de vida: Basado en el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (1982), El municipio de La Blanca se ubica dentro de la zona de vida correspondiente a un bosque húmedo subtropical cálido, bh-S(c).

6.1.3 Tipos de suelo: En esta región se observan suelos desarrollados sobre aluviones cuaternarios, pertenecientes a la división fisiográfica de suelos del pacífico. Los suelos predominantes corresponden a la serie Tiquisate. Son suelos profundos, con textura mediana, francos, franco-limosos y en algunos casos franco-arenosos. Las clases agrologicas predominantes son la I y III. El color de los suelos varía de gris a pardo en seco y de pardo grisáceo a pardo oscuro en húmedo (Simmons, Tarano, & JH., 1959).

6.1.4 Recursos hídricos: Las fuentes de agua más importantes de la zona son el río Naranjo y el zanjón Pacayá (río Tilapa).

En el río Naranjo se localiza la presa del sistema de riego que funciona por gravedad, en terrenos de la hacienda El Prado, Pajapita, San Marcos (Salazar, 2004).

6.2 Material experimental

Se utilizaron cormos de plátano variedad Currare Enano o Chifle, familia: Musaceae; Especie: *Musa x paradisiaca* L. Esta variedad se caracteriza por ser precoz, de porte bajo y grueso, resistente a los vientos fuertes; es más rendidor, alcanzando en promedio 60 unidades por racimo (máximo 70, mínimo 50), esto lo hace muy aceptado para exportación; además es susceptible a malas condiciones de manejo tales como falta de agua y fertilización (Buenas tareas, 2013).

6.3 Descripción de los tratamientos

Cuadro 2. Diferentes tipos de sombreado a utilizar en fase de vivero.

Tratamientos	Descripción
T1	Sarán 30%
T2	Sarán 55%
T3	Sarán 95%
T4	Agribon 20%
T5	Agribon 20% + Sarán 30%
T6	Sol Natural
T7	Sombra Natural

Fuente: Alfaro, (2014)

6.4 Factores a estudiar

6.4.1 Porcentajes o Niveles de sombra

Medir los porcentajes de luz de cada uno de los tratamientos:

6.4.1.1 Sarán 30, 55 y 95%: Malla sombra color negro fabricado con hilo monofilamento y cinta plana de polipropileno que se utiliza como protector solar en algunas plantaciones frutales, evita el golpe directo de los rayos solares, protegiendo a las plantas o fruta. Funciona también con un efecto mitigador en los niveles de temperatura para el interior de los invernaderos. Por lo que se utiliza como una pantalla de sombreado interno, con lo que se consigue disminuir la temperatura interna y el exceso de radiación solar en determinadas épocas del año (Polyproductos de Guatemala S.A; Saran, 2007).

6.4.1.2 Agribon: Es una tecnología que protege el cultivo y ofrece al agricultor seguridad, oportunidad y productividad en su cosecha sin descuidar el medio ambiente. Es producto durable y protector, el agribon es una cubierta flotante de polipropileno, ultraligera y resistente que, sin interferir con el crecimiento de las plantas, permite el paso de la luz solar, el aire y el agua. Por sus características, crea un efecto microclima, el cual conserva mayor humedad y temperatura bajo la cubierta, favoreciendo así el desarrollo del cultivo y logrando incrementos en calidad y rendimiento (PGI-Bonlam, 2010).

6.4.1.3 Sombra y Sol natural: Son dos condiciones de sombreado natural que van a ser medidas con un luxómetro, este es un medidor de precisión para medir la luz realmente recibida en un punto dado (lux) o foto candela, sirve para la medición de luz en la industria, la agricultura y la investigación, en el caso del sol natural se tomó como el 100% y la sombra natural resulto con promedio de 83% en base a las mediciones con el luxómetro.

6.4.1.4 Temperatura: La temperatura es el factor más importante que induce el desarrollo de las plantas a través de sus fases, desde la emergencia hasta la floración y la madurez. El desarrollo puede ocurrir dentro de un cierto rango de temperaturas; por debajo de 0°C hace demasiado frío para el desarrollo de la mayor parte de las variedades y por encima de 30°C hace demasiado calor. A medida que la temperatura media aumenta dentro de estos puntos (conocidos como la temperatura base y la temperatura óptima, respectivamente) el desarrollo se acelera. Sin embargo, el crecimiento o aumento de tamaño, no sigue necesariamente estas reglas porque también entra en juego la radiación solar y con temperaturas por encima de la óptima el desarrollo se desacelera (Rawson, 2001).

6.4.1.5 Tiempo térmico: Cada fase de desarrollo requiere un mínimo de acumulación de temperatura para llegar a su término y que la plántula pueda pasar a la fase siguiente. En efecto, la planta "mide" la temperatura cada día y agrega el promedio de ese día a un total requerido para esa fase. Este total se llama tiempo térmico o suma de calor y las unidades térmicas son grados/días (°Cd). Se puede calcular sumando las temperaturas medias de cada día durante la fase en cuestión. La temperatura media es: $(\text{máxima} + \text{mínima})/2$. Por lo tanto, si en un determinado día hubo una máxima de 35 °C y una mínima de 15 °C, la media será de 25°C $[(35+15)/2]$ y la suma de calor para ese día será de 25°Cd (Rawson, 2001).

6.5 Diseño Experimental

El diseño experimental que se utilizó para el análisis de la información es bloques completos al azar. El total de tratamientos es de siete, con cuatro bloques o repeticiones, un total de veintiocho unidades experimentales, cada unidad experimental consta de 40 plantas.

6.6 Modelo Estadístico

$$Y_{ij} = U + b_i + t_j + e_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Es la Variable de respuesta asociada al ij tratamiento.

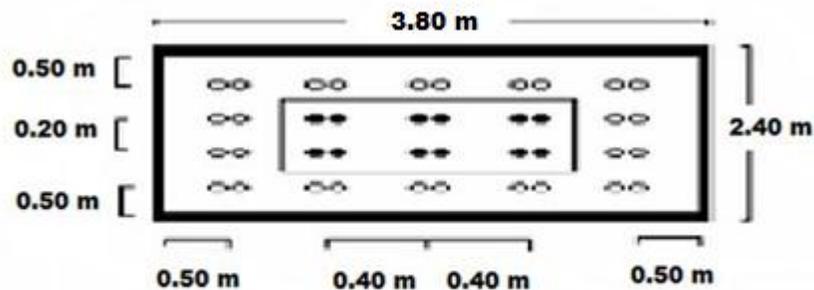
U = efecto media general.

B_i = efecto i -ésimo bloque.

T_j = efecto del j -ésimo por tratamiento.

E_{ij} = error asociado al i -ésimo bloque del j -ésimo tratamiento.

6.7 Unidad Experimental



Referencias:

- Bolsa unidad experimental neta
- Bolsa unidad experimental bruta

Figura No. 1 unidad experimental total. Cada unidad experimental total estuvo compuesta de 40 plantas cultivadas en bolsas de polietileno de 8 X 8 pulgadas, con agujeros, rellenas con su respectivo sustrato.

Por la distribución de las bolsas, se evaluaron por medio de un muestreo sistemático (m.s.) para evitar errores por efecto de borde como, competencia de luz entre cada unidad experimental, por temperatura por traslape de hojas, porcentaje de humedad, etc. El distanciamiento que se utilizó fue de 0.20 metros de ancho y 0.40 metros de largo entre pares de bolsa de cada unidad experimental y 0.5 metros entre cada unidad experimental, haciendo un espacio total de 9.12 metros cuadrados.

6.8 Croquis de campo

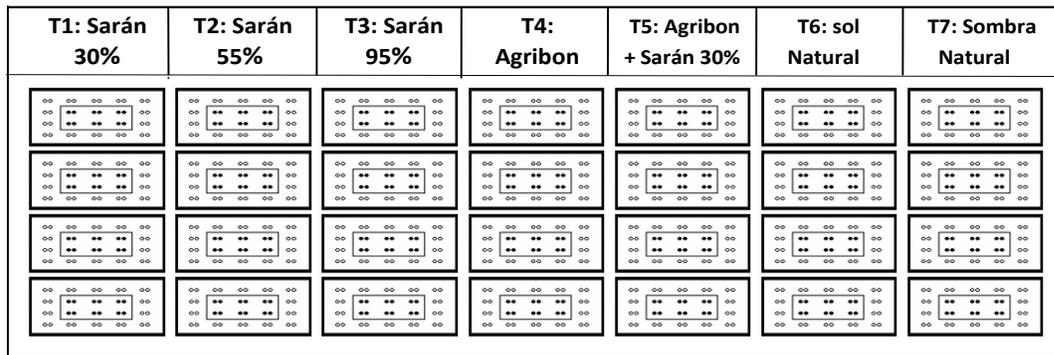


Figura No. 2 Croquis de campo - 28 U.E. El área total de la investigación estuvo compuesta por veintiocho unidades experimentales distribuidas al azar, cada unidad experimental compuesta por 40 plantas, haciendo un total de 1,120 plantas.

6.9 Manejo del Experimento

6.9.1 Materiales necesarios

- Cormos de 200 gr. a 300 gr.
- Bolsas plásticas de 8x8 pulgadas
- Tierra de vega textura franco arenosa
- Cascabillo de arroz
- Sacos para embolsar cebolla

6.9.2 Insumos

- Insecticida/nematicida (Oxamil)
- Fungicida/enraizador (Captan: (N – (triclorometil) ciclohex-4-eno –1,2 – dicarboximida/ácido indolebutyrico)
- Insecticida (Cipermetrina)
- Fertilizantes granulados 18-46-0 y urea 46-0-0

6.9.3 Preparación de la mezcla de tierra

La mezcla se preparó en relación 3 a 1 predominando la tierra de vega de río 75% y se aplicó un 25% de sustrato orgánico del tipo que se quiera utilizar, en este caso se utilizó cascabillo de arroz y se mezcla uniformemente, ya que este sustrato mejora al drenaje del vivero.

