

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

EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE TRATAMIENTO HORMONAL, DOS DIÁMETROS DE  
ESQUEJES Y DOS PROFUNDIDADES DE SIEMBRA EN LA PROPAGACIÓN DE PLÁNTULAS DE  
MORERA (*Morus alba*); BÁRCENAS, VILLA NUEVA  
TESIS DE GRADO

**ANDRES OMAR RAMÍREZ CONTRERAS**  
CARNET 22746-08

ESCUINTLA, ABRIL DE 2018  
SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

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

EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE TRATAMIENTO HORMONAL, DOS DIÁMETROS DE  
ESQUEJES Y DOS PROFUNDIDADES DE SIEMBRA EN LA PROPAGACIÓN DE PLÁNTULAS DE  
MORERA (*Morus alba*); BÁRCENAS, VILLA NUEVA  
TESIS DE GRADO

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

POR  
**ANDRES OMAR RAMÍREZ CONTRERAS**

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

ESCUINTLA, ABRIL DE 2018  
SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, 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**

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ  
SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA  
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

### **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

LIC. JULIA ANTONIETA DE LOURDES BLANCO RUIZ

### **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. ADÁN OBISPO RODAS CIFUENTES  
ING. EDWIN LEONEL ARGUETA VENTURA  
LIC. GUITI MANUEL GAMBOA SANTOS

Escuintla, 08 de junio del 2018

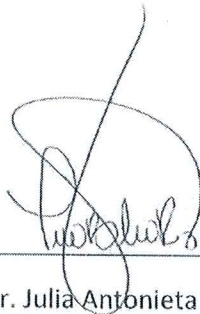
Honorable Consejo  
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Universidad Rafael Landívar  
Campus Central

Honorables Miembros:

En atención a la designación otorgada a mi persona para asesorar al estudiante Andrés Omar Ramírez Contreras, Carné 22746-08, en el trabajo de investigación titulado: **“EVALUACION DE TRES NIVELES DE TRATAMIENTO HORMONAL, DOS DIAMETROS DE ESQUEJE Y DOS PROFUNDIDADES DE SIEMBRA, EN LA PROPAGACION DE PLANTULAS DE MORERA (*Morus alba*). BARCENA, VILLA NUEVA”**; tengo el agrado de comunicarles que he procedido a orientar, asesorar y revisar que cumpla con los requisitos establecidos por la facultad.

Considero que la investigación mencionada constituye un valioso aporte para la agricultura nacional, por lo que recomiendo que sea revisado por la terna que designe el Honorable Consejo de la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



---

Ing. Agr. Julia Antonieta Blanco Ruiz

Código URL 21143



### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante ANDRES OMAR RAMÍREZ CONTRERAS, Carnet 22746-08 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Escuintla, que consta en el Acta No. 0677-2018 de fecha 7 de abril de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE TRATAMIENTO HORMONAL, DOS DIÁMETROS DE ESQUEJES Y DOS PROFUNDIDADES DE SIEMBRA EN LA PROPAGACIÓN DE PLÁNTULAS DE MORERA (*Morus alba*); BÁRCENAS, VILLA NUEVA

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, al día 1 del mes de junio del año 2018.

MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
Universidad Rafael Landívar



## **AGRADECIMIENTOS**

A:

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

Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), mi alma máter, sendero de conocimiento y enseñanza.

A mis padres y hermanos por su valioso apoyo.

Al personal del vivero forestal y laboratorio de la ENCA.

Universidad Rafael Landívar.

Ing. Julia Blanco por su valiosa asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

## DEDICATORIA

A:

DIOS: Por darme la dicha de vivir y por ser mi fortaleza en momentos de debilidad.

Mis Padres: Braulio César Ramírez Morales  
María del Transito Contreras Lopez  
Con mucho amor por estar siempre a mi lado en los momentos difíciles, contando con su apoyo incondicional, enseñándome andar en la vida por el camino correcto.

Mis Hermanos: César Estuardo Ramírez Contreras  
Astrid Marielos Ramírez Contreras  
Por su cariño y apoyo incondicional

Abuelita Elena: Aunque ya no estés a nuestro lado, su cariño prevalece en mi corazón, su gentiliza, honestidad y bondad son mi ejemplo a seguir.

Abuelita Irma: Con mucho cariño por siempre preocuparse por mí y mostrarme su apoyo incondicional.

Mi Tía: Por su apoyo incondicional.

Mis Amigos: Con cariño y aprecio por los gratos recuerdos que compartí con todos.

# ÍNDICE

	Página
RESUMEN	i
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1 Inicio del cultivo de morera en Guatemala	2
2.2 Antecedentes	3
2.3 Descripción de la planta de morera	5
2.4 Composición y valor nutritivo del follaje	6
2.5 Utilización de la morera	7
2.6 Propagación asexual por esqueje	8
2.7 Formación de raíces adventicias	9
2.8 Bases fisiológicas de la iniciación de la raíz en los esquejes	10
2.9 Cofactores de enraizamiento y su comportamiento sinérgico con la auxina	12
2.10 Efecto de los carbohidratos en el enraizamiento	13
2.11 Métodos de aplicación exógena de sustancias sintéticas reguladoras de crecimiento	14
2.12 Sustrato	16
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	18
4. OBJETIVOS	19
4.1 General	19
4.2 Específicos	19
5. HIPÓTESIS	20
6. METODOLOGÍA	21
6.1. Localización	21
6.2. Material experimental	21



	Página
6.3. Factores estudiados	21
6.4. Descripción de los tratamientos	22
6.5. Diseño experimental	23
6.6. Unidad experimental	23
6.7. Modelo estadístico	24
6.8. Croquis de campo	25
6.9. Manejo del experimento	26
6.10. Variables respuesta	28
6.11. Análisis de la información	29
6.11.1. Análisis estadístico	29
6.11.2. Análisis financiero	29
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
7.1. Porcentaje de esquejes de morera enraizados	30
7.2. Volumen radicular	33
7.3. Peso fresco radicular	40
7.4. Peso seco radicular	46
7.5. Peso fresco foliar	51
7.6. Peso seco foliar	53
7.7. Costo de producción	56
8. CONCLUSIONES	57
9. RECOMENDACIONES	58
10. BIBLIOGRAFÍA	59
11. ANEXOS	62

## ÍNDICE DE CUADROS

	Contenido	Página
Cuadro 1.	Factores y niveles evaluados.	22
Cuadro 2.	Tratamientos evaluados durante el experimento.	23
Cuadro 3.	Análisis de varianza para las dos lecturas realizadas para la variable porcentaje de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Bárcena, Villa Nueva.	30
Cuadro 4.	Análisis de varianza para las tres lecturas realizadas para la variable volumen radicular en esquejes de morera con diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Bárcena, Villa Nueva.	33
Cuadro 5.	Análisis de varianza para las tres lecturas realizadas para la variable peso fresco radicular en esquejes de morera con diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Bárcena, Villa Nueva.	40
Cuadro 6.	Prueba de medias Tukey (5%), para la variable peso fresco radicular en esquejes de morera, con tres niveles de tratamiento hormonal. Primera lectura. Bárcena, Villa Nueva.	41
Cuadro 7.	Prueba de medias Tukey (5%), para la variable volumen radicular en esquejes de morera, con dos profundidades de siembra. Tercera lectura. Bárcena, Villa Nueva.	41
Cuadro 8.	Porcentaje de humedad en muestras de raíces. Bárcena, Villa Nueva.	46
Cuadro 9.	Análisis de varianza para las tres lecturas realizadas para la variable peso seco radicular en esquejes de morera con diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Bárcena, Villa Nueva.	47
Cuadro 10.	Prueba de medias Tukey (5%), para la variable peso seco radicular en esquejes de morera con tres niveles de tratamiento hormonal. Primera lectura. Bárcena, Villa Nueva.	48
Cuadro 11.	Prueba de medias Tukey (5%), para la variable peso seco radicular en esquejes de morera con dos profundidades de siembra. Primera lectura. Bárcena, Villa Nueva.	48

Contenido	Página
Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable peso fresco foliar en esquejes de morera con diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Bárcena, Villa Nueva.	51
Cuadro 13. Porcentaje de humedad en muestras foliares. Bárcena, Villa Nueva.	54
Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable peso fresco foliar en esquejes de morera con diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y diámetros de esqueje. Bárcena, Villa Nueva.	54
Cuadro 15. Resumen de los costos de producción por esqueje de morera enraizado. Bárcena, Villa Nueva.	56
Cuadro 16. Tabla para transformación angular de porcentajes a grados.	62
Cuadro 17. Potencial de hidrógeno del sustrato utilizado.	62
Cuadro 18. Análisis de las propiedades químicas del sustrato.	63
Cuadro 19. Contenido de materia orgánica sustrato	63
Cuadro 20. Porcentaje de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Primera lectura. Bárcena, Villa Nueva.	64
Cuadro 21. Porcentaje de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Segunda lectura. Bárcena, Villa Nueva.	64
Cuadro 22. Porcentaje de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Tercera lectura. Bárcena, Villa Nueva.	65
Cuadro 23. Volumen radicular (cc) de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Primera lectura. Bárcena, Villa Nueva.	65
Cuadro 24. Volumen radicular (cc) de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Segunda lectura. Bárcena, Villa Nueva.	66
Cuadro 25. Volumen radicular en (cc) de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Tercera lectura. Bárcena, Villa Nueva.	66

Contenido	Página
Cuadro 26. Peso fresco radicular (g) de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Primera lectura. Bárcena, Villa Nueva.	67
Cuadro 27. Peso fresco radicular (g) de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Segunda lectura. Bárcena, Villa Nueva.	67
Cuadro 28. Peso fresco radicular (g) de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Tercera lectura. Bárcena, Villa Nueva.	68
Cuadro 29. Peso seco radicular (g) de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Primera lectura. Bárcena, Villa Nueva.	68
Cuadro 30. Peso seco radicular (g) de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Segunda lectura. Bárcena, Villa Nueva.	69
Cuadro 31. Peso seco radicular (g) de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Tercera lectura. Bárcena, Villa Nueva.	69
Cuadro 32. Peso fresco foliar (g) de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Primera lectura. Bárcena, Villa Nueva.	70
Cuadro 33. Peso seco foliar (g) de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Primera lectura. Bárcena, Villa Nueva.	70
Cuadro 34. Costo de producción por esqueje de morera enraizado (unidad), para el tratamiento A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> . Bárcena, Villa Nueva.	71
Cuadro 35. Costo de producción por esqueje de morera enraizado (unidad), para el tratamiento A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> . Bárcena, Villa Nueva.	72
Cuadro 36. Costo de producción por esqueje de morera enraizado (unidad), para el tratamiento A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> . Bárcena, Villa Nueva.	73
Cuadro 37. Costo de producción por esqueje de morera enraizado (unidad), para el tratamiento A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> . Bárcena, Villa Nueva.	74

Contenido	Página
Cuadro 38. Costo de producción por esqueje de morera enraizado (unidad), para el tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> . Bárcena, Villa Nueva.	75
Cuadro 39. Costo de producción por esqueje de morera enraizado (unidad), para el tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> . Bárcena, Villa Nueva.	76
Cuadro 40. Costo de producción por esqueje de morera enraizado (unidad), para el tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> . Bárcena, Villa Nueva.	77
Cuadro 41. Costo de producción por esqueje de morera enraizado (unidad), para el tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> . Bárcena, Villa Nueva.	78
Cuadro 42. Costo de producción por esqueje de morera enraizado (unidad), para el tratamiento A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> . Bárcena, Villa Nueva.	79
Cuadro 43. Costo de producción por esqueje de morera enraizado (unidad), para el tratamiento A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> . Bárcena, Villa Nueva.	80
Cuadro 44. Costo de producción por esqueje de morera enraizado (unidad), para el tratamiento A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> . Bárcena, Villa Nueva.	81
Cuadro 45. Costo de producción por esqueje de morera enraizado (unidad), para el tratamiento A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> . Bárcena, Villa Nueva.	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Contenido	Página
Figura 1.	Distribución de los tratamientos en campo.	25
Figura 2.	Porcentaje de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Primera lectura. Bárcena, Villa Nueva.	31
Figura 3.	Porcentaje de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Segunda lectura. Bárcena, Villa Nueva.	32
Figura 4.	Interacción concentración de hormona por profundidad de siembra, para la variable volumen radicular. Primera lectura. Bárcena, Villa Nueva.	34
Figura 5.	Interacción profundidad de siembra por diámetro de esqueje, para la variable volumen radicular. Primera lectura. Bárcena, Villa Nueva.	35
Figura 6.	Interacción concentración de hormona por diámetro de esqueje, para la variable volumen radicular. Segunda lectura. Bárcena, Villa Nueva.	36
Figura 7.	Interacción profundidad de siembra por diámetro de esqueje, para la variable volumen radicular. Segunda lectura. Bárcena, Villa Nueva.	37
Figura 8.	Volumen radicular de esquejes de morera, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Tercera lectura. Bárcena, Villa Nueva.	39
Figura 9.	Peso fresco de raíces (g) de esquejes de morera, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Primera lectura. Bárcena, Villa Nueva.	42
Figura 10.	Interacción profundidad de siembra por diámetro de esqueje, para la variable peso fresco radicular. Segunda lectura. Bárcena, Villa Nueva.	43
Figura 11.	Peso fresco de raíces (g) de esquejes de morera, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Tercera lectura. Bárcena, Villa Nueva.	44
Figura 12.	Interacción profundidad de siembra por diámetro de esqueje, para la variable peso seco radicular. Segunda lectura. Bárcena, Villa Nueva.	49

	Contenido	Página
Figura 13.	Interacción profundidad de siembra por diámetro de esqueje, para la variable peso seco radicular. Tercera lectura. Bárcena, Villa Nueva.	50
Figura 14.	Peso fresco foliar (g) de esquejes de morera, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Bárcena, Villa Nueva.	52
Figura 15.	Peso seco foliar (g) de esquejes de morera, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Bárcena, Villa Nueva.	55
Figura 16.	Llenado de sustrato a las bolsas de polietileno. Bárcena, Villa Nueva, 2013.	83
Figura 17.	Distribución de bolsas de polietileno llenas de sustrato. Bárcena, Villa Nueva, 2013.	83
Figura 18.	Selección de esquejes gruesos. Bárcena, Villa Nueva, 2013.	84
Figura 19.	Selección de esquejes delgados. Bárcena, Villa Nueva, 2013.	84
Figura 20.	Herramienta para corte y medición de grosor de ramas. Bárcena, Villa Nueva, 2013.	85
Figura 21.	Clasificación de esquejes de morera cortados. Bárcena, Villa Nueva, 2013.	85
Figura 22.	Aplicación de ácido indolbutírico con el método de inmersión rápida, a esquejes de morera. Bárcena, Villa Nueva, 2013.	86
Figura 23.	Distribución de tratamientos en campo. Bárcena, Villa Nueva, 2013.	86
Figura 24.	Vista general después de 40 días de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.	87
Figura 25.	Vista general después de 60 días de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.	87
Figura 26.	Vista general después de 90 días de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.	88
Figura 27.	Tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> , 40 días después de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.	88