6.9.4 Pelado de los cormos

Los cormos se extrajeron de un área en producción y se trasladaron al lugar donde se instaló el vivero. Se procedió a pelarlos, eliminando toda la tierra y las raíces con un machete. Esto permitió examinar el estado de los cormos y tener la seguridad que estuvieran libres de picudo (*Cosmopolites sordidus*). Luego se clasificaron por peso entre 200 g. - 300 g. y se desinfectaron.

6.9.5 Desinfección de los cormos

Para la desinfección de los cormos se utilizó equipo de protección adecuado para protegerse de la contaminación química. Luego se colocaron en sacos cebolleros de plástico. En una solución de fungicida/enraizador (Captan: (N – (triclorometiltio) ciclohex-4-eno –1,2 – dicarboximida/ácido indolebutyrico) y un Insecticida/nematicida (Oxamil), sumergiéndolos durante 10 minutos.

6.9.6 Siembra de los cormos en bolsas

Se rellenó un tercio (1/3) de la bolsa con el sustrato o suelo preparado, se añadieron a la bolsa 5 g. de la mezcla 18-46-0 más urea y se cubrió con más tierra el fertilizante para evitar quemaduras a los cormos.

Se golpeó suavemente a la bolsa para evitar que queden cámaras de aire. Se añadió más tierra y se colocaron los cormos ya curados dentro de la bolsa, terminando de llenar hasta que quedaran a rostro con la punta de crecimiento.

6.9.7 Tipos de vivero

Una vez sembrados los cormos, se colocaron en el área destinada para el vivero. Esta se dividió en siete diferentes condiciones, bajo sombra natural, sol natural, casas de sombra con sarán (30-55 y 95%) y agribon 20%.

Se colocaron las bolsas en líneas de dos plantas para facilitar las labores de manejo de la planta, que incluye fertilización, control de malezas, riego y clasificación después de germinar. Las líneas de 2 bolsas se colocaron separadas a 0.20 metros entre largo y ancho, para que facilitara el manejo. Se necesitaron 9.12 metros cuadrados para cada tratamiento o sombreado (160 plántulas).

6.9.8 Manejo del agua

El manejo del agua es el punto crítico en el proceso de un vivero de plátano. Por lo que se suministró una adecuada humedad sin llegar a saturación ya que esto provocaría el ahogamiento de las raíces de la planta.

Se hicieron riegos diariamente con un sistema de micro aspersion (MINI-WOBBLER), suaves y revisando constantemente la humedad del medio (ver figura 21).

Para viveros con sombra, la frecuencia de riego puede variar entre un riego al día hasta un riego día de por medio. Los viveros al sol generalmente necesitan dos riegos diarios en climas extremas.

6.9.9 Fertilización

Durante el tiempo que duraron las plántulas en el vivero se fertilizó por medio de fertiriego, diluido semanalmente a cada bolsa a partir de la primera semana utilizando 8 kg. De fertilizante 20-20-0 (N, P) y 9 kg. De Fertilizante Triple 15, (N, P, K). Se complementó con dos aplicaciones de fertilizante foliar liquido en las semanas 4 y 8 de edad (ver cuadros 3 y 4).

Cuadro 3. Programa de fertirrigación semanal con aplicaciones de 45 minutos de duración.

Semana	Producto	Dosis
1	20-20-0	1 kg/semana
2	20-20-0	1 kg/semana
3	20-20-0	2 kg/semana
4	20-20-0	2 kg/semana
5	20-20-0	2 kg/semana
6	15-15-15	3 kg/semana
7	15-15-15	3 kg/semana
8	15-15-15	3 kg/semana

Fuente: Alfaro, (2014).

Cuadro 4. Fertilizante foliar

Composición química	% P / V
Nitrógeno	15 %
Fosforo	8 %
Potasio	6 %
Zinc	3 %
Cobre	0.5 %
Manganeso	0.5 %
Boro	0.1 %
Magnesio	0.25 %

Fuente: Alfaro, (2014).

6.9.10 Manejo de plantas en el vivero

Después de la germinación de las plantas se procedió a colocarlas uniformemente para que no sufrieran caída en la doble hilera al cuadro, y para facilitar su manejo, también para evitar la competencia entre plantas dentro del vivero.

6.9.11 Trasplante

Las plantas se llevan al campo clasificadas por diámetro de tallo y en cestas plásticas para evitar dañar el meristemo. El suelo debe estar regado a capacidad de campo. En la siembra se puede usar la solución arrancadora para reducir estrés del trasplante y lograr pega más rápida.

6.10 Variables de Respuesta

6.10.1 Altura de la plántula: Esta variable se comenzó a medir cuando las plántulas cumplieron cuatro semanas en fase de vivero.

La toma de datos se efectuó a cada dos semanas hasta que se cumplieron las diez semanas, utilizando cinta métrica. La medición se realizó desde la base del pseudotallo de las plántulas hasta la bifurcación en V de las últimas dos hojas, tomando como referencia que la altura optima debe ser de 25 cm.

6.10.2 Diámetro del pseudotallo: El diámetro basal de las plántulas de plátano, se midió una vez cumplidas las cuatro semanas en fase de vivero. Este diámetro se evaluó 2 centímetro arriba de la base del pseudotallo de las plántulas, con un calibrador tipo vernier. La toma de datos se efectuó a cada dos semanas hasta que las plántulas cumplieron diez semanas, tomando como referencia que el diámetro optimo es de 2.5 cm.

6.10.3 Número de hojas verdaderas: Una vez que las plántulas cumplieron cuatro semanas en vivero, se comenzó a realizar el conteo del número de hojas que las plántulas emitieron semanalmente. El método de medición es cuando las plántulas presentan cinco hojas verdaderas en el vivero, se anotó el número de semanas que fueron necesarios para alcanzar esta variable.

6.10.4 Volumen de raíz: Cuando las plántulas alcanzaron las diez semanas se procedió a medir el volumen de las raíces con la ayuda de una probeta y agua, sumergiendo las raíces de las plántulas seleccionadas en la probeta con agua y así se conoció el volumen alcanzado por las mismas.

6.10.5 Días a siembra definitiva: una vez terminada la fase del vivero se procedió a verificar la toma de datos semanal para determinar que plántulas llegaron a su punto óptimo en menos tiempo (semanas), tomando como referencia las temperaturas media, optima del cultivo y el crecimiento vegetal para obtener el tiempo térmico.

6.10.6 Costos/beneficio: una vez terminada la fase de vivero se realizó una tabla de costos por cada tratamiento comparado con los resultados estadísticos y se hizo el análisis respectivo.

6.11 Análisis de la Información

6.11.1 Análisis Estadístico

Con los resultados que se obtuvieron en el experimento se procedió a efectuar un análisis de varianza (ANDEVA) para los siete tratamientos, asimismo se utilizó la prueba de Tukey para los tratamientos que presentaron diferencia significativa.

6.11.2 Análisis Económico

El análisis económico se realizó sobre la base de producir 2,400 plántulas de plátano por vivero, y se tomaron los precios actuales de cada uno de los materiales y mano de obra a utilizar en la misma. La estimación se realizó asumiendo que todos los materiales necesarios para la construcción del vivero se utilizaran en seis ciclos.

Los parámetros económicos analizados serán los siguientes:

- Costos Unitarios Promedios

$$\text{CUP} = \frac{\text{CT}}{\text{Producción}}$$

- Ingresos Netos

$$\text{IN} = \text{IT} - \text{CT}$$

- Rentabilidad

$$\% \text{ de Rentabilidad} = \frac{\text{IT} - \text{CT} \times 100}{\text{CT}} \times 100$$

Dónde:

IT = Ingreso total

CT = Costo Total

VII. RESULTADOS Y DISCUSION

Para verificar si existió diferencia significativa entre los tratamientos, se procedió a realizar un análisis de varianza para las variables de respuestas evaluadas en la presente investigación, las cuales fueron, altura de plántulas, diámetro del pseudotallo, número de hojas verdaderas, donde se tomaron datos a las cuatro, seis, ocho y diez semanas después de iniciado el experimento, y la densidad del sistema radicular, a esta última se le tomaron datos al final de la evaluación.

En los cuadros siguientes de los resultados que se anexan, también hay que considerar que en base a que las cuatro diferentes variables de respuesta presentan diferencia significativa, se procedió a realizar la prueba de tukey correspondiente a cada una.

Cabe hacer mención que también se presenta los cuadros del porcentaje de germinación por tratamiento, comportamiento semanal del desarrollo de las variables y el de días a siembra definitiva.

7.1 Altura de plántulas

Los resultados obtenidos en la investigación, para la variable altura de plántulas de plátano se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Altura de plántulas (cm) de plátano (*Musa paradisiaca*), fase de vivero, La Blanca, San Marcos.

<i>Tratamiento</i>	<i>Bloque-I</i>	<i>Bloque-II</i>	<i>Bloque-III</i>	<i>Bloque-IV</i>	\bar{X}
T-1 (Sarán 30%)	8.00	17.33	12.92	19.50	14.44
T-2 (sarán 55%)	29.50	27.67	26.75	30.17	28.52
T-3 (sarán 95%)	41.83	39.17	39.00	37.42	39.35
T-4 (Agribon)	14.67	12.83	19.25	22.92	17.42
T-5 (Agribon+sarán30%)	28.75	20.00	19.58	25.83	23.54
T-6 (Sol Natural)	14.42	11.00	14.67	15.00	13.77
T-7 (Sombra Natural)	29.92	26.83	26.00	27.42	27.54

Fuente: Alfaro, (2015).

Se puede apreciar que el tratamiento tres fue donde se presentó una mayor altura de plántula, consistente en la utilización de sombra de Sarán al 95% alcanzando 39.35 centímetros. Este dato se encuentra por encima de la altura óptima, para plántulas en vivero, el cual para las 8 o 10 semanas es de aproximadamente 25 cm; por lo que se puede considerar como adecuado ya que a las seis semanas alcanzo en promedio la altura optima por lo que con este tratamiento estamos ahorrando de dos a cuatro semana de manejo en el vivero.

Los otros tratamientos que superaron este valor óptimo de altura fueron el dos y el siete; consistentes en el uso de sombra de Sarán al 55% y cuando se usa sombra natural, respectivamente. Para este caso; serían dos opciones más a elegir; tomándose finalmente la decisión sobre el uso de sombra que resulte más económica.

Para establecer que la diferencia observada es significativa se realizó un análisis de varianza para esta variable, el cual se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 6. Análisis de varianza, para la Altura de plántulas de plátano (*Musa paradisiaca*) medida en centímetros, en fase de vivero, La Blanca, San Marcos.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calc.	P > f 5%
Tratamientos	6	2026.794922	337.799164	31.9976	0.000 *
Bloques	3	47.084961	15.694987	1.4867	0.251 ns
Error	18	190.026367	10.557020		
Total	27	2263.906250	-----		

C. V. = 13.81 %

Fuente: Alfaro, (2015).

Se puede ver que el análisis de varianza mostró que si existe diferencia estadística significativa para los diferentes tratamientos evaluados, utilizando un 5% de significancia. Al menos un tratamiento es diferente.

Gráficamente se muestran los valores en la siguiente figura.

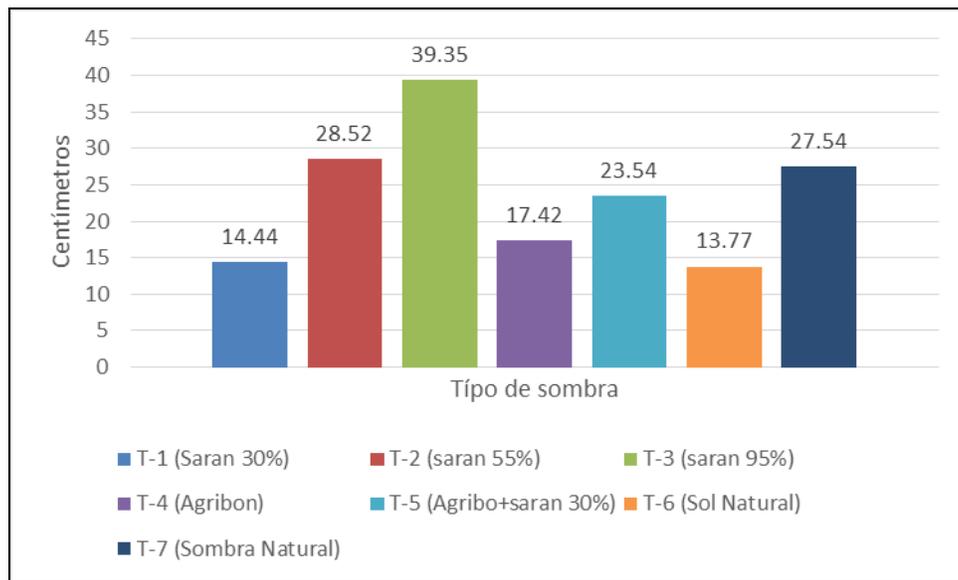


Figura 3. Altura de plántulas de plátano (*Musa paradisiaca*), medida en centímetros, en fase de vivero, La Blanca, San Marcos.

Fuente: Alfaro, (2015).

Acá se puede ver la diferencia marcada del efecto del sarán al 95%, sobre los demás tratamientos. También de calidad similar el sarán al 55% y sombra natural.

Se realizó una prueba múltiple de promedios, para establecer exactamente cuál fue el mejor tratamiento, como se muestra en el cuadro 7.

Cuadro 7. Prueba de Tukey al 5%, para la Altura de plántulas de plátano (*Musa paradisiaca*), medida en centímetros, en fase de vivero, La Blanca, San Marcos.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	
T-3 (sarán 95%)	39.35	A
T-2 (sarán 55%)	28.5224	B
T-7 (Sombra Natural)	27.5425	B
T-5 (Agribo+saran 30%)	23.5400	B
T-4 (Agribon)	17.4175	C
T-1 (Sarán 30%)	14.4375	C
T-6 (Sol Natural)	13.7725	C

Alfa =5% Tukey = 7.5868

Fuente: Alfaro, (2015).

Se confirma que el mejor tratamiento fue el uso de Sarán al 95%; también con buen resultado está el Sarán al 55% y la Sombra natural; los tres superan el valor óptimo para la altura de plántulas en fase de vivero que es de 25 centímetros.

Según Morgan y Smith (1979), el alargamiento del tallo se debe a la función de una proteína llamada fitocromo ya que esta permite a las plantas detectar la sombra, por lo que muestran esta respuesta para evitar la misma, en otras palabras la planta utiliza la mayor parte de sus recursos a crecer en altura para buscar una mayor parte de luz fotosintética activa a lo que también se le conoce como fototropismo (crecimiento en respuesta a la luz que es expresada en los meristemas de crecimiento y asegura que las hojas reciban la luz del sol óptima para el proceso de fotosíntesis), lo cual compararlos concuerda con nuestros resultados.

7.2 Diámetro de pseudotallo

La siguiente variable estudiada fue el diámetro del pseudotallo; la cual se midió a las cuatro, seis, ocho y diez semanas de sembradas las plántulas de plátano, a una altura de dos centímetros de la base de este. Los datos se presentan en el cuadro 08.

Cuadro 8. Diámetro de Pseudotallo de plántulas de plátano (*Musa paradisiaca*), medida en centímetros en fase de vivero La Blanca, San Marcos.

<i>Tratamiento</i>	<i>R-I</i>	<i>R-II</i>	<i>R-III</i>	<i>R-IV</i>	\bar{x}
T-1 (Sarán 30%)	1.10	2.48	1.83	2.60	2.00
T-2 (sarán 55%)	3.54	3.48	3.43	3.63	3.52
T-3 (sarán 95%)	4.09	3.69	3.69	3.60	3.77
T-4 (Agribon)	2.07	1.87	2.49	2.80	2.31
T-5 (Agribo+saran 30%)	3.43	2.84	2.57	3.14	2.99
T-6 (Sol Natural)	2.35	1.42	2.08	2.26	2.03
T-7 (Sombra Natural)	3.38	3.30	3.00	3.31	3.25

Fuente: Alfaro, (2015).

La variable diámetro de pseudotallo tiene un valor óptimo en fase de vivero de 2.5 centímetros como mínimo. Los datos del cuadro 08, muestran que los tratamientos de sarán 55%, sarán 95%, agribon+sarán 30% y sombra natural; superan en promedio, éste valor. Hay que considerar que en esta variable hay cuatro tratamientos que llegaron al parámetro óptimo en cuatros semanas de vivero, estas son sarán 55%, sarán 95%, sombra natural (ver cuadro 18).

Se realizó un análisis de varianza para determinar el mejor tratamiento, y se presenta en el cuadro 09.

Cuadro 9. Análisis de varianza, para el Diámetro de Pseudotallo (cm) de plántulas de plátano (*Musa paradisiaca*), en fase de vivero La Blanca, San Marcos.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calc.	P > f 5%
Tratamientos	6	12.631363	2.105227	14.2268	0.000 *
Bloques	3	0.485962	0.161987	1.0947	0.378 ns
Error	18	2.663574	0.147976		
Total	27	15.780899	-----		

C. V. = 13.55 %

Fuente: Alfaro, (2015).

El análisis de varianza muestra que también existe diferencia estadística significativa al 5%; esto significa que al menos uno de los tratamientos produce un efecto diferente en el diámetro de las plántulas de plátano. Para identificarlo se realizó la prueba múltiple de promedios, como se presenta en el cuadro 10.

Cuadro 10. Prueba de Tukey al 5%, para el Diámetro de Pseudotallo (cm) de plántulas de plátano (*Musa paradisiaca*), en fase de vivero La Blanca, San Marcos.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	
T-3 (sarán 95%)	3.7670	A
T-2 (sarán 55%)	3.5200	A
T-7 (Sombra Natural)	3.2470	A
T-5 (Agribo+saran 30%)	2.9950	A
T-4 (Agribon)	2.3070	B
T-6 (Sol Natural)	2.0270	B
T-1 (Sarán 30%)	2.0020	B

Alfa =5% Tukey = 0.8982

Fuente: Alfaro, (2015).

Para el diámetro de pseudotallo, la prueba de promedios indica que existen efectos iguales estadísticamente para los tratamientos siguientes: Sarán 95%, sarán 55%, Sombra natural y Agribon+sarán 30%. De éstos se podrá elegir el que sea más accesible o de menor costo, cuando se deseen producir plántulas de plátano en fase de vivero.

Gráficamente, se muestra la información de la variable en mención, en la figura 4.

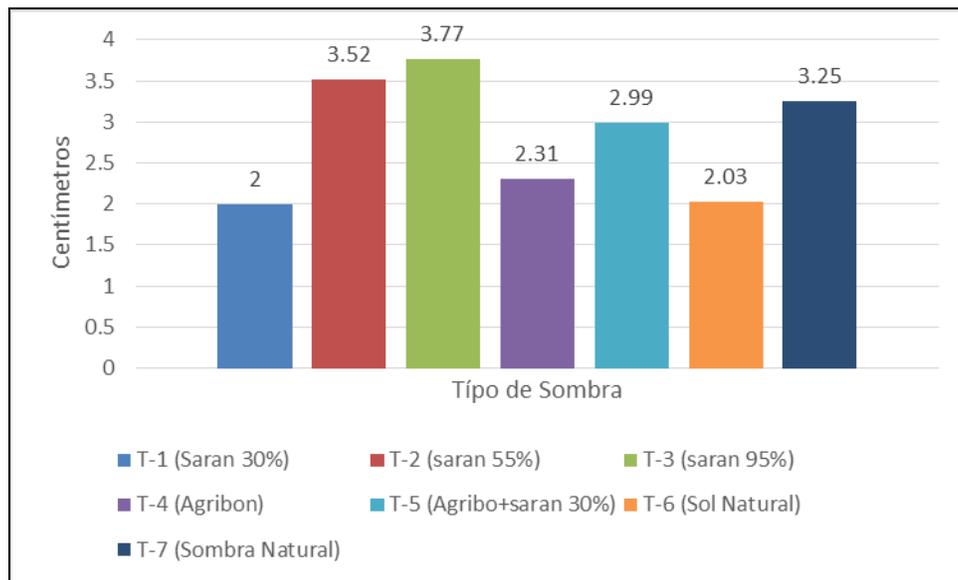


Figura 4. Diámetro de pseudotallo de plántulas de plátano (*Musa paradisiaca*), en fase de vivero, La Blanca, San Marcos.