	Contenido	Página
Figura 28.	Tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> , 60 días después de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.	89
Figura 29.	Tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> , 90 días después de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.	89
Figura 30.	Vista general de esquejes muestreados a los 60 días de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.	90
Figura 31.	Vista general de esquejes muestreados a los 90 días de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.	90
Figura 32.	Peso fresco de raíz tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> a los 40 días de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.	91
Figura 33.	Volumen radicular tratamiento A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> a los 40 días de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.	91
Figura 34.	Colocación de muestras en horno para la determinación de peso seco. Bárcena, Villa Nueva, 2013.	92
Figura 35.	Peso seco de raíz tratamiento A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> a los 40 días de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.	92
Figura 36.	Peso fresco foliar tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> a los 90 días de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.	93
Figura 37.	Horno a 74 °C 48 horas después de haber colocado las muestras. Bárcena, Villa Nueva, 2013.	93
Figura 38.	Muestras de hojas secas a los 90 días de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.	94
Figura 39.	Peso seco foliar tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> a los 90 días de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.	94



**EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE TRATAMIENTO HORMONAL, DOS  
DIÁMETROS DE ESQUEJE Y DOS PROFUNDIDADES DE SIEMBRA, EN LA  
PROPAGACIÓN DE PLÁNTULAS DE MORERA (*Morus alba*); BÁRCENA,  
VILLA NUEVA**

**RESUMEN**

El presente trabajo de investigación fue realizado en la Escuela Nacional Central de Agricultura ubicada en la aldea Bárcena, municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala. El objetivo principal fue evaluar tres concentraciones de tratamiento hormonal (0.50%, 0.75% y 1.00% de ácido indolbutírico), dos diámetros de esqueje (diámetro menor a 1.50 cm y diámetro mayor a 1.50 cm) y dos profundidades de siembra (una yema enterrada y dos yemas enterradas) con el fin de promover el enraizamiento y desarrollo inicial de plantas de morera (*Morus alba*). Las variables medidas fueron: porcentaje de enraizamiento, volumen radicular, biomasa radicular y foliar, y costos de producción. Se usó un diseño de bloques completos al azar, con doce tratamientos y tres repeticiones; la unidad experimental la conformaron 15 esquejes y se realizaron tres lecturas, a los 40, 60 y 90 días de iniciado el experimento. De acuerdo a los resultados, con respecto al porcentaje de enraizamiento no existió diferencia significativa (0.05). Para la variable volumen radicular se obtuvieron mejores resultados cuando se utilizó tratamiento hormonal al 0.75% de IBA, con dos yemas enterradas; al igual que para la variable biomasa radicular y foliar, aunque también existió diferencia significativa utilizando esquejes gruesos. El menor costo se obtuvo utilizando IBA al 0.50%, aunque podría reducirse este costo al utilizar IBA al 0.75%, ya que se obtiene mayor enraizamiento en menor tiempo. Se recomienda realizar una investigación en campo definitivo, evaluando la relación entre la biomasa radicular y la biomasa aérea, además de la supervivencia.

# 1. INTRODUCCIÓN

En Italia, España, Ecuador y Argentina el cultivo de morera (*Morus alba*) ha tomado importancia debido a sus características bromatológicas, siendo utilizado como forraje en alimento para ganado y para la larva del gusano de seda (*Bombyx mori*). Además, debido a su amplia cobertura del sistema radicular, contrarresta la erosión del suelo y fomenta la captación de agua (Barrera, 2011).

El cultivo de morera se propaga por método asexual, por medio de esquejes que enraízan en un periodo de dos a tres meses, antes de ser trasladados a campo definitivo. Las pruebas realizadas en plantaciones experimentales en Guatemala, por la Red Latinoamérica de la Seda, han demostrado que las plantas presentan un lento crecimiento inicial durante su establecimiento en campo definitivo, debido al pobre desarrollo radicular (Cifuentes y Sohn, 1998).

Esta lentitud inicial para el desarrollo del cultivo se supone es debida a la carencia de un estímulo hormonal, una mala técnica de selección y una profundidad de siembra inadecuada en la etapa de vivero. En nuestro medio debido al desconocimiento sobre el cultivo, no se ha integrado una tecnología para lograr mitigar dicho problema. El cultivo de morera puede fomentarse en Guatemala con el propósito de diversificar la producción y con ello mejorar la calidad de vida de personas de escasos recursos. La problemática de este cultivo es principalmente un aspecto tecnológico, sujeto a mejoras para acelerar la etapa de propagación.

Ante el desconocimiento de los factores que permita acortar el período de propagación, se propuso realizar la presente investigación, en la cual se evaluó la aplicación de una hormona para el enraizamiento, dos diámetros de esquejes y dos profundidades de siembra, con el objetivo de determinar qué factores mejoran el desarrollo inicial de las plántulas de morera en la fase de vivero. Esta investigación fue llevada a cabo en la Escuela Nacional Central de Agricultura, ubicada en Bárcena, Villa Nueva, Guatemala.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. INICIO DEL CULTIVO DE MORERA EN GUATEMALA**

Un hecho importante en la vida cultural y económica de Guatemala tuvo lugar en 1795, cuando el Rey de España aprobó la creación de la Real Sociedad Económica de Amigos del País. Los beneficios fueron evidentes en el informe sobre su tercera Junta Pública, celebrada el 9 de diciembre de 1797, en la cual se consignó que el socio José María Pelayo hizo traer de Oaxaca, México gusanos de seda. Estos gusanos se pusieron a disposición de la comunidad, pero prácticamente a nadie le interesaron. Ante tal situación, decidieron establecer la crianza en la finca del socio Francisco del Campo, en donde abundaban los arbustos de morera (Rubio, 1984).

Desafortunadamente la Real Sociedad Económica de Amigos del País, fue suprimida a los pocos años de su fundación, en 1799. Siendo restablecida en 1810, pero no se ha encontrado información si posteriormente fomentó la producción de seda. En varios documentos se hace mención que el presbítero José Gregorio Solares se volvió a preocupar por el cultivo de la morera y el “procesamiento” del gusano de seda. Según datos históricos, en el período de 1825 a 1852 apareció en Europa una plaga que destruyó casi todas las plantaciones de morera, por lo que la seda alcanzó altos precios. Por circunstancias no establecidas, para el año 1826 el cultivo de morera y el “procesamiento” del gusano de seda había desaparecido totalmente del país (Rubio, 1984).

En 1829 la Real Sociedad Económica de Amigos del País inició su reorganización, mostrando rápidamente sus logros, entre la Junta Directiva de la Sociedad empezó a resurgir la idea de la introducción de la morera, de tal manera que en la reunión celebrada el 21 de marzo de 1831, el presbítero Gregorio Solares expuso ante la junta tal idea. Posteriormente hubo algunos intentos sin resultados satisfactorios (Rubio, 1984).

## 2.2. ANTECEDENTES

La crianza de gusano de seda (*Bombyx mori*) es una actividad milenaria que tiene sus orígenes en el continente asiático. Este gusano necesita de la planta de morera (*Morus* sp.) para su alimentación. Las especies *Morus alba* y *Morus índica* son reconocidas por su alta preferencia para ser consumidas por esta larva (Cifuentes y Sohn, 1998).

La Red Latinoamericana de la Seda (RLS) es una iniciativa que tiene como misión, promover las sinergias locales y regionales que permitan la cooperación entre países de América Latina, con el fin de generar acciones concretas que fortalezcan el desarrollo sustentable de la sericultura en la región, para el beneficio de las comunidades involucradas en el proyecto. El objetivo prioritario, es la inserción social de los grupos marginales como lo son campesinos pobres en zonas deprimidas, indígenas, mujeres pilares de hogar y minusválidos (Cifuentes y Sohn, 1998).

A partir del 14 de octubre de 2008, Guatemala fue aceptado como país para formar parte de la RLS. Desde su aceptación, se ha promovido la integración de varias entidades que aseguren la participación de los sectores más representativos del país para la difusión del cultivo de morera, la crianza de gusano de seda y la elaboración de artesanías con el hilo de seda. Con este propósito se ha integrado un grupo de trabajo conformado por las siguientes entidades (Barrera, 2011):

- a) Cooperativa 4 Pinos: esta cooperativa es una de las mejores organizadas de Guatemala y la más grande del país, siendo su área de acción la producción y exportación de hortalizas. La cooperativa dentro de sus asociados, cuenta con grupos de mujeres que trabajan en la producción agrícola y elaboración de artesanías (incluyendo los textiles). Lo anterior representa otra ventaja, debido a que además de la producción de morera y la crianza del gusano de seda, existe la potencialidad del comercio de artesanías, lo que constituiría un valor adicional a la producción y más y mejores ingresos para las comunidades involucradas (Barrera, 2011).

- b) El Centro Universitario de Oriente -CUNORI-, ubicado en el departamento de Chiquimula: se ha seleccionado dicho centro debido a que se encuentra en el área en donde recientemente se han presentado las mayores crisis de hambruna en el país. La zona posee características climáticas para la producción de morera y crianza del gusano de seda y complementariamente es reconocida por la alta habilidad artesanal de sus habitantes, especialmente las mujeres que elaboran petates y sombreros. En esta región será promovida desde la siembra de morera hasta la producción de artesanías de seda (Barrera, 2011).
  
- c) Complementariamente fue integrada la Escuela Nacional Central de Agricultura –ENCA-, ubicada en Bárcena, Villa Nueva, con el propósito de que sea en esta institución en donde se desarrollen los cursos de capacitación sobre el cultivo de morera, la crianza de gusano de seda y la elaboración de artesanías de seda. Estudios realizados por parte de la ENCA han demostrado que los esquejes de morera enraízan de forma natural dentro del periodo de dos a tres meses (Barrera, 2011).

Estudios realizados en Costa Rica, demostraron que el cultivo de morera puede ser utilizado como sustituto parcial del concentrado usado convencionalmente como alimento para tilapias, en función de la ganancia de peso, crecimiento longitudinal y conversión alimenticia. Palencia (2005), efectuó una investigación evaluando cuatro tratamientos, cada uno con diferentes porcentajes de alimento convencional y forraje de morera en la dieta, los resultados demostraron que es posible sustituir con morera hasta un 50% del alimento convencional, sin afectar los rendimientos. Se estimó que con la utilización de la morera como alimentación se pueden reducir los costos de alimentación de 14.5% a 7.9%.

Por parte de la Universidad de Costa Rica, Boschini y Rodríguez (2002), evaluaron tres factores, siendo estos: edades de los esquejes (84, 112 y 140 días); ubicación de los esquejes en las ramas (basal, medial y apical); y concentraciones de ácido indolbutírico (IBA) (0, 2500, 5000, 7500 partes por millón), disueltas en una solución de 50% de

alcohol etílico y 50% de agua. Lo anterior con el fin de obtener esquejes en condiciones óptimas para ser trasladados a campo definitivo en un periodo menor a lo demostrado de forma natural (dos a tres meses). Obtuvieron mayor porcentaje de enraizamiento en esquejes de 112 días. En cuanto a la escogencia de los esquejes, los resultados favorecieron a los de la parte basal y media. En las aplicaciones de IBA, se observó una tendencia a aumentar el porcentaje de enraizamiento y brotación a medida que se aumentó la concentración de la hormona, aunque no existió una diferencia estadística significativa.

Con fines de obtener plantas de morera enraizadas, aptas para ser trasladadas a campo definitivo, Henríquez (2004), realizó en Chile una investigación, evaluando tres factores de enraizamiento en morera, los cuales fueron la aplicación de tratamiento hormonal (ácido indolbutírico a concentraciones de 0, 500, 1000, 2000 partes por millón), diámetro y longitud de esqueje (esquejes mayores y menores de 1.5 cm de diámetro, esquejes mayores y menores de 10 cm de longitud) y posición del esqueje sobre el sustrato (con una yema enterrada y con dos yemas enterradas). Los resultados demostraron que no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Al evaluar la formación de raíces adventicias, se verificó que, del total de esquejes sometidos a los distintos tratamientos, solamente un 28.1% indujeron raíces.

Estudios realizados por Barrera (2011), demostraron que la aplicación de ácido indolbutírico (IBA) al 0.50% y la mezcla de tierra + arena + materia orgánica, en una relación 2:1:1 respectivamente, acelera el enraizamiento de los esquejes de morera, logrando así obtener un 90% de la plantación con formación de raíces, a los 30 días de iniciado el experimento.

### **2.3. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE MORERA**

La morera es una planta originaria de Asia, probablemente de la región de los Himalayas, China o India, en donde se encuentra la mayor biodiversidad de este género, ya que se registran 950 especies y cientos de variedades (Zheng y Zing, 1988).

La morera es una especie caducifolia que pertenece al orden Urticales, familia Moraceae y género *Morus*. Esta familia se subdivide en cuatro subfamilias que agrupan 55 géneros y 950 especies, en su mayoría intertropicales. Es un árbol frondoso de ramas finas, cuyas hojas se utilizan desde hace cinco mil años, para alimentar a los gusanos de seda. Las especies más conocidas son *Morus alba* y *Morus nigra* (Sánchez, 1999).

Planta leñosa, de tamaño medio – bajo, con hojas generalmente alternas, simples, íntegras hasta lobadas, brillantes y estipuladas. Flores en inflorescencias cimosas, agrupadas en glomérulos globulosos y frutos de color blanco a morado. *M. alba* y *M. nigra*, son principalmente utilizadas en la alimentación del gusano de seda, control de erosión y como planta ornamental. Su uso como planta forrajera para alimentación animal, ha sido reconocido en Centroamérica (Sánchez, 1999).

Su cultivo se realiza generalmente con temperaturas de 18 a 38 °C, precipitación de 600 a 2,500 mm anuales; fotoperiodo de 9 a 13 horas/día y humedad relativa de 65 a 80%. Se cultiva desde el nivel del mar hasta 4,000 m de altitud y se reproduce sexualmente por medio de semilla, y asexualmente por medio de esqueje, acodo e injerto (Benavides, 1999; citado por Henríquez, 2004).

#### **2.4. COMPOSICIÓN Y VALOR NUTRITIVO DEL FOLLAJE DE MORERA**

La composición química de las fracciones del follaje de morera reportada por varios autores, indica que la proteína cruda de las hojas varía entre 15 y 28% dependiendo de la variedad, edad de la hoja y las condiciones de crecimiento. En general los valores de proteína cruda pueden ser considerados similares a la mayoría de follajes de leguminosas (Barrera, 2011). Las fracciones fibrosas en la morera son bajas comparadas con otros follajes. Shayo (1997), reportó contenidos de lignina (detergente ácido) de 8.1 y 7.1% para las hojas y corteza respectivamente. Una característica de la morera es su alto contenido de minerales, con valores de cenizas de hasta 17%. Los contenidos típicos de calcio son entre 1.8-2.4% y de fósforo de 0.14-0.24%. Espinosa,

Benavides y Ferreire (1999), encontraron valores de potasio entre 1.90-2.87% en las hojas y entre 1.33-1.53% en los tallos tiernos, y contenidos de magnesio de 0.47-0.64% en hojas y 0.26-0.35% en tallos tiernos.

La proteína más importante en las hojas de morera, como en la mayoría de las hojas, es la ribulosa-1,5-bifosfato carboxilasa (RuBisCO), cuyo sitio activo es responsable por la fijación de carbono (Kellogg y Juliano, 1997). El nitrógeno en RuBisCO puede representar el 43% de total de nitrógeno de la morera (Yamashita y Ohsawa, 1990).