Fuente: Alfaro, (2015).

Se puede ver en el gráfico que los dos mayores diámetros en promedio ocurrieron al utilizarse Sarán al 95% y sarán al 55%. Los tratamientos que pudieran utilizarse, eventualmente serán aquellos en los que se observe un valor mayor a 2.5 centímetros y que tengan la edad menor posible que al relacionarse con las otras variables las plántulas estén en condiciones óptimas para llevarlas al campo definitivo.

Según Taiz y Zeiger (2006), el diámetro del pseudotallo está influenciado por el crecimiento o elongación del mismo, ya que la planta utiliza la mayor parte de sus recursos en función al fototropismo, también va de la mano de la formación de hojas ya que el plátano es una planta herbácea con un tallo verdadero denominado cormo, con ramificación monopódica.

El meristemo terminal del tallo produce hojas que poseen basalmente una vaina, las hojas aparecen dispuestas en forma helicoidal e imbricada conformando el pseudotallo, el cual es cilíndrico, recto y rígido. Por lo que aquí se pierde la teoría que a mayor longitud del tallo menor diámetro del mismo ya que a mejores condiciones o prevención de estrés, mayor altura, mayor formación de hojas por consiguiente mayor diámetro de pseudotallo.

7.3 Número de hojas verdaderas

Los resultados para la variable estudiada, número de hojas verdaderas de plántulas de plátano en fase de vivero, obtenidos de la fase de campo, en las 8 o 10 semanas de iniciado el estudio se presentan en el cuadro 11.

Cuadro 11. Número de hojas verdaderas en plántulas de plátano (*Musa paradisiaca*), medida, en vivero La Blanca, San Marcos.

<i>Tratamiento</i>	<i>R-I</i>	<i>R-II</i>	<i>R-III</i>	<i>R-IV</i>	\bar{x}
T-1 (Sarán 30%)	2.25	3.92	3.42	4.92	3.63
T-2 (sarán 55%)	6.17	6.17	5.58	6.17	6.02
T-3 (sarán 95%)	7.08	6.92	6.83	6.92	6.94
T-4 (Agribon)	2.92	2.5	3.58	4.17	3.29
T-5 (Agribo+saran30%)	5.92	4.50	4.83	5.75	5.25
T-6 (Sol Natural)	2.75	2.42	3.25	3.58	3.00
T-7 (Sombra Natural)	5.42	5.75	5.25	5.33	5.44

Fuente: Alfaro, (2015).

En el cuadro 11 se muestran los valores para el número de hojas verdaderas, en plántulas de plátano. Nuevamente los tratamientos serán al 95%, serán al 55%, sombra natural y agribon+saran al 30%, presentan valores por encima de 5, que es el valor óptimo para esta variable en esta fase de crecimiento, pero considerado que el único tratamiento que cumplió con el parámetro en menor tiempo (7 semanas) fue el de serán al 95% con promedio de 5.0 hojas verdaderas.

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza para determinar la significancia de los diferentes tratamientos. Esto se presenta en el cuadro 12.

Cuadro 12. Análisis de varianza, para el Número de hojas verdaderas, en plántulas de plátano (*Musa paradisiaca*), en fase de vivero, La Blanca, San Marcos.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calc.	P > f 5%
Tratamientos	6	54.237854	9.039642	27.4507	0.000 *
Bloques	3	2.062500	0.687500	2.0877	0.137 ns
Error	18	5.927490	0.329305		
Total	27	62.227844	-----		

C. V. = 11.96 %

Fuente: Alfaro, (2015).

El análisis de varianza mostró que en efecto los tratamientos si son diferentes estadísticamente; en tal sentido es necesario realizar la prueba múltiple de promedios, para poder identificar al mejor.

Cuadro 13. Prueba de Tukey al 5%, para el Número de hojas verdaderas, en plántulas de plátano (*Musa paradisiaca*), en fase de vivero, La Blanca, San Marcos.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	
T-3 (sarán 95%)	6.937	A
T-2 (sarán 55%)	6.022	A
T-7 (Sombra Natural)	5.437	B
T-5 (Agribo+saran 30%)	5.250	B
T-1 (Sarán 30%)	3.627	C
T-4 (Agribon)	3.292	C
T-6 (Sol Natural)	3.000	C

Alfa =5% Tukey = 1.3399

Fuente: Alfaro, (2015).

Para esta variable, los mejores porcentajes de sombra fueron, utilizar sarán al 95%, sarán al 55%. Con valores, siempre aceptables está el de sombra natural y el de agribon +saran al 30%; ya que están por encima de las 5 hojas verdaderas, suficientes para llevar a cabo el proceso fotosintético necesario a esa edad fenológica de la planta, también hay que considerar que se tiene que tener un buen control fitosanitario preventivo a base de insecticida piretroide porque se presentó problema de gusano soldado (*Spodoptera exigua*), el cual provoca perforaciones severas en las hojas nuevas ya que esta plaga se hospeda en el meristemo apical o punto de crecimiento foliar (ver figura 19 y 20).

Gráficamente, se presentan los resultados para la variable en la figura 5.

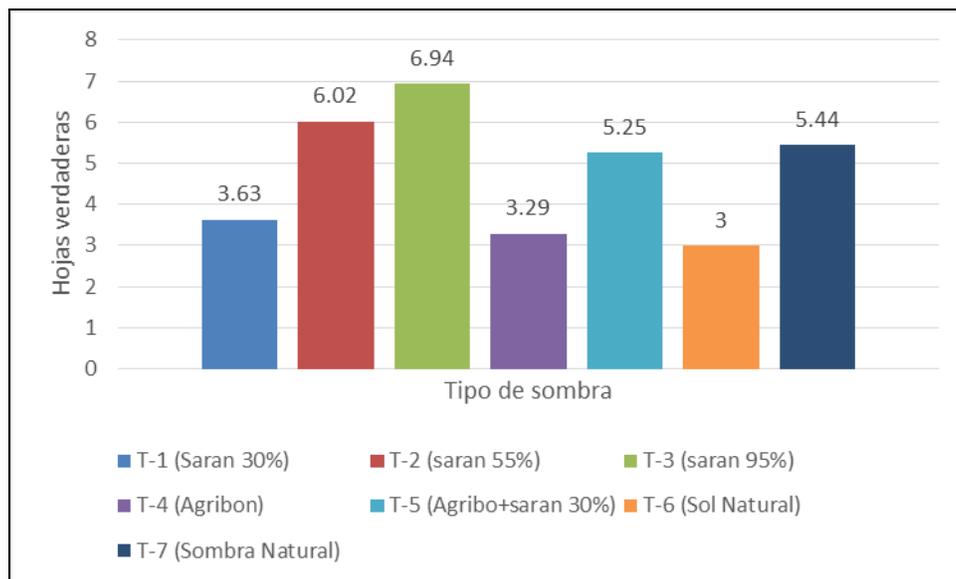


Figura 5. Número de hojas verdaderas de plántulas de plátano (*Musa paradisiaca*), en fase de vivero, La Blanca, San Marcos.

Fuente: Alfaro, (2015).

Según Taiz y Zeiger (2006), la reducción del área foliar se debe a la combinación de estrés hídrico, temperatura, choque térmico y calentamiento, ya que las células se encogen y las paredes celulares se relajan, esta reducción del volumen celular da lugar a una menor presión de turgencia y a la consiguiente concentración de los solutos en las células.

La membrana plasmática se hace cada vez más gruesa y comprimida porque cubre un área menor, como la pérdida de turgencia es el primer efecto biofísico significativo del estrés hídrico, las actividades que dependen de la turgencia como la expansión foliar son las más sensibles a esta condición, ya que sufren senescencia y abscisión. Las altas temperaturas también inhiben la fotosíntesis y la respiración por el cierre de los estomas, por lo que evitando estas condiciones desfavorables con los porcentajes de sombra adecuados se obtienen las características deseadas de las plantas en cuanto al número de hojas.

7.4 Volumen de Raíz

La variable volumen de raíz que es otra de interés para el presente estudio, se evaluó y determino el volumen que ocupa la raíz de las plántulas de 10 semanas de edad fenológica. Los datos obtenidos se presentan en el siguiente cuadro de resumen.

Cuadro 14. Volumen de raíz (cc) de plántulas de plátano (*Musa paradisiaca*), en vivero La Blanca, San Marcos.

<i>Tratamiento</i>	<i>Bloque-I</i>	<i>Bloque-II</i>	<i>Bloque-III</i>	<i>Bloque-IV</i>	\bar{x}
T-1 (Sarán 30%)	4.75	8.92	6.67	13.25	8.40
T-2 (sarán 55%)	22.92	31.08	20.50	33.17	26.92
T-3 (sarán 95%)	48.17	43.92	42.08	42.08	44.06
T-4 (Agribon)	11.83	12.33	13.00	18.67	13.96
T-5 (Agribo+saran 30%)	29.25	14.75	19.58	15.42	19.75
T-6 (Sol Natural)	19.83	7.50	8.42	16.83	13.15
T-7 (Sombra Natural)	36.58	35.58	28.42	40.00	35.15

Fuente: Alfaro, (2015).

En el cuadro se presentan volúmenes de raíces por planta, medido en centímetros cúbicos. Para este caso entre mayor es el volumen de raíces mejor efecto ha producido el porcentaje de sombreado en las plántulas del plátano.