González y Cáceres (2002); citado por García (2004), realizaron un estudio de valor nutritivo de árboles forrajeros, donde encontraron valores de materia seca (MS) entre 26.2 y 28.1%, proteína bruta (PB) entre 22.7 y 23.1% y fibra bruta (FB) entre 15.3 y 14.2%. Así mismo se encontraron valores de digestibilidad de la MS, PB y FB de 71.3, 75.1 y 67.2% respectivamente en morera, calificando como una de las mejores para la alimentación animal.

La digestibilidad de las hojas de morera es la mayor conocida (hasta 85%) entre las forrajeras arbóreas y arbustivas. Es ideal para alimentar animales lactantes (vacas, cerdas, cabras). También la consumen conejos, aves y equinos (Rodríguez, 1990).

## **2.5. UTILIZACIÓN DE LA MORERA**

Benavides (1995); citado por García (2004), enfatiza los resultados muy promisorios de la morera en Costa Rica y Guatemala para nutrir cabras, ovejas, vacas; con alta conversión de leche y peso vivo. En Colombia es un árbol muy frecuente en diferentes zonas del país; es común encontrarlo formando cercas vivas, además de ser utilizado como sombra, leña, madera, soporte para algunos cultivos, abono verde y recuperador de suelos degradados (Pérez, 1990; citado por García, 2004). Paretas, (1997); citado por García (2004), plantea que se emplea para alimentar el gusano de seda (*Bombyx mori*); es un follaje para alimento de animales domésticos, las hojas tiernas son comestibles para humanos y se recomiendan para mujeres lactantes, sus frutos son



apreciados en los países mediterráneos mientras el arbusto se utiliza para sombra y como ornamental; en China se utiliza para tratar la diabetes.

Sánchez (2002); citado por García (2004), señala los principales usos de la morera: en la sericultura, como fruta en el centro y noreste de Asia, donde es altamente apreciada por su delicioso sabor al consumirse fresca o en jugos. La madera de la morera se utiliza para el trabajo artesanal y en la esfera de la industria deportiva para los bastones de jockey sobre césped y las raquetas de tenis, como plantas ornamentales en parques por su resistencia a las poluciones de las ciudades y bajo requerimiento de agua, además por la belleza que aporta a los jardines y parques de las ciudades y casas. En Asia, sur europeo y en el sur de Estados Unidos de América, los árboles de morera se utilizan en la jardinería (Tipton, 1994; citado por García, 2004).

Como medicina tiene grandes propiedades atribuidas a diferentes partes de la planta, en China y Tailandia se usa como infusión (Datta, 2002; citado por García, 2004). La hoja puede usarse medicinalmente, contra la fiebre, diurético, coagulante, combatir el acné, colesterol (fitosteroles), presión, diabetes y emoliente, la deoxinojirimicina (ONJ) retarda la absorción de los carbohidratos en el intestino delgado evitando la subida del azúcar en sangre. La amilasa baja el azúcar en la sangre (Sánchez, 2002; citado por García, 2004).

## **2.6. PROPAGACIÓN ASEXUAL POR ESQUEJE**

Una alternativa común de propagación en el cultivo de morera es la vegetativa, por medio de esquejes. Este método consiste en separar un fragmento vegetal, mantenerlo vivo y conseguir que se regenere (Heede y Lecourt, 1981). Los esquejes pueden provenir de un tallo o una raíz (Hartmann y Kester, 1988). Este sistema de propagación permite que las variedades e híbridos existentes, o futuras plantas mejoradas, sean inmediatamente incorporados a los sistemas de producción (Henríquez, 2004).

En ambientes tropicales el establecimiento del cultivo de morera es mayor al 90% por medio de esquejes. No es necesario preparar el terreno ni corregir la acidez del suelo. Los esquejes pueden guardarse por más de una semana a la sombra y por más de 100 días en cámara fría, sin afectar la capacidad de enraizamiento (Benavides, 1999; citado por Henríquez, 2004).

Otra de las ventajas de esta forma de propagación es que a partir de plantas madres es posible reproducir una gran cantidad de plantas en un espacio limitado. Además, se obtiene una mayor uniformidad en las plantas establecidas, debido a la ausencia de variaciones genéticas que, en general, aparecen en las plantas provenientes de semilla (Hartmann y Kester, 1988). Sin embargo, la propagación por esquejes presenta algunos inconvenientes: las plantas obtenidas por esta vía son menos vigorosas, debido a un sistema radicular superficial y relativamente pobre, además, estas plantas son relativamente menos resistentes a enfermedades. No todas las especies toleran este tipo de propagación, por lo que es imprescindible el uso de fitohormonas y reguladores de crecimiento (Cuculiza, 1956; citado por Henríquez, 2004).

## **2.7. FORMACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS**

Según Botti (1999), la formación y el desarrollo de raíces a partir de esqueje, puede dividirse en cuatro etapas: inducción y diferenciación de un grupo de células meristemáticas (inicio de división celular); aumento de las divisiones celulares para formar los primordios iniciales (aún no determinados); organización de estos grupos en primordios radiculares (cuando hay aproximadamente 1500 células en cada primordio inicial) y crecimiento, diferenciación y emergencia de las nuevas raíces, incluyendo la ruptura de tejidos superficiales para permitir su salida y la conexión vascular con los tejidos vasculares de los esquejes.

Los tejidos de los tallos más susceptibles a formar primordios radicales son: epidermis, parénquima cortical, parénquima radial, cambium vascular y parénquima floemático (Botti, 1999). Las raíces adventicias suelen originarse a partir de células que se dividen

en la proximidad del floema de los vasos conductores, los cuales forman un callo del que se diferencian luego las raíces. Si se produce una herida en una planta herbácea, las células parenquimáticas próximas a la herida se desdiferencian y vuelven a dividirse para formar un callo cicatricial, el cual corresponde a un conjunto de células parenquimáticas en varios estados de lignificación. En los vegetales leñosos el callo suele proceder del cambium, aunque también de la corteza y médula. Más tarde empiezan a aparecer en algunas células del callo diferenciaciones que conducen a un nuevo tejido: se forman, por ejemplo, puntos vegetativos caulinares o radicales y se establece la unión con los elementos conductores (Strasburger, 1994).

En la mayoría de las plantas, la formación de callo y de las raíces es independiente entre sí y cuando ocurren en forma simultánea es debido a su dependencia de condiciones internas y ambientales similares (Hartmann y Kester, 1988). Gutiérrez (1995); citado por Henríquez (2004), señala que la formación de raíces depende de una serie de factores internos o endógenos, los que interactúan, en forma compleja, generando cambios en el metabolismo, la desdiferenciación y el crecimiento.

## **2.8. BASES FISIOLÓGICAS DE LA INICIACIÓN DE LA RAÍZ EN LOS ESQUEJES**

El desarrollo vegetal está influenciado, entre otros factores, por diversas sustancias de síntesis natural, conocidas como hormonas, y otras sintéticas denominadas reguladores de crecimiento. Para distinguir entre hormonas vegetales y reguladoras del crecimiento, se puede decir que, todas las hormonas regulan el crecimiento, pero que no todos los reguladores del crecimiento son hormonas. Se conocen cinco grupos principales de fitohormonas: etileno, giberelinas, citoquininas, auxinas y el ácido abscísico; de las cuales, las auxinas son las que tienen el mayor efecto sobre la formación de raíces (Hartmann y Kester, 1988).

Para explicar el proceso de inducción de raíces, existe la teoría de la rizocalina de Bouillene, la cual establece que un compuesto fenólico no específico (posiblemente dihidroxifenol) actúa como cofactor del enraizamiento. Este cofactor es producido en las

hojas y yemas de los esquejes y posteriormente translocado a la región del enraizamiento, donde en presencia de un factor no específico; completan el complejo rizocalina, el cual actúa como estimulante de la rizogénesis (Gutiérrez, 1995; citado por Henríquez, 2004).

Las auxinas se sintetizan en las hojas y meristemas apicales, a partir del aminoácido triptofano. La auxina ácida indol-3-acético (IAA) es una hormona natural que promueve la formación de raíces adventicias. También se ha demostrado que las formas sintéticas, como los ácidos indol-butírico (IBA) y naftalenacético (NAA), son más efectivos que el IAA para estimular la formación de raíces en esquejes, debido a que no son tóxicos para las plantas en una amplia gama de concentraciones y estimulan el enraizamiento en un gran número de especies, además presentan una mayor fotoestabilidad (Hartmann y Kester, 1988).

Las auxinas se mueven a través de células parenquimáticas, desde su lugar de formación hacia los haces vasculares del tallo y, a diferencia de lo que ocurre con los azúcares, iones y otros solutos, que se transportan a través de los tubos cribosos del floema; este transporte, célula a célula, se caracteriza por ser más lento; además de ser un transporte polar, es decir, siempre basipétalo; en las raíces también es un transporte polar, pero en sentido acropétalo, hacia los ápices (Strasburger, 1994).

Para el crecimiento de raíces en general se requieren bajas concentraciones auxínicas (dependiendo de la especie y la edad de la planta), debido a que las células de los meristemas radicales contienen un nivel de auxinas, provenientes de la parte aérea, suficientes para una elongación normal; no así para la formación de raíces adventicias, en donde se requieren mayores concentraciones (Salisbury, 1991; citado por Henríquez, 2004).

Las auxinas cumplen un rol primordial en la elongación celular y este puede ser descrito en dos procesos: aumentan la plasticidad de la pared celular y participan en reacciones que permiten el depósito de celulosa dentro de las paredes. Estos dos fenómenos se

producen debido a que las microfibrillas de celulosa, orientadas inicialmente en ángulo recto al eje longitudinal de crecimiento, van modificando su ángulo de posición durante el crecimiento, para finalmente orientarlas casi paralelas a dicho eje, lo que produce un estiramiento de la pared celular y por consiguiente un alargamiento de la célula (Salisbury, 1991; citado por Henríquez, 2004). Además, las auxinas intervienen en el crecimiento del tallo, inhibición de yemas laterales, abscisión de hojas y de frutos, activación de las células del cambium y otras (Salisbury, 1991; citado por Henríquez, 2004).

## **2.9. COFACTORES DE ENRAIZAMIENTO Y SU COMPORTAMIENTO SINÉRGICO CON LA AUXINA**

El hecho de que se inhiba el crecimiento y elongación de raíces utilizando altas concentraciones de auxinas, se debe a que éstas, en altas concentraciones, estimulan la formación de etileno, el cual a su vez en la mayoría de las especies, retarda la elongación, tanto de raíces como de tallos, debido a que provoca la expansión radial de las células, aumentando el grosor de la pared celular, evitando la expansión paralela de las microfibrillas de celulosa (Strasburger, 1994).

Las auxinas también promueven el desarrollo de raíces adventicias en esquejes de tallo, ya que muchas especies leñosas poseen primordios de raíces adventicias en sus tallos, los cuales permanecen latentes por algún tiempo, a menos que se les estimule con auxinas exógenas. Estos primordios, con frecuencia se encuentran en los nudos o en los extremos inferiores de las ramas que se localizan entre los nudos. En tallos que carecen de primordios radicales preformados, se formarán raíces adventicias a partir de divisiones celulares de la capa externa del floema (Salisbury, 1991; citado por Henríquez, 2004).

Por otra parte, la eliminación de yemas y hojas jóvenes, ambas ricas en auxinas, inhibe el número de raíces laterales formadas, pero si se sustituyen auxinas, por estos órganos, con frecuencia se restituye la capacidad de los esquejes de formar raíces. Al

aplicar exógenamente auxinas, en altas concentraciones, se observa una inhibición en la elongación de raíces, pero una estimulación en la iniciación y desarrollo temprano de raíces (Salisbury, 1991; citado por Henríquez, 2004).

Es sabido que las yemas y hojas son productoras de auxinas; sin embargo, la luz solar tendría un efecto en la descomposición de dichas auxinas endógenas, mientras que con la aplicación exógena de IBA, que es más fotoestable y presenta una mayor resistencia a la descomposición bacteriana y a la destrucción por efecto de la luz, que el ácido Indolacético (IAA), una forma natural sensible a la luz solar, se logra mayor porcentaje de enraizamiento en los esquejes aplicados (Hartmann y Kester, 1988).

Existen especies cuyas estacas son difíciles que formen raíces, debido a la presencia de inhibidores naturales asociados a compuestos fenólicos, como lo son la lignina, flavonoles, antocianidinas, etc. Lavando los esquejes con agua aumenta la calidad y cantidad de las raíces que se producen, ya que durante el lavado se liberan dichas sustancias (Hartmann y Kester, 1988).

## **2.10. EFECTO DE LOS CARBOHIDRATOS EN EL ENRAIZAMIENTO**

La iniciación de raíces en los esquejes requiere de energía. Considerando que las sustancias lipídicas normalmente no son abundantes en los tallos, la degradación de carbohidratos se constituye probablemente en la única fuente de energía de los esquejes para activar el proceso rizógeno, señalándose al almidón, cuando está presente, como la principal y posiblemente única fuente de energía para la iniciación y desarrollo del primordio radical (Gutiérrez, 1995; citado por Henríquez, 2004).

Hartmann y Kester (1997), plantean que el grosor y firmeza de los tejidos en los esquejes, está directamente relacionado con el contenido endógeno de carbohidratos de reserva y que estos no tienen un efecto regulador en la formación de raíces, pero sí son importantes para aportar energía, construir moléculas complejas y elementos estructurales.

## **2.11. MÉTODOS DE APLICACIÓN EXÓGENA DE SUSTANCIAS SINTÉTICAS REGULADORAS DE CRECIMIENTO**

Según Águila y Martínez (1989), atendiendo el importante efecto de los reguladores auxínicos en el enraíce de esquejes, diversas firmas comerciales han puesto en el mercado formulaciones rizogénicas. Los preparados comerciales se presentan en forma de polvo o en solución.

### **2.11.1. Fórmulas en polvo**

Las fórmulas en polvo contienen el regulador auxínico (ácidos indolbutírico, naftalenacético y en algunos casos ácido indolacético) a concentraciones del 0.1 al 2.0% según los requerimientos de los esquejes y/o variedades a tratar. La sustancia activa pulverizada está mezclada con un solvente en polvo que normalmente es talco y que puede llevar además caolín o carbón activo (Barrera, 2011).

En muchos casos el preparado incluye un fungicida como preventivo de las enfermedades fúngicas propias de la base de los esquejes. Existen preparados con dosis y principios activos distintos que cubren la gama de las exigencias de los distintos esquejes ornamentales (Águila y Martínez, 1989).

Antes del tratamiento la base de los esquejes debe mojarse con agua o una solución fungicida y sacudir para eliminar el exceso. A continuación, se impregna la base humedecida en el preparado en polvo, que previamente se habrá sacado del recipiente original y colocado en otro apto para realizar la impregnación. Si queda retenida mucha cantidad hay que sacudir ligeramente. La cantidad de producto extraído del envase debe ser el adecuado para el número de esquejes a tratar, puesto que el resto no puede recuperarse, dado que existe riesgo de contaminación si el material vegetal estuviera enfermo (Hartmann y Kester, 1987).

Una vez tratados los esquejes se plantan en el sustrato y no deberán moverse, ya que se perdería parte del tratamiento. Las formulaciones en polvo disminuyen su eficacia a partir de un año de almacenamiento y es conveniente guardarlos en el frigorífico (Hartmann y Kester, 1987).