El tratamiento con mayor volumen de raíces fue el de sarán al 95%, con un valor de 44.06 cc en promedio; el segundo valor fue el de sombra natural, con un valor de 35.15 cc; el resto estuvo por debajo de los 27 cc.

Se realizó un análisis de varianza para determinar el mejor tratamiento; cuyos resultados se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 15. Análisis de varianza, para el Volumen de raíz (cc) de plántulas de plátano (*Musa paradisiaca*), en vivero La Blanca, San Marcos.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Grados de Libertad</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F calc.</i>	<i>P > f 5%</i>
Tratamientos	6	4046.560547	672.760071	32.0280	0.000 *
Bloques	3	148.182617	49.394207	2.3515	0.106 ns
Error	18	378.096680	21.005371		
Total	27	4562.839844	-----		

C. V. = 19.88 %

Fuente: Alfaro, (2015).

Se puede ver que también existe diferencia estadística significativa para el volumen de raíces; esto indica que al menos un porcentaje de sombreado estimuló mejor el desarrollo de éstas. Para determinar con exactitud el mejor valor, se procedió a realizar el respectivo análisis de los promedios, cuyos resultados se presentan en el cuadro 16.

Cuadro 16. Prueba de Tukey al 5%, para el Volumen de raíz (cc) de plántulas de plátano (*Musa paradisiaca*), en vivero La Blanca, San Marcos.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	
T-3 (sarán 95%)	44.06	A
T-7 (Sombra Natural)	35.14	A
T-2 (sarán 55%)	26.91	B
T-5 (Agribo+saran 30%)	19.75	B
T-4 (Agribon)	13.95	C
T-6 (Sol Natural)	13.14	C
T-1 (Sarán 30%)	8.39	C

Alfa =5% Tukey = 10.7017

Fuente: Alfaro, (2015).

En el cuadro 16, se puede ver que dos tratamientos fueron los que mostraron estimular un mayor volumen de raíces en las plántulas de plátano en fase de vivero, éstas fueron el utilizar sarán al 95% y sombra natural.

Gráficamente, se presentan los resultados para la variable en la figura 6.

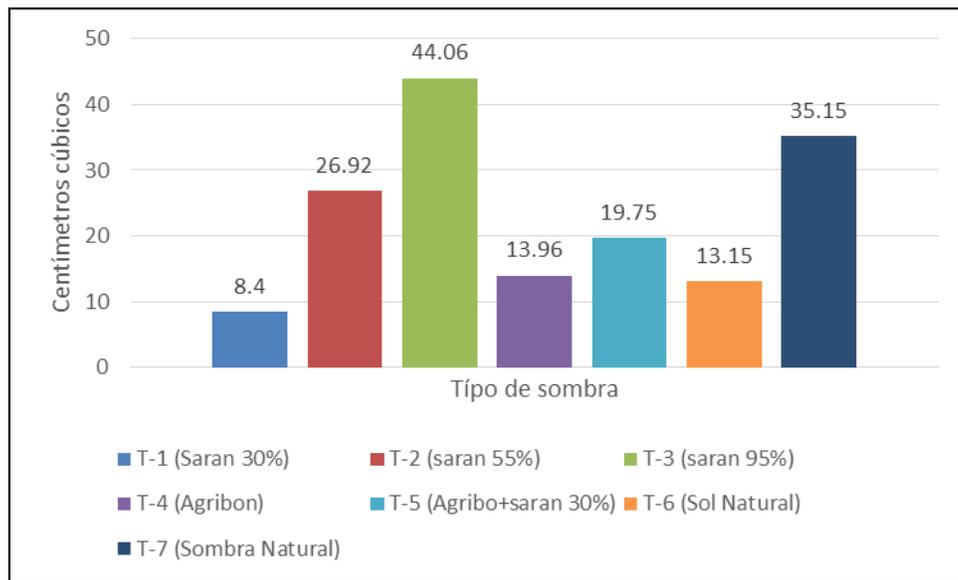


Figura 6. Volumen de raíces de plántulas de plátano (*Musa paradisiaca*), en fase de vivero, La Blanca, San Marcos.

Fuente: Alfaro, (2015).

En la figura 6, se puede ver gráficamente el volumen de raíces; resalta el tratamiento 3, correspondiente al uso del sarán al 95%, seguido del de sombra natural. Estos resultados están relacionados con el porcentaje de germinación, debido a que hay tratamientos que presentaron bajo porcentaje por lo que el promedio de la variable también tiende a bajar.

Según (Lincoln Taiz, 2006), el crecimiento de las raíces está dado por efectos fisiológicos de las auxinas y es en respuesta a la gravedad ya que permite que las raíces penetren en el suelo y que crezcan alejándose del tallo y esto es conocido como gravitropismo, estos efectos fisiológicos están relacionados a la combinación de condiciones favorables, altura, diámetro de pseudotallo, número de hojas.

7.5 Tiempo mínimo de desarrollo

El siguiente diagrama muestra el número mínimo de grados centígrados/día ($^{\circ}\text{Cd}$) necesario para la fase de desarrollo de las plántulas en fase de vivero, en donde el tratamiento que presento los mejores resultados fue el de sarán 95% ya que a la sexta semana en fase de vivero ya había cumplido con las variables de altura y diámetro, en cuanto al número de hojas verdaderas se necesitaron de siete semanas para cumplir con las condiciones adecuadas (5 hojas).

Para pasar de la emergencia a la semana 06 fueron necesarios 1,131 $^{\circ}\text{Cd}$. Del mismo modo, desde la siembra a la semana 07 fueron necesarios por lo menos 1,289 $^{\circ}\text{Cd}$, finalmente con un mínimo de 1,859 $^{\circ}\text{Cd}$ se logró llegar al tiempo de referencia de 10 semanas de fase de vivero.

Si se desea calcular para un determinado lugar cuantos son, aproximadamente, los días necesarios para obtener plántulas con los parámetros adecuados para la siembra definitiva, será necesario dividir la suma de calor dada en el diagrama por la temperatura media del lugar.

Por ejemplo, si la temperatura media es de 32°C , la fase de desarrollo tomará al menos 8 semanas ($1,859/32=58$ días). También en base a estos resultados es posible calcular cómo afectará el desarrollo un período de altas o bajas temperaturas (Rawson, 2001).

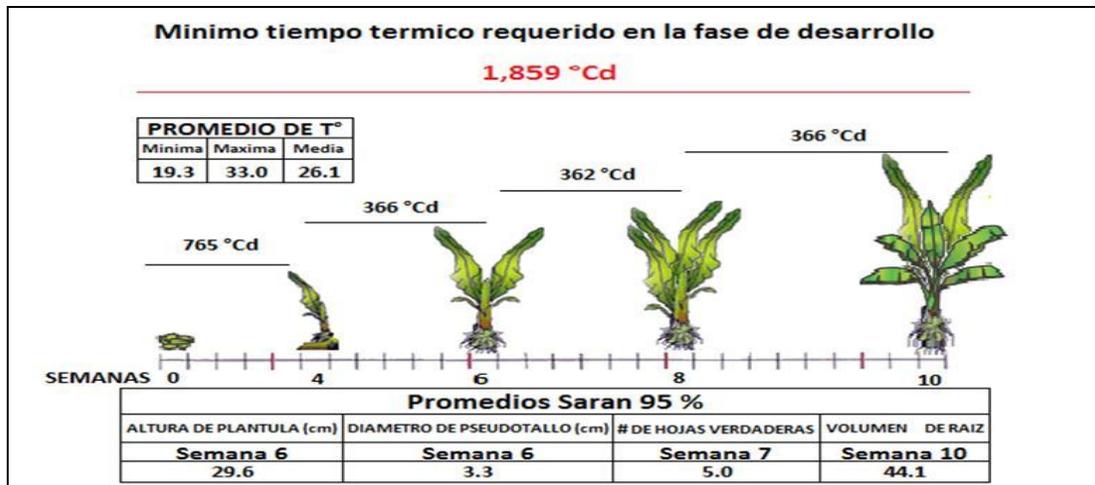


Figura 7. Diagrama fase de desarrollo relacionadas al tiempo térmico de plántulas de plátano (*Musa paradisiaca*), en fase de vivero, La Blanca, San Marcos.

Fuente: Alfaro, (2015).

7.6 Porcentaje de germinación

Complementariamente se tomó datos del porcentaje de germinación de la semilla de plátano (cormos), en fase de vivero; cuyos datos se presentan en la siguiente gráfica. Hay que considerar que este porcentaje se tomó como referencia el cien por ciento de las plántulas por tratamiento (160 plántulas).

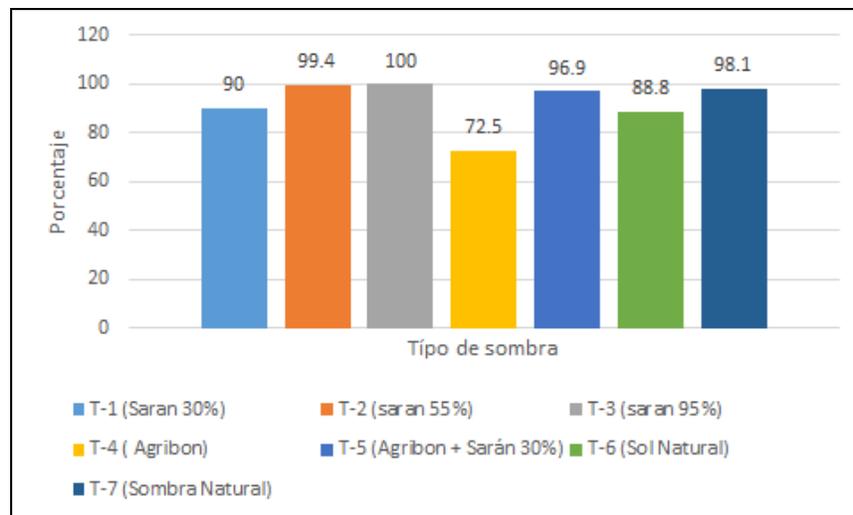


Figura 8. Porcentaje de germinación en la semilla (cormos) de plátano (*Musa paradisiaca*), utilizada en fase de vivero, La Blanca, San Marcos.