### **2.11.2. Formulaciones líquidas**

Las formulaciones líquidas comerciales son soluciones concentradas de las auxinas más activas (IBA y ANA, principalmente), que se utilizan en dos técnicas distintas descritas a continuación (Águila y Martínez, 1989):

- **Remojo de larga duración**

La parte basal de los esquejes (1 a 3 cm) se sumerge durante un periodo largo (12, 24 y hasta 48 horas) en una solución acuosa de baja concentración (5 a 200 mg/L). Durante el tratamiento los esquejes deben permanecer en condiciones de temperatura de 18 °C a 22 °C, humedad relativa alta y sin recibir luz directa. Generalmente el tratamiento se realiza en recipientes de vidrio (Barrera, 2011).

Pueden cubrirse los esquejes con un plástico a fin de reducir la pérdida del tratamiento al disminuir la transpiración. La solución no puede ser utilizada nuevamente. Este método tiene como riesgo la posible transferencia de virus, hongos y bacterias procedentes de esquejes enfermos. En la actualidad es la técnica menos utilizada, aunque en algunos casos es el único tratamiento eficaz (Águila y Martínez, 1989).

- **Inmersión rápida**

Este método consiste en sumergir la base de los esquejes durante cinco segundos en una disolución de alta concentración (4 a 20 g/L). No es recomendable guardar el sobrante de los tratamientos, ya que existe el riesgo de contaminación por parte de algún



esqueje enfermo. En ambos casos, finalizado el tratamiento se sacuden los esquejes para eliminar el excedente del producto y se plantan en el sustrato de enraizamiento. En la práctica habitual se ha observado una mejora en el enraizado con el lavado con agua de la parte tratada del esqueje antes de su plantación. Las soluciones concentradas deben guardarse en recipientes oscuros, perfectamente tapados (de no ser así se evapora el disolvente y se concentra el producto) y preferiblemente en el frigorífico (Hartmann y Kester, 1987).

Las disoluciones concentradas para los tratamientos líquidos las puede preparar el propio usuario a partir del producto puro sólido (pesado con exactitud), disolviéndolo en alcohol etílico (la mitad del volumen final que se desee) y una vez disuelto diluir con agua hasta el volumen final (Hartmann y Kester, 1987). El método de inmersión rápida es particularmente eficaz en los esquejes leñosos de madera dura. Las formulaciones más utilizadas son las pulverulentas por su fácil manejo (Águila y Martínez, 1989).

## **2.12. SUSTRATO**

El sustrato para enraizamiento de esquejes debe tener condiciones similares a las del medio para germinación de semillas, prestando atención sobre todo a la porosidad libre para favorecer el intercambio gaseoso, factor de gran importancia en el proceso de rizogénesis. El medio de enraizamiento desempeña tres funciones (Llurba, 1997; citado por Barrera, 2011):

- Sostener la porción vegetativa en su lugar, durante el periodo de enraizamiento.
- Proporcionar humedad constante a la porción vegetativa.
- Permitir el intercambio gaseoso entre el medio y la porción vegetativa.

En el sector hortícola, sustrato se define como todo material sólido distinto del suelo *in situ*, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radical, desempeñando por lo tanto, un papel de soporte para la planta (Abad, 1991). El sustrato puede intervenir

(material químicamente activo) o no (material inerte) en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta y su finalidad es proporcionar un medio para producir una planta de calidad, en un periodo de tiempo corto y con los más bajos costos de producción (Abad, 1991). En adición el sustrato no debería provocar un impacto medioambiental de importancia. (Abad y Noguera, 1985). Las características de los materiales a utilizar son:

### **2.12.1. Arena**

La arena está formada por pequeños granos de piedra, de alrededor 0.05 a 2.0 mm de diámetro que se originan por la intemperización de diversas rocas, dependiendo su composición mineral de la que tenga la roca madre. En propagación de plantas generalmente se emplea arena de cuarzo, que es en forma predominante un complejo de sílice. La arena de grado más satisfactorio para el enraizamiento de esquejes es la que en albañilería se usa para blanqueados. La arena es el más usado de los medios para enraizamiento. Cuando seca, pesa alrededor de 1.7 kg x dm<sup>3</sup> (100 libras por pie<sup>3</sup>). De preferencia se debe fumigar o tratar con calor antes de usarla, ya que puede contener semillas de malezas y algunas especies de hongos que producen ahogamiento. La arena virtualmente no contiene nutrientes minerales y no tiene capacidad amortiguadora (buffer) respecto a sustancias químicas (Hartmann y Kester, 1987).

### **2.12.2. Materia orgánica**

Las hojas de arce, encino, olmo, son apropiadas para obtener "tierra de hoja". Para preparar un abono de esa naturaleza, las capas de hojas se mezclan con capas delgadas de tierra a la que se agrega una pequeña cantidad de un fertilizante nitrogenado, como sulfato de amonio. La mezcla debe regarse bien para mantener la acción de descomposición, pero es deseable tenerla bajo un cobertizo o cubrirla con un toldo impermeable para evitar una lixiviación excesiva en tiempo de lluvias. La tierra de hoja queda lista para usarse de 12 a 18 meses después de preparada (Hartmann y Kester, 1987).

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO**

En Guatemala existen plantaciones pequeñas de morera; sin embargo, es una planta que tiene un elevado potencial para ser cultivada dadas las condiciones climáticas existentes en el país. La morera, además de ser utilizada como alimento para las larvas del gusano de seda, también es utilizada como forraje para alimentación de ganado, dadas sus propiedades bromatológicas. Adicionalmente, debido a que la planta es un arbusto grande, proporciona una amplia cobertura y amarre del suelo que contrarresta la erosión y permite la captación de agua de lluvia, por lo que la planta también puede ser utilizada en áreas no aptas para la agricultura, que necesiten ser reforestadas (Barrera, 2011).

El cultivo de morera puede fomentarse en Guatemala con el propósito de diversificar la producción y lograr la inserción de personas de escasos recursos, logrando así mejorar su calidad de vida. El método de propagación más utilizado para el cultivo de morera es el asexual, por medio de esquejes que enraízan en un periodo de dos a tres meses, antes de ser trasladados a campo definitivo. Esta lentitud inicial para el desarrollo del cultivo se supone que sea debida a la carencia de un estímulo hormonal, aunado a una mala técnica de selección y siembra de esquejes en la etapa de vivero.

El problema que presenta el cultivo de morera para su producción, es un aspecto tecnológico, sujeto a mejoras para obtener plántulas de morera en menor tiempo y de esa manera acelerar la etapa de propagación del cultivo, para que el cultivo de morera sea más atractivo por parte de los futuros productores, ya que la planta permanecerá menor tiempo en etapa de vivero (Benavides, 1999; citado por Barrera, 2011).

El presente trabajo de investigación se planteó con el propósito de establecer las bases técnicas y agronómicas; mediante la utilización de tratamiento hormonal, selección del diámetro ideal de esqueje, así como la profundidad de siembra en vivero, que permita acelerar el desarrollo inicial de la planta.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. GENERAL**

Evaluar tres niveles de tratamiento hormonal, dos diámetros de esqueje y dos profundidades de siembra, en esquejes de morera (*Morus alba*), con el fin de promover el enraizamiento y desarrollo inicial de la planta, antes de su trasplante al campo definitivo.

### **4.2. ESPECÍFICOS**

Determinar el efecto de la aplicación de ácido indolbutírico (IBA), el diámetro del esqueje y la profundidad de siembra, sobre el porcentaje de esquejes enraizados.

Determinar el efecto de la aplicación de ácido indolbutírico (IBA), el diámetro del esqueje y la profundidad de siembra, sobre el volumen radicular de los esquejes.

Evaluar el efecto de la aplicación de ácido indolbutírico (IBA), el diámetro del esqueje y la profundidad de siembra, sobre la biomasa radicular y biomasa foliar en esquejes de morera.

Establecer los costos de producción por esqueje de morera enraizado, para diferentes tratamientos de concentración de ácido indolbutírico (IBA), diámetro de esqueje y profundidad de siembra.

## 5. HIPÓTESIS

Por lo menos uno de los tratamientos de aplicación de IBA (ácido indolbutírico), diámetro de esqueje y profundidad de siembra, tendrá incidencia positiva sobre el porcentaje de esquejes de morera enraizados.

Por lo menos uno de los tratamientos de aplicación de IBA (ácido indolbutírico), diámetro de esqueje y profundidad de siembra, tendrá incidencia positiva sobre el volumen radicular de los esquejes de morera.

Por lo menos uno de los tratamientos de aplicación de IBA (ácido indolbutírico), diámetro de esqueje y profundidad de siembra, propiciará una mayor biomasa radicular y foliar en los esquejes de morera.

Por lo menos en uno de los tratamientos a evaluar, el costo de producción por esqueje de morera enraizado será menor.

## **6. METODOLOGÍA**

### **6.1. LOCALIZACIÓN**

El experimento se realizó en la Escuela Nacional Central de Agricultura, en la finca Bárcena, localizada en la aldea del mismo nombre, en el municipio de Villa Nueva, del departamento de Guatemala, ubicado a 14° 32' 48" latitud norte y entre 90° 37' 21" y 90° 36' 6.6" longitud oeste, a 24 km de la ciudad capital y a 3 km del municipio de Villa Nueva, a una altitud de 1,437 msnm. En general presenta un clima, según el método de clasificación de zonas de vida de Thorntwaite, como bosque húmedo subtropical, la temperatura oscila entre 24.8 °C máxima y de 14.5 °C mínima. La precipitación es de 760 mm a 1,130 mm anuales y una humedad relativa de 75% (Samayoa, 1992).

### **6.2. MATERIAL EXPERIMENTAL**

Para desarrollar la investigación fueron necesarios los siguientes materiales:

- Esquejes de morera, de la zona media y basal de la rama, con cuatro yemas y un diámetro mayor y menor de 1.5 cm.
- Ácido indolbutírico (IBA).
- Sustrato (tierra + arena + materia orgánica en una relación 2:1:1 respectivamente).

### **6.3. FACTORES ESTUDIADOS**

En el presente experimento se evaluaron tres factores:

- Tratamiento hormonal
- Diámetro de esqueje
- Profundidad de siembra del esqueje.

En el cuadro 1 se muestran los factores y sus diferentes niveles de estudio.

Cuadro 1. Factores y niveles evaluados.

<b>Tratamiento hormonal</b>	<b>Diámetros de esquejes de 4 yemas</b>	<b>Profundidad de siembra</b>
IBA al 1.0%	Gruesos, mayores de 1.5 cm de diámetro	Una yema enterrada
IBA al 0.75%		
Testigo (IBA al 0.50%)	Delgados, menores o iguales a 1.5 cm de diámetro	Dos yemas enterradas

#### **6.4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS**

En el cuadro 2 se presentan los 12 tratamientos evaluados, los mismos se generaron de la combinación de tres tratamientos hormonales, dos diámetros de esqueje y dos profundidades de siembra de esqueje.

Cuadro 2. Tratamientos evaluados durante el experimento.

Tratamientos	Tratamiento hormonal	Diámetro de esqueje	Profundidad de siembra (yemas enterradas)	Código
1	IBA al 1.0%	Grueso	Una yema	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>
2			Dos yemas	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>
3		Delgado	Una yema	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>
4			Dos yemas	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>
5	IBA al 0.75%	Grueso	Una yema	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>
6			Dos yemas	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>
7		Delgado	Una yema	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>
8			Dos yemas	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>
9	Testigo (IBA al 0.50%).	Grueso	Una yema	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>
10			Dos yemas	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>
11		Delgado	Una yema	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>
12			Dos yemas	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>

## 6.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la evaluación se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con un arreglo de tratamientos trifactorial combinatorio, con doce tratamientos y tres repeticiones.

## 6.6. UNIDAD EXPERIMENTAL

Cada unidad experimental estuvo formada por quince esquejes, haciendo un total de 540 esquejes para las 36 unidades experimentales.



## 6.7. MODELO ESTADÍSTICO

Para conocer el efecto de los factores evaluados y la interacción entre los mismos se utilizó el modelo estadístico siguiente:

Factor A: Tratamiento hormonal.

Factor B: Diámetro de esqueje.

Factor C: Profundidad de siembra.

$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + A_iB_j + A_iC_k + B_jC_k + A_iB_jC_k + R_l + E_{ijkl}$

$Y_{ijkl}$ : Variable general.

$\mu$ : Efecto de la media general del experimento.

$A_i$ : Efecto del  $i$ -ésimo nivel del factor A.

$B_j$ : Efecto del  $j$ -ésimo nivel del factor B.

$C_k$ : Efecto del  $k$ -ésimo nivel del factor C.

$A_iB_j$ : Efecto de la interacción entre el  $i$ -ésimo nivel del factor A con el  $j$ -ésimo nivel del factor B.

$A_iC_k$ : Efecto de la interacción entre el  $i$ -ésimo nivel del factor A con el  $k$ -ésimo nivel del factor C.

$B_jC_k$ : Efecto de la interacción entre el  $j$ -ésimo nivel del factor B con el  $k$ -ésimo nivel del factor C.

$A_iB_jC_k$ : Efecto de la interacción entre el  $i$ -ésimo nivel del factor A con el  $j$ -ésimo nivel del factor B y el  $k$ -ésimo nivel del factor C.

$R_l$ : Efecto de la  $l$ -ésimo bloque.

$E_{ijkl}$ : Error experimental asociado a la  $i$ - $j$ - $k$ - $l$ -ésima unidad experimental.

### 6.8. CROQUIS DE CAMPO

En la figura 1, se muestra la distribución de los tratamientos en el campo. Los códigos para cada uno de los tratamientos fueron descritos en el cuadro 2.

I	II	III
A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>
A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>
A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>
A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>

Figura 1. Distribución de los tratamientos en campo.

En donde:

I al III= Son las repeticiones.

A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> y A<sub>3</sub>= Concentraciones de IBA.

B<sub>1</sub> y B<sub>2</sub>= Diámetro de esqueje.

C<sub>1</sub> y C<sub>2</sub>= Profundidad de siembra.

## 6.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Se seleccionó y delimitó un área de 48 m<sup>2</sup> (4 metros de ancho por 12 metros de largo). Uno de los criterios de selección fue la disponibilidad de agua y evitando que existiera sombra en el lugar.

Se procedió mediante el uso de herramientas manuales (machete y azadón) a la limpieza y destrucción de malezas dentro del área seleccionada. Posterior a la limpieza se colocó un nylon en el área seleccionada, con el fin de impedir el desarrollo posterior de malezas.

Se identificó el área de trabajo con un rótulo, con el título del experimento.

Para la preparación del sustrato se realizó la mezcla tierra + arena + materia orgánica, en una proporción 2:1:1 respectivamente.

Se llenaron 540 bolsas de polietileno de 15.24 x 20.34 cm (6 x 8 pulgadas) con el sustrato preparado, colocando 15 bolsas por unidad experimental. Se distribuyeron las bolsas llenas, según croquis de campo.

Se procedió a seleccionar y cortar 540 esquejes de morera en la zona basal o media de la rama, de la plantación existente en la Escuela Nacional Central de Agricultura. Se escogieron esquejes de cuatro yemas, se midieron los diámetros de los esquejes por medio de un vernier, recolectando 270 esquejes que tuvieran un diámetro mayor de 1.5 cm y 270 esquejes con un diámetro menor o igual a 1.5 cm. Posterior al corte de los esquejes se procedió a lavarlos con abundante agua.

Se preparó la solución donde posteriormente se diluyó la hormona, ésta se separó en tres recipientes plásticos, cada recipiente contenía la solución de 0.50 litros de agua + 0.50 litros de alcohol etílico.

A cada recipiente con la solución de 1 litro se le agregó la hormona IBA, a una concentración de 0.50%, 0.75% y 1%; donde se aplicó 5 gramos, 7.5 gramos y 10 gramos del producto respectivamente.

Ya preparada las soluciones de IBA, se realizó la práctica de inmersión rápida, donde se utilizaron 180 esquejes por solución, sumergiendo los 5 cm de la base de los esquejes, durante 5 segundos, se dejó un lapso de 30 minutos antes de ser plantados.

Una vez tratados los esquejes con el promotor de crecimiento, cada grupo se sembró a dos profundidades de siembra en el sustrato:

- El primer grupo fue enterrado verticalmente, dejando tres yemas sobre el sustrato y una yema bajo el sustrato.
- El segundo grupo fue enterrado verticalmente, dejando dos yemas sobre el sustrato y 2 yemas bajo el sustrato.

Se identificó cada uno de los tratamientos con etiquetas de diferentes colores para diferenciarlos en el transcurso de la investigación.

Durante el desarrollo del experimento se realizaron las siguientes actividades: riegos y control de malezas de forma manual. No se hicieron aplicaciones de productos químicos para el control de plagas y enfermedades.

La medición de variables se efectuó en tres momentos: a los 40, 60 y 90 días después del establecimiento del experimento. Para cada lectura se hicieron muestreos destructivos de cinco esquejes de morera por tratamiento.

## 6.10. VARIABLES RESPUESTA

Las siguientes variables de respuestas se midieron en tres momentos, a los 40, 60 y 90 días después del establecimiento del experimento, realizando un muestreo destructivo, donde se consideraron cinco esquejes por unidad experimental.

- **Esquejes enraizados (en porcentaje);** se tomaron cinco esquejes al azar por cada tratamiento y se revisaron para ver si presentaban o no raíces. El número de esquejes enraizados se expresó en porcentaje, con relación al total de esquejes muestreados en cada unidad experimental.
- **Volumen radicular (cm<sup>3</sup>);** después de obtener el peso fresco de las raíces, éstas se colocaron en un beacker calibrado con un volumen conocido de agua. El volumen de raíces se determinó por la diferencia entre el volumen final y el volumen inicial del agua.
- **Peso fresco y peso seco de las raíces de los esquejes (gramos);** de los esquejes que habían desarrollado sistema radicular, se procedió a seccionar la raíz y a obtener su peso fresco en una balanza analítica, posteriormente se secaron en un horno a 70 °C, durante 48 horas y posteriormente se obtuvo su peso seco.
- **Peso fresco y peso seco de las hojas de los esquejes (gramos);** A los esquejes también se procedió a cortarles las hojas, de éstas se obtuvo el peso fresco, por medio de una balanza analítica, posteriormente se secaron en un horno a 70 °C. durante 48 horas, para obtener el peso seco.
- **Costos de producción (en Quetzales);** para cada tratamiento se llevaron registros económicos, por medio de los cuales se recopiló la información necesaria para determinar los costos de producción.

## **6.11. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

### **6.11.1. Análisis estadístico**

Las diferentes variables fueron sometidas a un análisis de varianza (ANDEVA). Cuando se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, se procedió a realizar una Prueba de Medias, utilizando para el efecto Tuckey (5%). Para dicho análisis estadístico fue utilizado el software InfoStat versión 2015. Para algunas variables también se utilizaron gráficas.

### **6.11.2. Análisis financiero**

Por no contar con información que permitiera proyectar los ingresos (costo de un esqueje enraizado), no se realizó ningún análisis financiero. Únicamente se llegaron a establecer los costos por esqueje enraizado para cada uno de los tratamientos evaluados.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1. PORCENTAJE DE ESQUEJES DE MORERA ENRAIZADOS

Para determinar el porcentaje de esquejes enraizados, se contabilizó el número de esquejes con presencia de raíz, del total de esquejes muestreados por unidad experimental de cada tratamiento. Por tratarse de porcentajes, fue necesario realizar una transformación angular de porcentajes a grados.

Los resultados del ANDEVA para las dos lecturas se muestran en el anexo del presente informe, en el cuadro 3 se presenta un resumen del análisis obtenido.

Cuadro 3. Análisis de varianza para las dos lecturas realizadas para la variable porcentaje de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Bárcena, Villa Nueva.

Fuente de variación	Lecturas (Días después de la siembra)	
	40	60
Hormona	0.7309 NS	0.3386 NS
Diámetro de esqueje	0.9114 NS	0.8581 NS
Profundidad de siembra	0.9114 NS	0.8581 NS
Bloque	0.1267 NS	0.234 NS
Hormona*Diámetro	0.4411 NS	0.5181 NS
Hormona*Profundidad	0.9014 NS	0.5181 NS
Diámetro*Profundidad	0.5237 NS	0.3551 NS
Hormona*Diámetro*Profundidad	0.6008 NS	0.7828 NS
C.V. (%)	24.09	13.62

NS = Diferencia no significativa

Los esquejes muestreados a los 90 días presentaron un 100% de enraizamiento, por lo que no fue necesario realizar análisis de varianza, ya que no se presentaron diferencias entre los tratamientos.

### 7.1.1. Lectura a los 40 días después de la siembra

En la primera lectura se obtuvo un promedio de 83.89% de esquejes enraizados. En la figura 2 se muestran los resultados específicos para cada uno de los tratamientos.

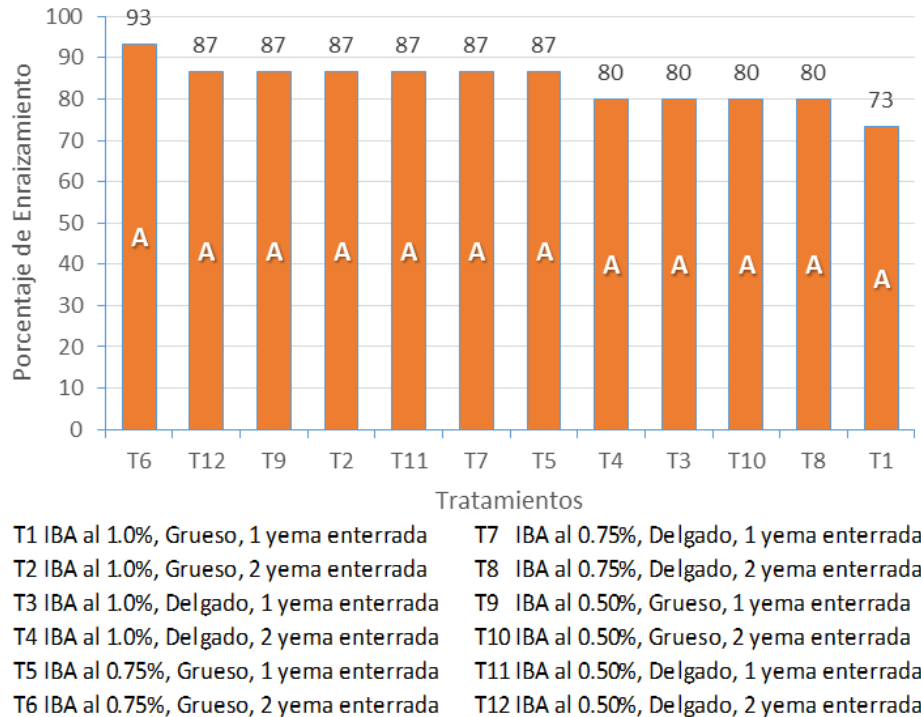


Figura 2. Porcentaje de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Primera lectura. Bárcena, Villa Nueva.

Los resultados muestran tendencia de un mayor porcentaje de esquejes enraizados cuando el tratamiento hormonal fue a una concentración de 0.75% de IBA, esquejes gruesos con un diámetro mayor o igual a 1.50 cm, y con una profundidad de siembra de dos yemas. Para la formación de raíces adventicias se requieren de mayor concentración de auxinas, aunque también es sabido que a altas concentraciones también pueden provocar la inhibición de crecimiento y elongación de raíces.



### 7.1.2. Lectura a los 60 días después de la siembra

Para la segunda lectura se obtuvo un promedio de 96.11% de esquejes enraizados, aunque existió un buen porcentaje de esquejes con presencia de raíces y ante la falta de significancia estadística, se consideró importante graficar los porcentajes de enraizamiento de cada tratamiento (figura 3).

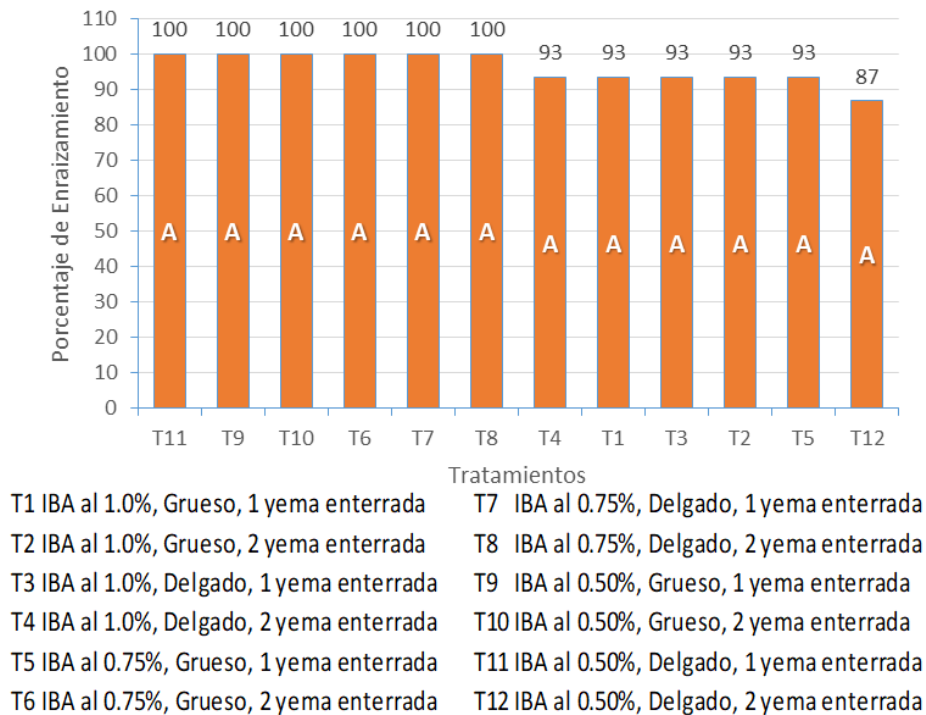


Figura 3. Porcentaje de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Segunda lectura. Bárcena, Villa Nueva.

La tendencia muestra que con 1.0% de IBA, se obtuvo menor porcentaje de enraizamiento, lo cual puede deberse a la inhibición de crecimiento y elongación de raíces, esto ocasionado por la estimulación del etileno, que provoca la expansión radial de las células, aumentando el grosor de la pared celular, evitando la formación de microfibrillas de celulosa, que dan origen a la formación de raíces adventicias mediante la división celular a partir de células meristemáticas (Strasburger, 1994).

## 7.2. VOLUMEN RADICULAR

En la toma de datos para determinar el volumen radicular se realizaron muestras destructivas, se removió la zona radicular, para posteriormente tomarle el peso fresco y luego proceder a realizar la lectura del volumen radicular, cada muestra se colocó en un beaker calibrado con un volumen conocido de agua, la diferencia entre el volumen inicial y el volumen final se tomó como el volumen radicular. En el cuadro 4 se presenta un resumen del análisis de ANDEVA para las tres lecturas realizadas.

Cuadro 4. Análisis de varianza para las tres lecturas realizadas para la variable volumen radicular en esquejes de morera con diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Bárcena, Villa Nueva.

Fuente de variación	Lecturas (Días después de la siembra)		
	40	60	90
Hormona	0.0001 **	0.0383 NS	0.0101 *
Diámetro de esqueje	0.1135 NS	0.2166 NS	0.2367 NS
Profundidad de siembra	0.0001 **	0.0123 *	0.0002 **
Bloque	0.0241 *	<0.0001 **	0.0412 NS
Hormona*Diámetro	0.2727 NS	0.0343 *	0.2634 NS
Hormona*Profundidad	0.0061 **	0.4128 NS	0.8279 NS
Diámetro*Profundidad	0.0111 *	0.031 *	0.3156 NS
Hormona*Diámetro*Profundidad	0.228 NS	0.7572 NS	0.0042 **
C.V. (%)	20.26	15.06	5.86

NS = Diferencia no significativa    \* = Diferencia significativa    \*\* = Diferencia altamente significativa

### 7.2.1. Lectura a los 40 días después de la siembra

Debido a los resultados del ANDEVA, se procedió a realizar la prueba de medias para la interacción de los factores concentración de hormona por profundidad de siembra (figura 4) y diámetro de esqueje por profundidad de siembra (figura 5).

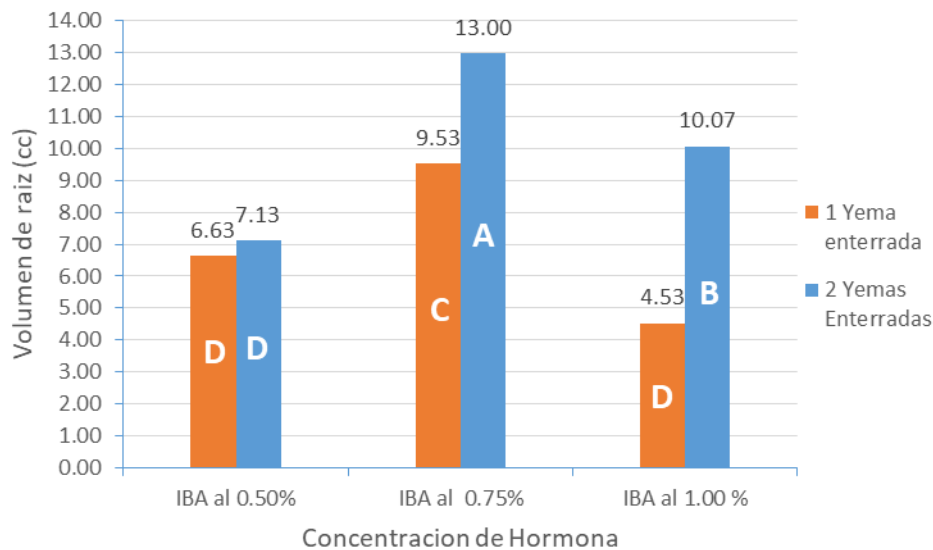


Figura 4. Interacción concentración de hormona por profundidad de siembra, para la variable volumen radicular. Primera lectura. Bárcena, Villa Nueva.

Los resultados muestran un mayor volumen radicular cuando el esqueje de morera fue tratado a una concentración de hormona a 0.75% de IBA y se sembró con dos yemas de profundidad, este efecto estaría relacionado a la utilización de auxinas como estimulador de diferenciación de raíces a partir de las células meristemáticas. Para la formación de raíces adventicias se requieren de mayor concentración de auxinas, aunque también es sabido que a altas concentraciones también pueden provocar la inhibición de crecimiento y elongación de raíces.