Fuente: Alfaro, (2015).

Se puede ver en la gráfica que al utilizar una sombra con sarán al 95%, se obtuvo un 100% de germinación en los cormos de plátano, seguido de sarán al 55%, con un valor de 99.4%.

El tratamiento que presentó menor porcentaje de germinación fue el de agribon con un 72.5% y esto se debió a que el porcentaje de sombra fue muy bajo (20%), esto hace que la temperatura aumente en el área por ser una casa sombra y con poca ventilación tomando como referencia que en sol natural hay cero porcentaje de sombra pero si hay ventilación, entonces esto causó ahogamiento de la semilla (cormo) lo que causó que bajara el número de plántulas germinadas.

7.7 Análisis económico

El análisis económico se realizó sobre la base de producir 2,400 plántulas de plátano por vivero, que es un número promedio de plantas por hectárea en campo definitivo, y se tomaron los precios actuales de cada uno de los materiales y mano de obra a utilizar en la misma. La estimación se realizó asumiendo que todos los materiales necesarios para la construcción del vivero se utilizaran en seis ciclos.

Los parámetros económicos analizados serán los siguientes:

Se realizó un análisis de Rentabilidad; para lo cual se presenta un resumen de Ingresos, Costos y Rentabilidad para cada tipo de sombra utilizado en la producción de plántulas de plátano en fase de vivero, La Blanca, San Marcos.

Para el cálculo de la rentabilidad se utilizó la siguiente fórmula:

$$R = \{ (I - C) / C \} * 100$$

Donde R, es el índice de Rentabilidad; I, es el ingreso por cada tratamiento; C, el costo total por cada tratamiento. Este índice es expresado en porcentaje.

Cuadro 17. Ingresos, Costos y Rentabilidad por cada tratamiento (tipo de sombra); en la producción de plántulas de plátano, en fase de vivero, La Blanca, San Marcos.

TRATAMIENTO	INGRESOS "Q"	COSTOS "Q"	RENTABILIDAD (%)
Sarán 30 %	4320.00	3796.67	13.78
Sarán 55 %	4770.00	3956.83	20.55
Sarán 95 %	4800.00	3905.17	22.91
Agribon	3480.00	3576.80	-2.71
Agribon+Saran 30%	4650.00	3840.87	21.07
Sol Natural	4262.00	3049.50	39.76
Sombra Natural	4708.00	3049.50	54.39

Fuente: Alfaro, (2015).

En el cuadro 17, se puede ver que el tratamiento que mostró un mayor índice de rentabilidad fue el de sombra natural, con valor de 54.39 %, este tratamiento consistió en utilizar la sombra de la plantación del cultivo de plátano ya establecida en el área y el tratamiento de agribon presenta números negativos debido a su bajo índice de germinación.

VIII. CONCLUSIONES

Luego de finalizado el estudio, se pudo llegar a las siguientes conclusiones.

- El tratamiento que mostró mayor altura de las plántula de *plátano* (*Musa paradisiaca*), fue al utilizar sarán al 95% como sombra; seguido del sarán al 55%; es decir que agronómicamente, son los que presentaron mejor eficacia y solamente se necesitan de seis semanas para lograr obtener plántulas con la altura deseadas para el tratamiento 95% de sombra y ocho semanas para sombra 55%.
- El tratamiento que mostró mayor diámetro de las plántulas de *plátano* (*Musa paradisiaca*), fue al utilizar sarán al 95% como sombra; seguido del sarán al 55% y sombra natural; es decir que agronómicamente, son los que presentaron mejor eficacia y solamente se necesitan de cuatro semanas para lograr obtener plántulas con el diámetro deseado.
- El tratamiento que mostró mayor número de hojas verdaderas de las plántula de *plátano* (*Musa paradisiaca*), fue al utilizar sarán al 95% como sombra; seguido del sarán al 55%; es decir que agronómicamente, son los que presentaron mejor eficacia y solamente se necesitan de siete semanas para lograr obtener plántulas con el número de hojas verdaderas óptimas para el tratamiento 95% de sombra y ocho semanas para sombra 55%.
- El tratamiento que mostró mayor desarrollo radicular en plántula de *plátano* (*Musa paradisiaca*), fue al utilizar sarán al 95% como sombra; seguido por el tratamiento de sombra natural; es decir que agronómicamente, son los que presentaron mejor resultado a las diez semanas en la medición de volumen de raíz. así también para el porcentaje de germinación del cormo son los que presentan mayores porcentajes junto al sarán 55%. es decir que fueron los que mejor respondieron a estas mediciones.

- En relación al tratamiento que logro menor cantidad de tiempo para obtener plantas aptas para siembra definitiva en fase de vivero, relacionado con temperatura (tiempo térmico) fue utilizando sarán al 95 % que logro llegar al punto óptimo en siete semanas (ver figura 7), en etapa de vivero; seguido de sombra natural y sarán al 55 % que cumplieron los parámetros a las ocho semanas.
- El tratamiento que resultó más rentable fue el que consistió en utilizar una sombra natural dentro de la plantación de plátano ya establecida, pero hay que tomar en cuenta que el porcentaje de sombra que se manejó en este tratamiento fue del 83 por ciento ya que la misma estaba en etapa adulta, por lo que no siempre se va tener esta condición y esto alteraría los resultados en algún momento, caso contrario con el tratamiento de agribon que al final de la investigación presenta números negativos por el bajo porcentaje de germinación.

IX. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para la producción de plántulas de plátano (*Musa paradisiaca*) en fase de vivero, se utilice como sombra el sarán 95%, el cual estimula adecuadamente la altura de la plántula, el diámetro del pseudotallo, el número de hojas verdaderas y el volumen de raíces; teniendo plántulas con características deseables para el mercado o para ser trasladadas al campo definitivo a las siete semanas después de la siembra del cormo.
- Una opción adicional puede ser el sarán al 55%; con características agronómicas bastante deseables al igual que el sarán al 95%. En un periodo de ocho semanas, Pero hay que considerar la fecha a realizar el vivero ya que el mismo se realizó en un periodo de bajas temperaturas, ya que si se considera llevarlo a cabo en otras condiciones hay que tomar en cuenta el tiempo térmico.

X. BIBLIOGRAFIA

1. Belalcázar, T. M. (1991). El cultivo del plátano Musa AAB (Simmonds) en el trópico. Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario ICA. 376 p. (Manual de Asistencia Técnica No. 50).
2. Buenas tareas. (1 de 10 de 2013). CULTIVO DE MERISTEMOS DE PLATANO. Obtenido de <http://www.buenastareas.com/ensayos/Cultivo-De-Meristemas-De-Pl%C3%A1tano/42795106.html>
3. Calidad, D. d. (2012). Nueva técnica para el cultivo de plátano. Prensa /Panama, págs.http://www.innovacion.gob.sv/inventa/index.php?option=com_content&view=article&id=117:nueva-tecnica-para-el-cultivodeplatano&catid=130:agroindustria&Itemid=298.
4. Carrillo Villatoro, M. A. (2004). EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS EN LA ACLIMATACIÓN DE VITRO-PLANTAS DE BANANO EN LA FASE DE VIVERO BAJO CONDICIONES DE SOMBREADOR. Coatepeque.
5. Champion, J. (1968). El plátano. Trad. por Fermin Palomeque. Barcelona, España, Blume. 247 p.
6. Coto, J. (2009). GUIA PARA MULTIPLICACION RAPIDA DE CORMOS DE PLATANO Y BANANO. La lima, Cortés, Honduras, C.A. : Centro de Comunicación Agrícola de la FHIA; 9 p.
7. Cueva, B. A. (2013). SOMBREAMIENTO - AGROFORESTERIA - NUTRICION – FERTILIZACION – FISILOGIA. Taratopo, Peru.
8. Grajeda, D. (2001). El Platano: INFORMACION TECNICA DEL PLATANO. Guatemala: 38 Pag.
9. Herrera, M. V. (2005). EVALUACION DE DOS ALTERNATIVAS AGROCULTURALES Y DOS PRODUCTOS QUIMICOS, PARA REDUCIR LAS PERDIDAS PROVOCADAS POR LOS HONGOS EN LOS FRUTOS DE PLATANO (Mussa AAB Tipo Horn),. Guatemala: Tesis, Ing. Agronomo, Tiquisate Escuintla.
10. Holdridge, L. (1982). Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica: IICA. 216 p.
11. IICA. (2005). Diseño estructura y manejo de un vivero. Recuperado el 14 de Febrero de 2014, de www.iica.int/Esp/regiones/andina/colombia/.../Viveros_Instalacion.pdf