En los esquejes tratados con 1.00% de IBA, enterrados con dos yemas de profundidad obtuvo el segundo mayor volumen radicular, respecto al resto de interacciones, este efecto podría relacionarse al existir altas concentraciones de auxinas provoca la inhibición de crecimiento y elongación de raíces, la inhibición de crecimiento es propicio a la formación de nuevas raicillas, las cuales son abundantes, lo que produce más cantidad de raíces, pero son pequeñas no propicias para el trasplante a campo definitivo.

Es sabido que las yemas y hojas son productoras de auxinas; sin embargo, la luz solar tendría un efecto en la descomposición de dichas auxinas endógenas (Hartmann y Kester, 1988), es por esto que en este estudio se pudo haber obtenido una disminución en el volumen de raíces inducidas en el grupo que fue colocado con tres yemas sobre el sustrato debido a la mayor exposición de estas a la luz solar. El IBA es más fotoestable y presenta una mayor resistencia a la descomposición bacteriana y a la destrucción por efecto de la luz, que el ácido indolacético (IAA), una forma natural sensible a la luz solar.

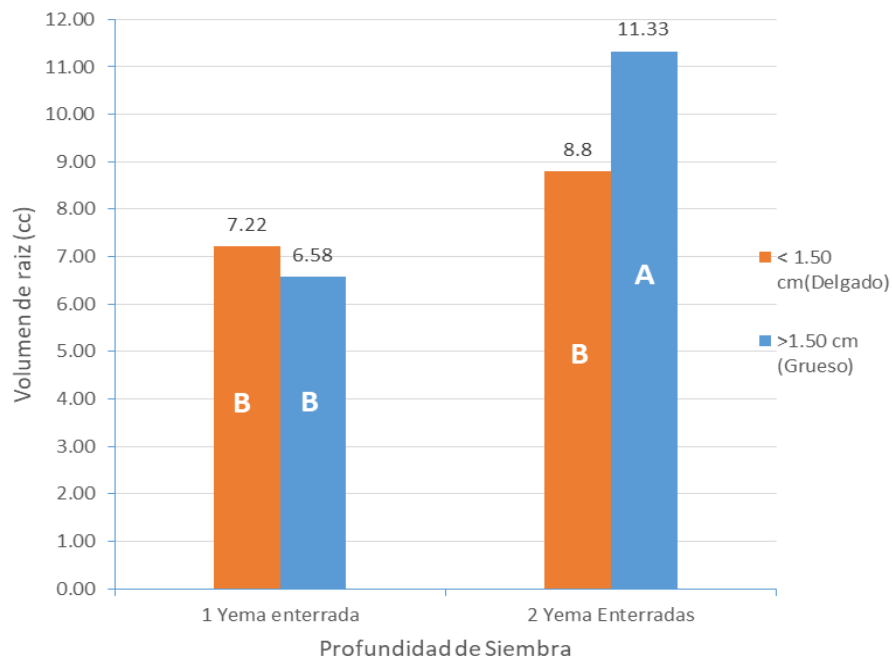


Figura 5. Interacción profundidad de siembra por diámetro de esqueje, para la variable volumen radicular. Primera lectura. Bárcena, Villa Nueva.

En el caso de la interacción profundidad de siembra por diámetro de esqueje, se evidencia que la profundidad de siembra tuvo predominancia al grosor de esqueje con respecto al desarrollo del volumen radicular. Se interpreta que los esquejes gruesos con dos yemas enterradas obtuvieron un mayor volumen radicular con respecto a las otras interacciones estadísticamente iguales.

### 7.2.2. Lectura a los 60 días después de la siembra

Los resultados del análisis de varianza para la segunda lectura (cuadro 4), muestran efecto significativo para la interacción concentración de hormona por diámetro de esqueje (figura 6) y diámetro de esqueje por profundidad de siembra (figura 7) en el desarrollo radicular de los esquejes de morera a los 60 días después de realizada la siembra.

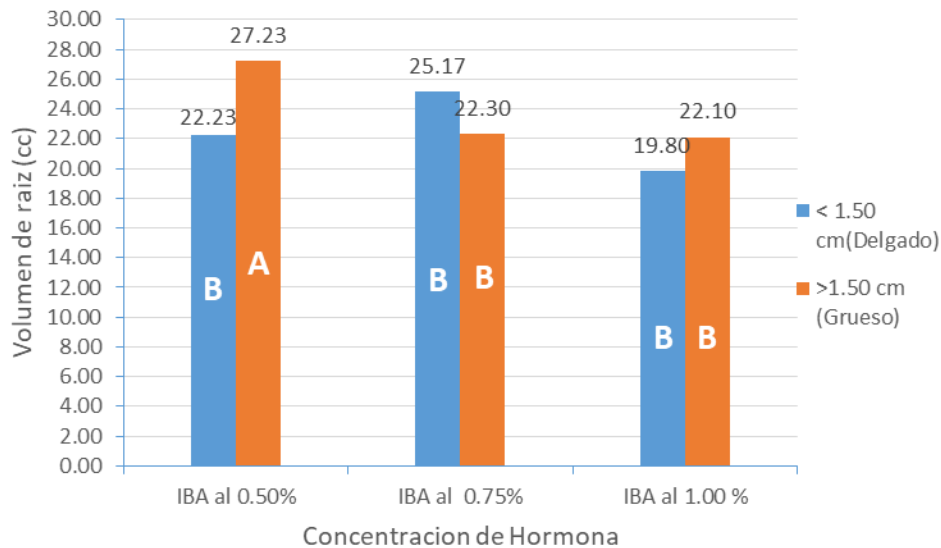


Figura 6. Interacción concentración de hormona por diámetro de esqueje, para la variable volumen radicular. Segunda lectura. Bárcena, Villa Nueva.

La interacción que obtuvo un mayor volumen radicular fue utilizando esquejes gruesos con tratamiento hormonal al 0.50% de IBA, el resto de las interacciones mostraron resultados estadísticamente iguales. Se muestra la tendencia que los esquejes delgados fueron los que presentaron un menor volumen radicular en todas las concentraciones de IBA, a excepción de la concentración al 0.75% de IBA. Existe una relación entre la acumulación de carbohidratos de reserva y el grosor de los tallos. Tallos pobres en carbohidratos son delgados y flexibles; en tanto tallos gruesos y rígidos son ricos en carbohidratos. En este sentido Hartmann y Kester (1988) señalan que el diámetro inicial de los esquejes puede determinar el número de raíces que se

van a formar, considerando que mientras mayor es el diámetro, mayor es la probabilidad de inducir raíces.

En el caso de las distintas concentraciones de IBA no existe una tendencia clara con respecto al desarrollo de volumen radicular, ya que existe variabilidad entre las repuestas obtenidas, se hace difícil establecer cual concentración de IBA fue la más adecuada para inducir raíces. Posiblemente el efecto de un regulador de crecimiento va a depender tanto de la especie, como del grado de madurez del árbol, o de la zona desde donde se extrae el esqueje (Gutiérrez, 1995; citado por Henríquez, 2004).

Aunque cuando se utilizó la máxima concentración de IBA (1.0%), el volumen de raíces inducidas fue bajo, al respecto Salisbury (1991) señala que el crecimiento de las raíces puede ser controlado por factores hormonales, entre otros, por las auxinas que, si bien inducen la formación de raíces adventicias, también pueden inhibir el crecimiento de éstas.

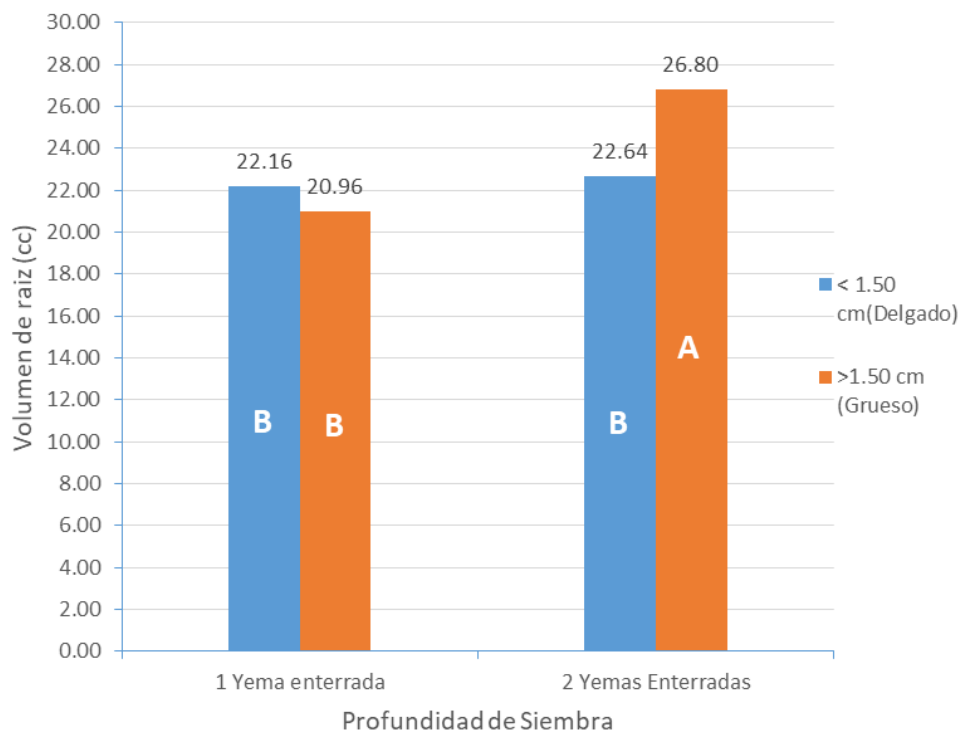


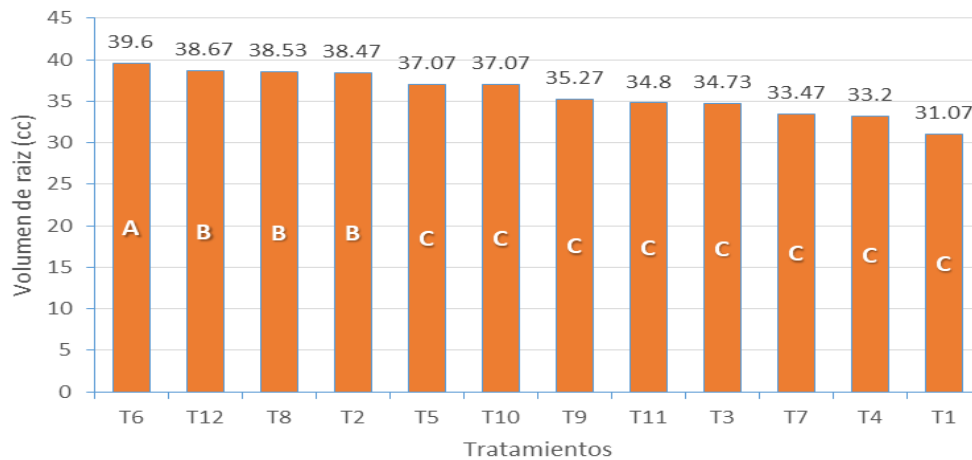
Figura 7. Interacción profundidad de siembra por diámetro de esqueje, para la variable volumen radicular. Segunda lectura. Bárcena, Villa Nueva.

En el caso de la interacción profundidad de siembra por diámetro de esqueje, se interpreta que al utilizar esquejes gruesos sembrados con dos yemas enterradas se aumentó el volumen radicular.

Es sabido que las yemas y hojas son productoras de auxinas; sin embargo, la luz solar tendría un efecto en la descomposición de dichas auxinas (Hartmann y Kester, 1988), es por esto que en este estudio se pudo haber obtenido una disminución en el desarrollo radicular en el grupo de esquejes que fue colocado con tres yemas sobre el sustrato (1 yema enterrada) debido a la mayor exposición de estas a la luz solar. Como lo cita Hartmann y Kester en 1997, por un lado las hojas y yemas son grandes productoras de auxinas, las que se transportan en forma basipetala a la base de los esquejes, y por otro lado, la luz causa un efecto degradatorio sobre las auxinas endógenas, esto genera un desbalance hormonal endógeno en la relación citocinina-auxina encargada de favorecer la división y diferenciación de células meristemáticas.

### **7.2.3. Lectura a los 90 días después de la siembra**

Para la tercera lectura, de acuerdo al análisis de varianza (cuadro 4), se obtuvo significancia estadística en la interacción de los factores evaluados, concentración de hormona, diámetro de esqueje y profundidad de siembra, por lo que se infiere de que algún tratamiento obtuvo un mejor desarrollo radicular en etapa de vivero en esquejes de morera, para lograr diferenciar los resultados entre los tratamientos fue necesario realizar prueba múltiple de medias con el método de Tukey (5%), la cual se muestra en la figura 8.



T1 IBA al 1.0%, Grueso, 1 yema enterrada	T7 IBA al 0.75%, Delgado, 1 yema enterrada
T2 IBA al 1.0%, Grueso, 2 yema enterrada	T8 IBA al 0.75%, Delgado, 2 yema enterrada
T3 IBA al 1.0%, Delgado, 1 yema enterrada	T9 IBA al 0.50%, Grueso, 1 yema enterrada
T4 IBA al 1.0%, Delgado, 2 yema enterrada	T10 IBA al 0.50%, Grueso, 2 yema enterrada
T5 IBA al 0.75%, Grueso, 1 yema enterrada	T11 IBA al 0.50%, Delgado, 1 yema enterrada
T6 IBA al 0.75%, Grueso, 2 yema enterrada	T12 IBA al 0.50%, Delgado, 2 yema enterrada

Figura 8. Volumen radicular de esquejes de morera, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Tercera lectura. Bárcena, Villa Nueva.

En relación al comportamiento de la interacción de los tres factores, el tratamiento que mostró mejor desarrollo radicular, fue el que se trató con una concentración de 0.75% de IBA, con una siembra de dos yemas enterradas y esquejes gruesos mayores de 1.50 cm de diámetro. Se evidencio la tendencia de obtener mayor volumen radicular en los tratamientos donde la profundidad de siembra fue con dos yemas enterradas, a pesar de que como señala Hartmann y Kester (1988), la presencia de yemas y hojas estimularían la formación de raíces adventicias, por el hecho de ser centros de producción de auxinas necesarios para la inducción de raíces y además de existir cofactores de enraizamiento.

Posiblemente la formación de esta auxina endógena pudo ser descompuesta por efecto de la luz solar, es por ello que los esquejes sembrados con una yema de profundidad (3 yemas sobre la superficie) obtuvieron menor desarrollo radicular, aunque también al haber mayor cantidad de células meristemáticas indiferenciadas en aquellos esquejes con dos yemas enterradas, al momento de diferenciarse se formaron raíces adventicias, que originaron mayor desarrollo en la zona radicular de los esquejes, vital para el trasplante de los esquejes en campo definitivo.



### 7.3. PESO FRESCO RADICULAR

Uno de los parámetros utilizados para estimar el desarrollo radicular de los esquejes fue calcular la biomasa radicular en las tres lecturas de la evaluación, Se tomaron muestras destructivas de los esquejes, para posterior ser calculado su peso en fresco por medio de una balanza analítica. En el cuadro 5 se presenta un resumen del análisis de ANDEVA para las tres lecturas realizadas.

Cuadro 5. Análisis de varianza para las tres lecturas realizadas para la variable peso fresco radicular en esquejes de morera con diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Bárcena, Villa Nueva.