12. Lardizabal, R., & Gutierrez, H. (2006). PRODUCCIÓN DE PLÁTANO DE ALTA DENSIDAD. La Lima, Cortes, Honduras: USAID-RED, MANUAL DE PRODUCCION, 38 pag.
13. Lardizabal, Ricardo. (Mayo de 2007). eda@fintrac.com. Recuperado el 02 de febrero de 2014, de eda@fintrac.com
14. Lincoln Taiz, E. Z. (2006). FISILOGIA VEGETAL (volumen II). En E. Z. Lincoln Taiz, FISILOGIA VEGETAL (volumen II) (pág. 682). Los Angeles, California.: Sinauer Associates, inc.
15. Morgan, D.C. & Smith, H. 1979. A systematic relationship between phytochrome-controlled development and species habitat, for plants grown in simulated natural irradiation. Planta 145: 534-536.
16. N. Ortega, S. K. (02 de 2001). Obtención de Multimeristemas y Callos de Diferentes Variedades de Banano y Plátano. Recuperado el 14 de 02 de 2014, de <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10971/1/Obtenci%C3%B3n%20de%20Multimeristemas%20y%20callos%20de%20diferentes%20variedades%20de%20banano.pdf>
17. Nava, C., Villareal, E., & Villalobos, R. (1998). Comportamiento de plántulas del clon de plátano Harton (Musa AAB) en el sur del lago de Maracaibo. Maracaibo, Venezuela,. Maracaibo, Venezuela.: http://www.redpavfpolar.info.ve/fagroluz/v15_1/v151z001.html.
18. PGI-Bonlam, S. d. (23 de Febrero de 2010). Agribon, tecnología que protege. Mexico, Mexico.
19. Polyproductos de Guatemala S.A; Saran. (23 de 04 de 2007). Guatemala, amatitlan, Guatemala.
20. Rawson, H. M. (2001). trigo regado. Recuperado el 24 de 08 de 2015, de <http://www.fao.org/docrep/006/x8234s/x8234s00.htm#Contents>
21. Rodas Molina, E. A. (17 de Enero de 2014). Meristemas de platano en fase de vivero en Parcelamiento la Blanca, Ocos, San Marcos. (J. F. Lopez, Entrevistador)
22. Salazar, J. S. (2004). ANALISIS DEL CULTIVO DEL PLÁTANO Musa AAB SIMMONDS EN LA UNIDAD DE RIEGO DEL PARCELAMIENTO LA BLANCA, OCÓS, SAN MARCOS. Guatemala.
23. Simmons, C., Tarano, J., & JH., P. (1959). Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala: Instituto Agrícola Nacional. 1000 p.

24. USAID-RED. (01 de Junio de 2007). www.usaid-red.org. Recuperado el 10 de Diciembre de 2013
25. www.pce-iberica.es. (s.f.). Recuperado el 05 de 10 de 2014, de <http://www.pce-iberica.es/manuales/manual-luxometro-pce-172-nuevo.pdf>

XI. ANEXOS

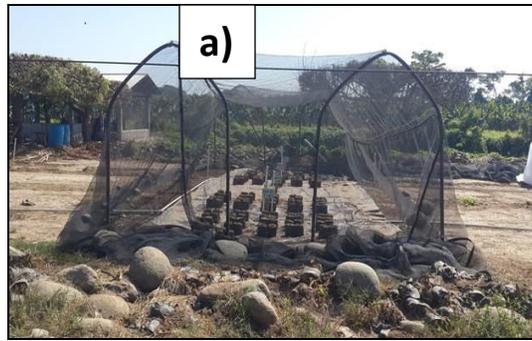
Figura 1 Ubicación del Área de Estudio



Figura 9. Ubicación del experimento



Figura 10. Corno de plátano (200-300 gramos)



Figuras 11, 12 y 13. a) sarán 30%, b) sarán 55%, c) sarán 95%



Figuras 14 y 15. Agribon 20%



Figuras 16 y 17. Sombra Natural



Figura 18. Sol Natural

Cuadro 18. Resumen datos semanales/tratamiento

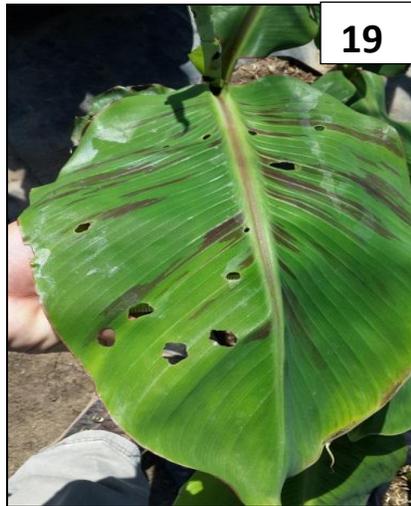
ALTURA DE PLANTULA (cm)				DIAMETRO DEL PSEUDOTALLO (cm)				NUMERO DE HOJAS VERDADERAS				VOLUMEN DE RAIZ
S-4	S-6	S-8	S-10	4	6	8	10	4	6	8	10	VOLUMEN
Saran 30 %												
6.6	9.8	12.2	14.4	1.1	1.7	1.9	2.0	0.5	1.2	2.5	3.6	8.4
Saran 55 %												
14.0	23.3	25.9	28.5	2.7	3.1	3.3	3.5	2.0	3.1	4.9	6.0	26.9
Saran 95 %												
24.3	29.6	34.3	39.4	3.1	3.3	3.5	3.8	2.7	3.8	5.6	6.9	44.1
Agribon												
9.0	12.9	15.0	17.4	1.6	2.0	2.1	2.3	1.0	1.8	2.6	3.3	14.0
Saran 30 % + Agribon												
14.0	18.2	20.8	23.5	2.2	2.6	2.8	3.0	1.6	2.6	4.1	5.3	19.8
Sol Natural												
4.4	8.3	11.2	13.8	0.9	1.6	1.8	2.0	0.4	0.9	1.9	3.0	13.1
Sombra Natural												
19.2	21.9	24.5	27.5	2.6	2.8	3.0	3.2	2.1	2.9	4.3	5.4	35.1

Fuente: Alfaro, (2015).

Cuadro 19. Sumatoria de °Cd semanalmente

Semana	$\Sigma^{\circ}\text{Cd}$	$\Sigma^{\circ}\text{Cd}/\text{toma de datos}$
1	212.9	765
2	185.3	
3	183.5	
4	183.5	
5	183.4	366
6	182.8	
7	183.3	362
8	178.4	
9	180.8	366
10	185.3	
Total ($\Sigma^{\circ}\text{Cd}$)	1859	

Fuente: Alfaro, (2015).



Figuras 19 y 20. Daño de gusano soldado (*Spodoptera exigua*)



Figura 21. Sistema de riego por aspersión (mini-wobblers)



Figura 22. Planta adecuada para ir al campo definitivo



Figuras 23 y 24. Área del experimento



Figuras 25 y 26. Medición de a) altura - b) diámetro



a)



b)

Figuras 27 y 28. a) Conteo de # hojas- b) medición de volumen de raíces

Cuadro 20. Cronograma de actividades

ACTIVIDAD	DICIEMBRE		ENERO				FEBRERO							
	SEMANAS													
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2				
Materiales Necesarios	X													
Insumos	X													
Preparación del sustrato	X													
Pelado de la semilla	X													
Desinfección de la semilla	X													
Siembra de semilla en bolsas	X													
Manejo del agua (Riego)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fertilización	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Manejo de plantas en vivero	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Toma de datos				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Varios	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: Alfaro, (2015).

Cuadro 21. Temperaturas por día durante el experimento.

Dia	Fecha	TEMPERATURAS BANASA			TEMPERATURAS HAME		
		Minima	Maxima	Media	Minima	Maxima	Media
1	06/12/2014	20.5	34.0	27.3	20.0	34.5	27.3
2	07/12/2014	20.0	34.0	27.0	19.5	34.0	26.8
3	08/12/2014	20.5	33.5	27.0	20.0	33.0	26.5
4	09/12/2014	20.0	33.0	26.5	20.0	33.0	26.5
5	10/12/2014	20.5	33.0	26.8	20.0	33.5	26.8
6	11/12/2014	19.0	33.5	26.3	19.0	33.0	26.0
7	12/12/2014	20.0	32.5	26.3	19.0	33.0	26.0
8	13/12/2014	20.0	33.0	26.5	20.0	33.0	26.5
9	14/12/2014	19.0	32.0	25.5	20.0	33.0	26.5
10	15/12/2014	19.5	32.5	26.0	20.5	33.5	27.0
11	16/12/2014	20.0	33.0	26.5	20.0	32.5	26.3
12	17/12/2014	19.5	33.0	26.3	20.0	33.5	26.8
13	18/12/2014	20.0	33.0	26.5	20.0	33.0	26.5
14	19/12/2014	21.0	33.5	27.3	21.0	33.0	27.0
15	20/12/2014	19.5	33.0	26.3	20.0	32.5	26.3
16	21/12/2014	19.5	33.0	26.3	20.0	33.0	26.5
17	22/12/2014	20.0	33.0	26.5	19.5	33.5	26.5
18	23/12/2014	20.0	33.0	26.5	20.0	32.5	26.3
19	24/12/2014	19.0	32.5	25.8	20.0	32.5	26.3
20	25/12/2014	20.0	33.0	26.5	20.0	33.0	26.5
21	26/12/2014	19.5	33.0	26.3	19.0	33.0	26.0
22	27/12/2014	18.5	32.5	25.5	19.0	32.5	25.8
23	28/12/2014	19.5	33.0	26.3	20.0	33.0	26.5
24	29/12/2014	19.0	33.0	26.0	19.0	33.0	26.0
25	30/12/2014	19.5	33.0	26.3	20.0	33.0	26.5
26	31/12/2014	19.5	33.0	26.3	19.5	32.5	26.0
27	01/01/2015	19.0	33.5	26.3	20.0	33.0	26.5
28	02/01/2015	19.0	33.0	26.0	19.0	32.5	25.8
29	03/01/2015	19.5	33.0	26.3	20.0	33.0	26.5
30	04/01/2015	19.0	33.0	26.0	19.0	32.5	25.8
31	05/01/2015	19.0	33.5	26.3	19.0	33.5	26.3
32	06/01/2015	19.5	33.0	26.3	20.5	33.0	26.8
33	07/01/2015	19.5	33.0	26.3	19.5	32.5	26.0
34	08/01/2015	19.5	33.5	26.5	19.5	33.0	26.3
35	09/01/2015	19.5	32.5	26.0	20.0	33.0	26.5
36	10/01/2015	19.0	33.0	26.0	19.0	33.0	26.0
37	11/01/2015	18.0	33.0	25.5	18.0	32.0	25.0
38	12/01/2015	19.0	33.0	26.0	19.0	32.5	25.8
39	13/01/2015	18.5	33.0	25.8	19.0	33.0	26.0
40	14/01/2015	18.0	33.0	25.5	18.0	33.0	25.5
41	15/01/2015	20.5	33.5	27.0	21.0	33.5	27.3
42	16/01/2015	20.0	33.0	26.5	20.5	33.5	27.0
43	17/01/2015	19.5	33.0	26.3	19.5	33.5	26.5
44	18/01/2015	20.0	33.5	26.8	20.5	32.5	26.5
45	19/01/2015	18.5	33.0	25.8	19.0	33.0	26.0
46	20/01/2015	19.5	33.0	26.3	18.5	32.5	25.5
47	21/01/2015	20.5	33.0	26.8	20.5	33.0	26.8
48	22/01/2015	19.5	33.0	26.3	19.5	33.0	26.3
49	23/01/2015	20.0	33.0	26.5	19.0	33.0	26.0
50	24/01/2015	19.0	32.0	25.5	19.5	32.0	25.8
51	25/01/2015	19.0	33.0	26.0	20.0	33.5	26.8
52	26/01/2015	19.5	33.0	26.3	19.5	33.0	26.3
53	27/01/2015	18.0	33.5	25.8	18.5	32.5	25.5
54	28/01/2015	19.0	33.0	26.0	19.0	33.0	26.0
55	29/01/2015	17.5	31.0	24.3	18.0	31.0	24.5
56	30/01/2015	16.5	32.0	24.3	16.5	32.5	24.5
57	31/01/2015	19.0	32.5	25.8	17.5	32.5	25.0
58	01/02/2015	17.5	33.0	25.3	18.0	33.5	25.8
59	02/02/2015	20.0	33.5	26.8	19.0	33.5	26.3
60	03/02/2015	18.5	34.0	26.3	19.0	34.0	26.5
61	04/02/2015	17.5	33.5	25.5	17.5	33.5	25.5
62	05/02/2015	18.0	33.0	25.5	17.5	32.0	24.8
63	06/02/2015	18.0	33.5	25.8	17.0	33.5	25.3
64	07/02/2015	20.0	33.0	26.5	19.0	33.0	26.0
65	08/02/2015	18.5	33.0	25.8	18.5	33.0	25.8
66	09/02/2015	20.0	33.5	26.8	19.0	33.0	26.0
67	10/02/2015	19.5	33.0	26.3	20.0	33.0	26.5
68	11/02/2015	21.0	33.5	27.3	21.0	33.5	27.3
69	12/02/2015	21.5	33.0	27.3	21.5	33.0	27.3
70	13/02/2015	18.5	33.0	25.8	20.0	33.0	26.5
71	14/02/2015	19.0	33.5	26.3	19.0	33.0	26.0
Promedio		19.3	33.0	26.2	19.4	33.0	26.2

Fuente: Alfaro, (2015).

Cuadro 22. Costo de producción de plántulas de plátano, en fase de vivero, Sarán 30%.

	Descripcion	Unidad de medida	cantidad	Precio Q	Costo Q	
Saran 30 %	Material Vegetativo	Cormo	2400	0.15	360.00	
	Mano de obra	Horas	70	8.00	560.00	
	Suelo	M3	6	58.00	348.00	
	Cascabillo de arroz	M3	1.5	15.00	22.50	
	Limpieza y embolsado	Cormo	2400	0.35	840.00	
	Bolsas plasticas	unidad	2400	0.08	192.00	
	Nylon negro	Yarda	30	6.00	60.00	
	Insecticidas	Litro	0.5	150.00	75.00	
	Fungicida/enraizador	Kg	2	75.00	150.00	
	Fertilizante granulado	Lb	17	2.00	34.00	
	Fertilizante foliar	Lt	0.5	42.00	21.00	
	saran 30 %	M2	340	13.19	747.17	
	Combustible	Galon	18	21.5	387.00	
	Total					3,796.67

Fuente: Alfaro, (2015).

Cuadro 23. Costo de producción de plántulas de plátano, en fase de vivero, Sarán 55%.

	Descripcion	Unidad de medida	cantidad	Precio Q	Costo Q	
Saran 55 %	Material Vegetativo	Cormo	2400	0.15	360.00	
	Mano de obra	Horas	70	8.00	560.00	
	Suelo	M3	6	58.00	348.00	
	Cascabillo de arroz	M3	1.5	15.00	22.50	
	Limpieza y embolsado	Cormo	2400	0.35	840.00	
	Bolsas plasticas	unidad	2400	0.08	192.00	
	Nylon negro	Yarda	30	6.00	60.00	
	Insecticidas	Litro	0.5	150.00	75.00	
	Fungicida/enraizador	Kg	2	75.00	150.00	
	Fertilizante granulado	Lb	17	2.00	34.00	
	Fertilizante foliar	Lt	0.5	42.00	21.00	
	saran 55 %	M2	340	16.01	907.33	
	Combustible	Galon	18	21.5	387.00	
	Total					3,956.83

Fuente: Alfaro, (2015).

Cuadro 24. Costo de producción de plántulas de plátano, en fase de vivero, Sarán 95%.

	Descripcion	Unidad de medida	cantidad	Precio Q	Costo Q	
Saran 95 %	Material Vegetativo	Cormo	2400	0.15	360.00	
	Mano de obra	Horas	49	8.00	392.00	
	Suelo	M3	6	58.00	348.00	
	Cascabillo de arroz	M3	1.5	15.00	22.50	
	Limpieza y embolsado	Cormo	2400	0.35	840.00	
	Bolsas plasticas	unidad	2400	0.08	192.00	
	Nylon negro	Yarda	30	6.00	60.00	
	Insecticidas	Litro	0.5	150.00	75.00	
	Fungicida/enraizador	Kg	2	75.00	150.00	
	Fertilizante granulado	Lb	17	2.00	34.00	
	Fertilizante foliar	Lt	0.5	42.00	21.00	
	saran 95 %	M2	340	20.72	1,174.17	
	Combustible	Galon	11	21.5	236.50	
	Total					3,905.17

Fuente: Alfaro, (2015).

Cuadro 25. Costo de producción de plántulas de plátano, en fase de vivero, Sarán 30%+Agribon.

	Descripcion	Unidad de medida	cantidad	Precio Q	Costo Q	
Saran 30 % + Agribon	Material Vegetativo	Cormo	2400	0.15	360.00	
	Mano de obra	Horas	70	8.00	560.00	
	Suelo	M3	6	58.00	348.00	
	Cascabillo de arroz	M3	1.5	15.00	22.50	
	Limpieza y embolsado	Cormo	2400	0.35	840.00	
	Bolsas plasticas	unidad	2400	0.08	192.00	
	Nylon negro	Yarda	30	6.00	60.00	
	Insecticidas	Litro	0.5	150.00	75.00	
	Fungicida/enraizador	Kg	2	75.00	150.00	
	Fertilizante granulado	Lb	17	2.00	34.00	
	Fertilizante foliar	Lt	0.5	42.00	21.00	
	Agribon	Mlineal	34	2.60	44.20	
	saran 30 %	M2	340	13.19	747.17	
	Combustible	Galon	18	21.5	387.00	
	Total					3,840.87

Fuente: Alfaro, (2015).

Cuadro 26. Costo de producción de plántulas de plátano, en fase de vivero, Agribon.

	Descripcion	Unidad de medida	cantidad	Precio Q	Costo Q
Agribon	Material Vegetativo	Cormo	3120	0.15	468.00
	Mano de obra	Horas	70	8.00	560.00
	Suelo	M3	7	58.00	406.00
	Cascabillo de arroz	M3	2	15.00	30.00
	Limpieza y embolsado	Cormo	3120	0.35	1,092.00
	Bolsas plasticas	unidad	3120	0.08	249.60
	Nylon negro	Yarda	30	6.00	60.00
	Insecticidas	Litro	0.5	150.00	75.00
	Fungicida/enraizador	Kg	2	75.00	150.00
	Fertilizante granulado	Lb	17	2.00	34.00
	Fertilizante foliar	Lt	0.5	42.00	21.00
	Agribon	M. Lineal	34	2.60	44.20
	Combustible	Galon	18	21.5	387.00
	Total				

Fuente: Alfaro, (2015).

Cuadro 27. Costo de producción de plántulas de plátano, en fase de vivero, Sol natural.

	Descripcion	Unidad de medida	cantidad	Precio Q	Costo Q	
Sol Natural	Material Vegetativo	Cormo	2400	0.15	360.00	
	Mano de obra	Horas	70	8.00	560.00	
	Suelo	M3	6	58.00	348.00	
	Cascabillo de arroz	M3	1.5	15.00	22.50	
	Limpieza y embolsado	Cormo	2400	0.35	840.00	
	Bolsas plasticas	unidad	2400	0.08	192.00	
	Nylon negro	Yarda	30	6.00	60.00	
	Insecticidas	Litro	0.5	150.00	75.00	
	Fungicida/enraizador	Kg	2	75.00	150.00	
	Fertilizante granulado	Lb	17	2.00	34.00	
	Fertilizante foliar	Lt	0.5	42.00	21.00	
	Combustible	Galon	18	21.5	387.00	
	Total					3,049.50

Fuente: Alfaro, (2015).

Cuadro 28. Costo de producción de plántulas de plátano, en fase de vivero, Sombra natural.

	Descripcion	Unidad de medida	cantidad	Precio Q	Costo Q
Sombra Natural	Material Vegetativo	Cormo	2400	0.15	360.00
	Mano de obra	Horas	70	8.00	560.00
	Suelo	M3	6	58.00	348.00
	Cascabillo de arroz	M3	1.5	15.00	22.50
	Limpieza y embolsado	Cormo	2400	0.35	840.00
	Bolsas plasticas	unidad	2400	0.08	192.00
	Nylon negro	Yarda	30	6.00	60.00
	Insecticidas	Litro	0.5	150.00	75.00
	Fungicida/enraizador	Kg	2	75.00	150.00
	Fertilizante granulado	Lb	17	2.00	34.00
	Fertilizante foliar	Lt	0.5	42.00	21.00
	Combustible	Galon	18	21.5	387.00
	Total				

Fuente: Alfaro, (2015).