Fuente de variación	Lecturas (Días después de la siembra)		
	40	60	90
Hormona	0.0001 **	0.8722 NS	0.0344 *
Diámetro de esqueje	0.7547 NS	0.1393 NS	0.027 *
Profundidad de siembra	0.0001 **	0.0081 **	0.0015 **
Bloque	0.8809 NS	0.427 NS	0.1561 NS
Hormona*Diámetro	0.1711 NS	0.069 NS	0.325 NS
Hormona*Profundidad	0.1125 NS	0.367 NS	0.5278 NS
Diámetro*Profundidad	0.1392 NS	0.0255 *	0.0981 NS
Hormona*Diámetro*Profundidad	0.1007 NS	0.3431 NS	0.0021 **
C.V. (%)	27.09	30.07	9.16

NS = Diferencia no significativa      \* = Diferencia significativa      \*\* = Diferencia altamente significativa

#### 7.3.1. Lectura a los 40 días después de la siembra

Los resultados muestran una tendencia similar a la primera lectura para la variable volumen radicular, en donde existió significancia estadística para los factores concentración de hormona y profundidad de siembra. Se deduce entonces que la cantidad de raíces si está influenciada por la concentración de hormona y profundidad de siembra. La prueba de media para el factor concentración de hormona se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6. Prueba de medias Tukey (5%), para la variable peso fresco radicular en esquejes de morera, con tres niveles de tratamiento hormonal. Primera lectura. Bárcena, Villa Nueva.

Hormona	Peso fresco radicular (g)	Rango Tukey
IBA al 0.75%	9.72	A
IBA al 0.50%	6.17	B
IBA al 1.00 %	5.82	B

La concentración de hormona que provocó mayor peso fresco del sistema radicular fue concentración de 0.75% de IBA; los resultados mostraron la misma tendencia que la variable volumen radicular.

Los factores del suelo son determinantes para el desarrollo radicular, específicamente la elongación de raíces, ya que permite el abastecimiento de agua, la aireación y la composición química de la solución del suelo. Factores como textura y estructura condicionan las características de la porosidad y drenaje interno, las cuales son importantes al momento de evaluar la fertilidad del suelo para la producción de biomasa subterránea. En un estudio realizado por Barrera (2011), se determinó que el sustrato que favorecía el desarrollo radicular de esquejes de morera fue la mezcla de tierra + arena + materia orgánica en una relación 2:1:1 respectivamente. Por lo que en la presente investigación se utilizó la mezcla anteriormente mencionada. En el cuadro 18 se presenta el contenido de nutrientes obtenidos del análisis de laboratorio.

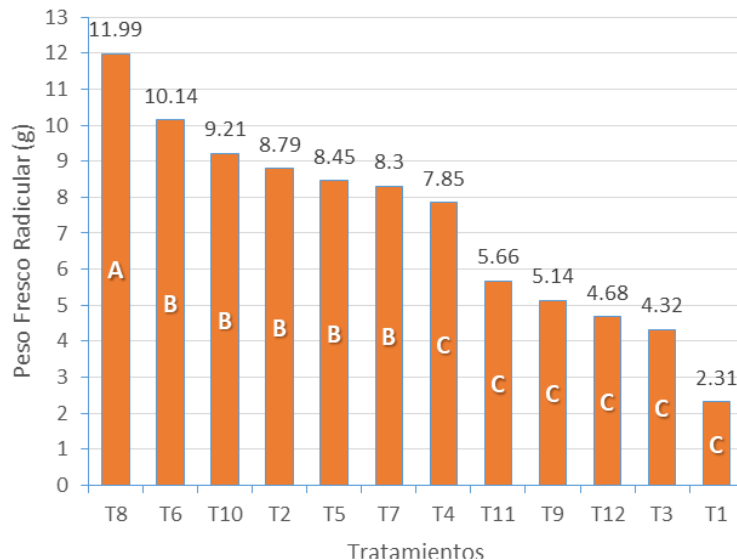
La prueba de medias para el factor profundidad de siembra se presenta en el cuadro 7.

Cuadro 7. Prueba de medias Tukey (5%), para la variable volumen radicular en esquejes de morera, con dos profundidades de siembra. Tercera lectura. Bárcena, Villa Nueva.

Profundidad	Peso fresco radicular (g)	Rango Tukey
Dos Yema enterradas	8.78	A
Una Yema enterrada	5.7	B

La profundidad de siembra en donde mayor peso fresco de raíces se obtuvo fue con dos yemas enterradas; como ya se mencionó, se atribuye al efecto de la degradación de auxina natural por efecto de la radiación solar.

A pesar de que no existió diferencia significativa entre las interacciones, se realizó un análisis gráfico (figura 9), en donde se muestra la tendencia que aquellos esquejes tratados con una concentración de IBA al 0.75% obtuvieron un mayor peso fresco de la raíces, al igual que los tratamientos con dos yemas enterradas de siembra.



Tratamientos	
T1 IBA al 1.0%, Grueso, 1 yema enterrada	T7 IBA al 0.75%, Delgado, 1 yema enterrada
T2 IBA al 1.0%, Grueso, 2 yema enterrada	T8 IBA al 0.75%, Delgado, 2 yema enterrada
T3 IBA al 1.0%, Delgado, 1 yema enterrada	T9 IBA al 0.50%, Grueso, 1 yema enterrada
T4 IBA al 1.0%, Delgado, 2 yema enterrada	T10 IBA al 0.50%, Grueso, 2 yema enterrada
T5 IBA al 0.75%, Grueso, 1 yema enterrada	T11 IBA al 0.50%, Delgado, 1 yema enterrada
T6 IBA al 0.75%, Grueso, 2 yema enterrada	T12 IBA al 0.50%, Delgado, 2 yema enterrada

Figura 9. Peso fresco de raíces (g) de esquejes de morera, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Primera lectura. Bárcena, Villa Nueva.

### 7.3.2. Lectura a los 60 días después de la siembra

Los resultados del análisis de varianza para la segunda lectura (cuadro 5), muestran diferencias significativas para la interacción diámetro de esquejes por profundidad de siembra, por lo que se infiere que alguna de las interacciones obtuvo mayor peso fresco radicular, para esto se realizó prueba de medias expresada en la figura 10.

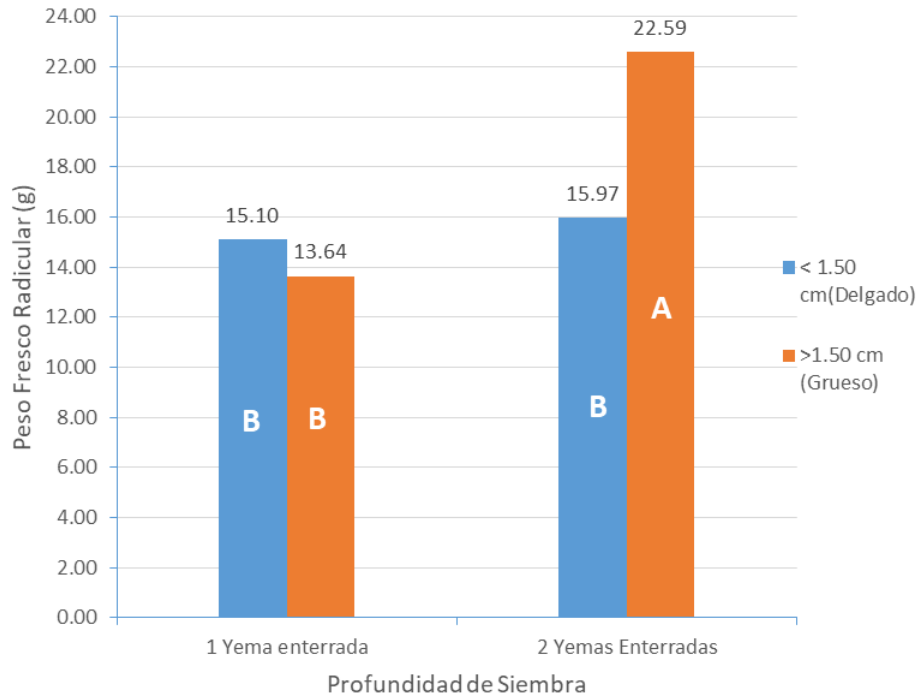


Figura 10. Interacción profundidad de siembra por diámetro de esqueje, para la variable peso fresco radicular. Segunda lectura. Bárcena, Villa Nueva.

La interacción que obtuvo mayor peso fresco radicular fue utilizando esquejes con diámetro mayor a 1.50 cm sembrados con dos yemas de profundidad, existe la misma tendencia con respecto al resultado obtenido en la variable volumen radicular, en donde el factor predominante para que exista diferencia estadística es la profundidad de siembra, aquellos esquejes sembrados con una yema enterrada obtuvieron menor desarrollo radicular, comparado con los esquejes sembrados con dos yemas enterradas. Hartmann y Kester (1988), mencionan que los esquejes con diámetros gruesos existe mayor acumulación de carbohidratos de reserva, en donde el almidón cumple un papel nutricional importante en el desarrollo de las raíces adventicias.

### 7.3.3. Lectura a los 90 días después de la siembra

Los resultados obtenidos en la tercera lectura según el ANDEVA (cuadro 4), existe significancia estadística en la interacción de los tres factores evaluados en la variable peso fresco radicular a los 90 días después de iniciado la investigación. Se realizó

prueba de medias para la interacción de los tres factores evaluados, a partir de los resultados obtenidos se realizó la figura 11, para lograr diferenciar cual tratamiento obtuvo mayor ganancia en peso fresco.

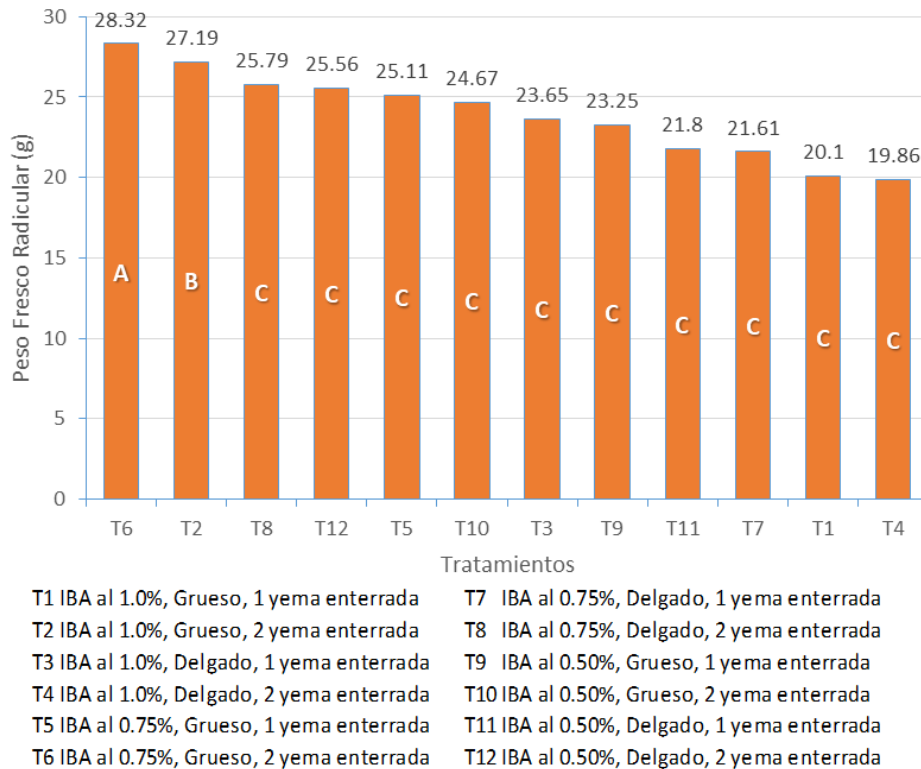


Figura 11. Peso fresco de raíces (g) de esquejes de morera, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Tercera lectura. Bárcena, Villa Nueva.

Según los resultados obtenidos, se muestra que los esquejes gruesos tratados a una concentración de 0.75% de IBA y con dos yemas enterradas tuvieron un mayor peso fresco radicular con respecto a los demás tratamientos. Se evidencia que los tratamientos donde la siembra de los esquejes fue con dos yemas enterradas obtuvieron mejor resultado independiente de los otros factores evaluados, este efecto se aduce a que existe mayor cantidad de células meristemáticas no diferenciadas que favorece a que exista mayor probabilidad de formación de sistema radicular.

Este efecto se atribuye a que como anteriormente se ha mencionado, por la degradación de la hormona natural que se trasloca de las yemas y hojas a la zona

basal del esqueje, esta degradación debe a que la hormona es susceptible a la radiación solar, lo que impide la iniciación y desarrollo radicular de los esquejes.

Al evaluar el efecto del IBA en el peso fresco radicular, se verificó que el mayor peso obtenido en raíces fue a una concentración de 0.75%, seguidos los esquejes tratados a 0.50% y por debajo de éstos, los esquejes tratados a una concentración de 1.00% de IBA, este comportamiento muestra la misma tendencia que las otras variables evaluadas.

Como anteriormente se mencionó el IBA fue necesario para inducir raíces adventicias. Al respecto Salisbury (1991), señala que el crecimiento de las raíces puede ser controlado por factores hormonales, entre otros, por las auxinas que, si bien inducen la formación de raíces adventicias, también pueden inhibir el crecimiento de éstas. Esta inhibición se debe a que las auxinas estimulan la producción de etileno, en especial cuando se agregan cantidades relativamente elevadas.

En este sentido Azcon y Talon (1993), afirman que el etileno produce una reducción de las divisiones celulares y una alteración del desarrollo en zonas de elongación, que conforman los microtúbulos, se realiza en forma transversal al eje de crecimiento y cuando existe producción de etileno, este produce un cambio en la orientación de estas estructuras, depositándose longitudinalmente al eje de crecimiento, lo que origina un incremento del crecimiento radial de la célula y por consiguiente una disminución del crecimiento longitudinal.

#### 7.4. PESO SECO RADICULAR

Después de realizar lectura al peso fresco radicular, se procedió a colocar las raíces en bolsas parafinadas, identificadas por cada tratamiento por unidad experimental, para posteriormente colocar en horno a 70 °C durante 48 horas y con esto se obtuvo su peso seco. Con los resultados anteriores se realizó resumen que muestra el porcentaje de humedad de los tratamientos evaluados (cuadro 8).

Cuadro 8. Porcentaje de humedad en muestras de raíces. Bárcena, Villa Nueva.

Tratamiento	1era. Lectura			2da. Lectura			3da. Lectura		
	P. Fresco (g)	P. Seco (g)	% de Humedad	P. Fresco (g)	P. Seco (g)	% de Humedad	P. Fresco (g)	P. Seco (g)	% de Humedad
T1	2.31	0.48	79%	12.93	5.04	61%	20.1	8.34	59%
T2	8.79	2.05	77%	28.13	7.24	74%	27.19	11.22	59%
T3	4.32	1.01	77%	13.65	5.11	63%	23.65	10.04	58%
T4	7.85	1.72	78%	13.61	5.28	61%	19.86	8.07	59%
T5	8.45	1.95	77%	10.85	4.19	61%	25.11	10.07	60%
T6	10.14	2.52	75%	18.53	7.85	58%	28.32	11.39	60%
T7	8.3	1.81	78%	16.09	6.23	61%	21.61	8.58	60%
T8	11.99	3.17	74%	19.34	7.94	59%	25.79	10.7	59%
T9	5.14	1.02	80%	17.15	6.39	63%	23.25	9.33	60%
T10	9.21	1.88	80%	21.12	8.59	59%	24.67	11.44	54%
T11	5.66	1.37	76%	15.56	6.17	60%	21.8	11.71	46%
T12	4.68	0.89	81%	14.94	5.74	62%	25.56	10.96	57%
Promedio		78%			62%			57%	
% C.V.		2.83%			6.75%			6.89%	

Para la primera lectura existió mayor homogeneidad en el porcentaje de humedad, esto posiblemente debido a que son muestras de tamaño más pequeñas, lo que permitió que se distribuyeran de mejor manera dentro del horno de secado y a su vez una mejor distribución de calor dentro del horno. Al igual el porcentaje de humedad radicular para la primera lectura fue mayor, esto debido a que son tejidos jóvenes en formación (raíces adventicias), muchos de ellos sin lignificar, lo cual conlleva a que el mayor contenido de la membrana celular sea agua.

En el cuadro 9 se presenta un resumen de los análisis de varianza para las tres lecturas realizadas.

Cuadro 9. Análisis de varianza para las tres lecturas realizadas para la variable peso seco radicular en esquejes de morera con diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Bárcena, Villa Nueva.

Fuente de variación	Lecturas (Días después de la siembra)		
	40	60	90
Hormona	0.0001 **	0.1543 NS	0.0808 NS
Diámetro de esqueje	0.948 NS	0.3133 NS	0.5681 NS
Profundidad de siembra	0.0002 **	0.0023 **	0.0671 NS
Bloque	0.8947 NS	0.0435 NS	0.0012 **
Hormona*Diámetro	0.3723 NS	0.0741 NS	0.2207 NS
Hormona*Profundidad	0.0698 NS	0.2493 NS	0.5487 NS
Diámetro*Profundidad	0.178 NS	0.0257 *	0.029 *
Hormona*Diámetro*Profundidad	0.0429 NS	0.9474 NS	0.0827 NS
C.V. (%)	30.49	21.82	14.61

NS = Diferencia no significativa    \* = Diferencia significativa    \*\* = Diferencia altamente significativa

#### 7.4.1. Lectura a los 40 días de realizada la siembra

El comportamiento fue similar al observado y discutido para el peso fresco en la primera lectura. Debido a que existe diferencia altamente significativa según el ANDEVA (cuadro 8), se realizó pruebas de medias para los factores concentración de hormona de IBA (cuadro 10) y profundidad de siembra (cuadro 11), ya que se aduce que alguno de los niveles de los factores evaluados afectó el peso seco radicular en los esquejes de morera.



Cuadro 10. Prueba de medias Tukey (5%), para la variable peso seco radicular en esquejes de morera con tres niveles de tratamiento hormonal. Primera lectura. Bárcena, Villa Nueva.

Hormona	Peso seco radicular (g)	Rango Tukey
IBA al 0.75%	2.36	A
IBA al 1.00 %	1.32	B
IBA al 0.50%	1.29	B

El mayor peso seco radicular se obtuvo en aquellos esquejes tratados a una concentración de IBA al 0.75%, seguidos de las concentraciones de IBA al 1.00% y 0.50% estadísticamente iguales entre sí.

Cuadro 11. Prueba de medias Tukey (5%), para la variable peso seco radicular en esquejes de morera con dos profundidades de siembra. Primera lectura. Bárcena, Villa Nueva

Profundidad	Peso seco radicular (g)	Rango Tukey
Dos yemas enterradas	2.04	A
Una yema enterrada	1.27	B

Los esquejes que fueron sembrados con dos yemas enterradas obtuvieron un mayor peso seco radicular que los que fueron sembrados con una yema, lo que demuestra el beneficio de realizar la siembra de esquejes de morera con dos yemas enterradas, para la obtención de esquejes de mejor calidad, ya que en la mayoría de las variables evaluadas obtuvieron mejores resultados.

#### 7.4.2. Lectura a los 60 días después de la siembra

Los resultados del análisis de varianza para la segunda lectura (cuadro 9), son similares a los resultados obtenidos en la variable peso fresco radicular en donde mostraron efecto altamente significativo en la interacción profundidad de siembra por diámetro de esquejes de morera.

El contenido de materia seca en las raíces determina la cantidad de compuestos minerales como el contenido de nitrógeno fundamental para el desarrollo tanto radicular como foliar, esto depende de las propiedades químicas del sustrato y que tan disponible estén los nutrientes para su absorción por medio del sistema radicular en los esquejes.

Se realizó prueba de medias representado en la figura 12, para la interacción entre profundidad de siembra por diámetro de esqueje:

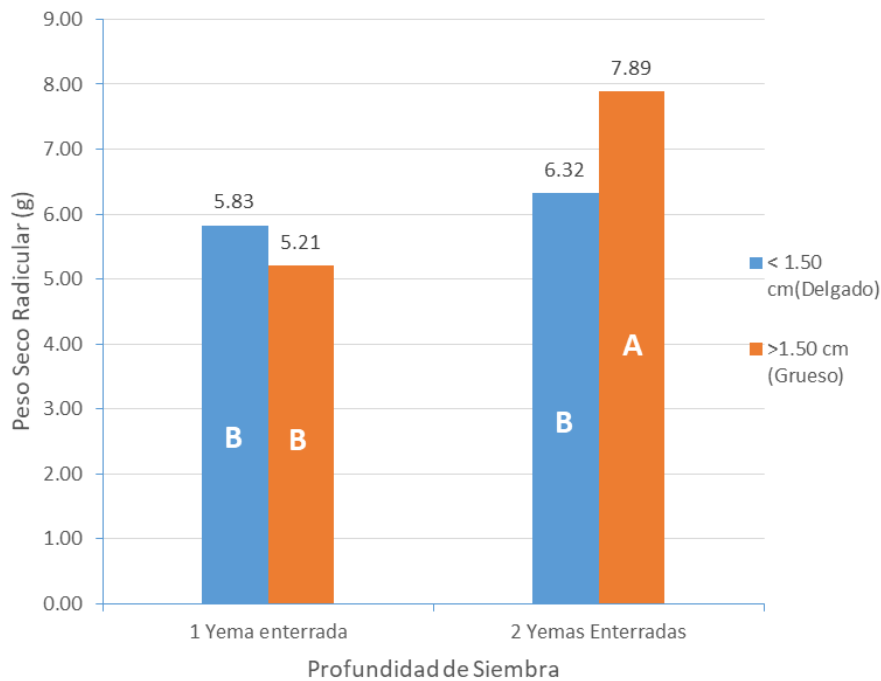


Figura 12. Interacción profundidad de siembra por diámetro de esqueje, para la variable peso seco radicular. Segunda lectura. Bárcena, Villa Nueva.

De acuerdo a los resultados obtenidos, nuevamente los esquejes con dos yemas enterradas obtuvieron un mejor resultado en ganancia en peso en seco con respecto a los esquejes que fueron sembrados con una yema. Este efecto como se ha discutido anteriormente se aduce al efecto de la descomposición solar de la hormona natural proveniente de las yemas que se traslocan a la parte basal de los esquejes. La interacción que obtuvo un mejor resultado fue utilizando esquejes gruesos con dos yemas enterradas.

### 7.4.3. Lectura a los 90 días después de la siembra

Realizada la tercera lectura de peso seco radicular, según el ANDEVA (cuadro 8) existió diferencia significativa en la interacción profundidad de siembra por diámetro de esqueje, por lo que se realizó prueba de medias presentada en la figura 13.

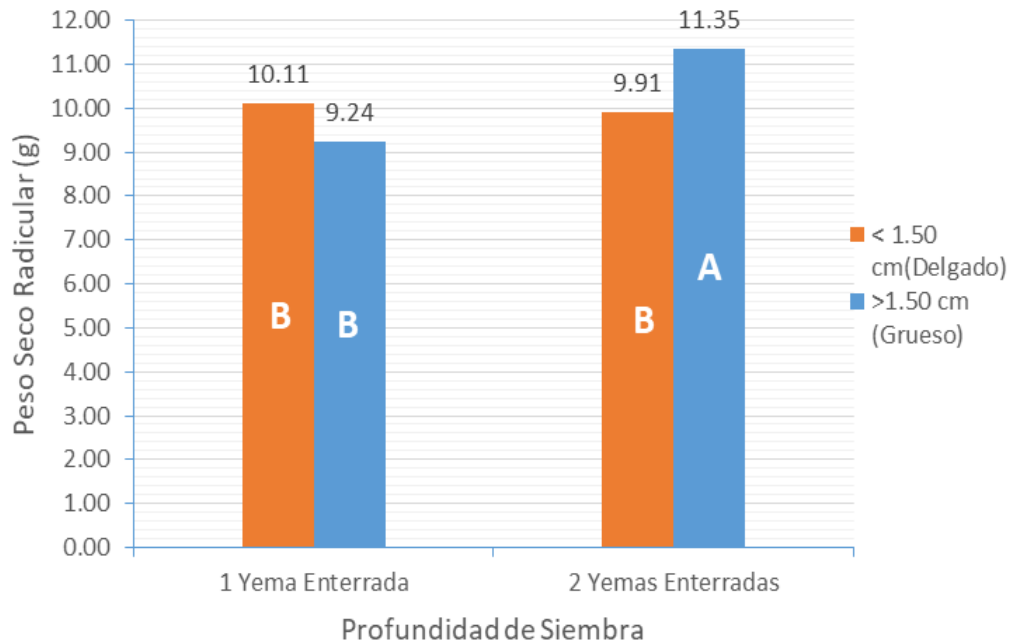


Figura 13. Interacción profundidad de siembra por diámetro de esqueje, para la variable peso seco radicular. Tercera lectura. Bárcena, Villa Nueva.

Existe la misma tendencia de resultado con respecto a la segunda lectura (60 días de iniciado el experimento), en donde la interacción que mostró mejor resultado en ganancia en peso seco fue utilizando esquejes gruesos sembrados con dos yemas enterradas. Debido a que existe la misma tendencia de resultado se deduce que a partir de los 60 días de sembrado, los esquejes enraizados muestran una ganancia en peso seco, posiblemente por existir una mayor acumulación de minerales. Este contenido es fundamental para el desarrollo y crecimiento de los esquejes, aunque este factor depende del contenido nutricional del sustrato en la etapa temprana del desarrollo de los esquejes y puede variar al momento del trasplante a campo definitivo.

## 7.5. PESO FRESCO FOLIAR

### 7.5.1. Lectura a los 90 días después de la siembra

El crecimiento aéreo está asociado al contenido hídrico del suelo y a una serie de procesos bioquímicos y biofísicos, que a su vez están afectados por el ambiente. El crecimiento de las raíces depende del suministro de nutrientes del suelo. A su vez, el crecimiento de la parte aérea depende del transporte de nutrientes desde las raíces. Las raíces requieren de los carbohidratos producidos en la parte aérea por la fotosíntesis, mientras que la parte aérea requiere los nutrientes y el agua absorbidos por las raíces (Hartman y Kester 1997).

En los esquejes muestreados a los noventa días se realizó una muestra destructiva del sistema foliar, en donde se removieron todos los brotes y hojas formadas, para posteriormente realizar lectura de su peso en fresco, con esta información se realizó el análisis de varianza que se muestra en el cuadro 12.

Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable peso fresco foliar en esquejes de morera con diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Bárcena, Villa Nueva.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	882.09	13	67.85	14.03	<0.0001
Hormona	153	2	76.5	15.82	0.0001 **
Diámetro	76.61	1	76.61	15.84	0.0006 **
Profundidad	217.6	1	217.6	45	<0.0001 **
Bloque	85.36	2	42.68	8.83	0.0015 **
Hormona*Diámetro	40.3	2	20.15	4.17	0.0292 *
Hormona*Profundidad	30.12	2	15.06	3.11	0.0644 NS
Diámetro*Profundidad	39.92	1	39.92	8.25	0.0088 **
Hormona*Diámetro*Profundidad	239.18	2	119.59	24.73	<0.0001 **
Error	106.39	22	4.84		
Total	988.48	35			

NS = Diferencia no significativa \* = Diferencia significativa \*\* = Diferencia altamente significativa

Existió diferencia estadística altamente significativa en la interacción de los tres factores evaluados, por lo que se infiere que alguno de los tratamientos mejora el peso fresco del sistema foliar, por lo que se realizó un análisis de medias de la triple interacción presentada en la figura 14.

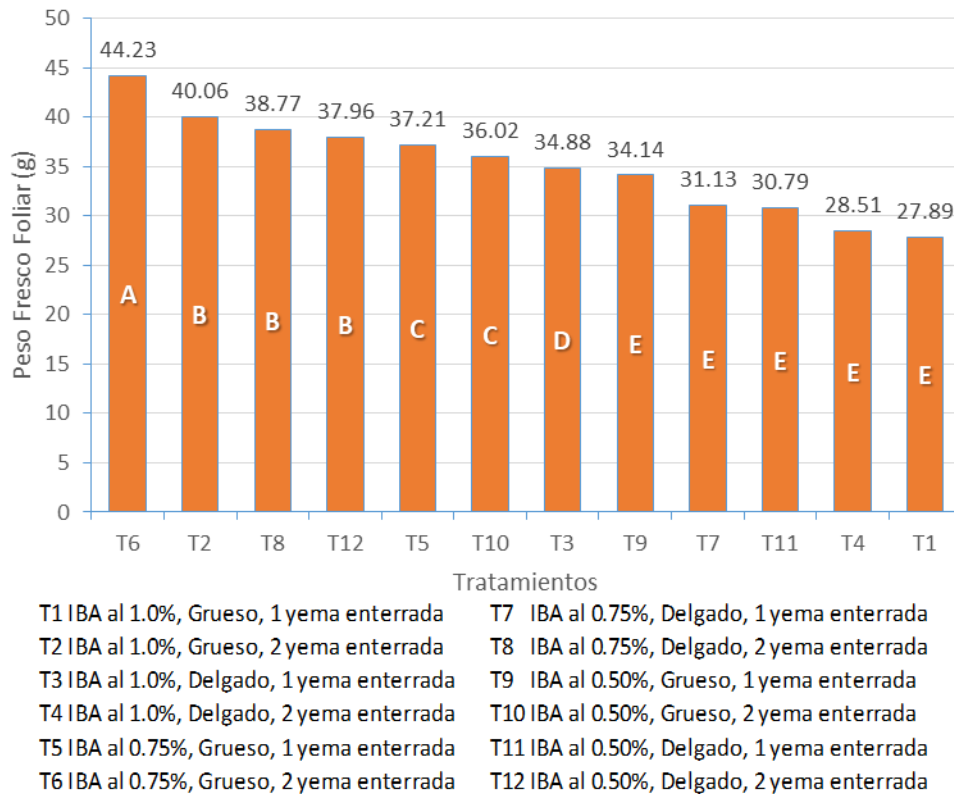


Figura 14. Peso fresco foliar (g) de esquejes de morera, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Bárcena, Villa Nueva.

El análisis gráfico de la interacción de los tres factores evaluados (figura 14), refleja que se obtuvo mayor peso fresco foliar en aquellos esquejes tratados con 0.75% de IBA, utilizando esquejes con diámetros mayores a 1.50 cm y realizando una profundidad de siembra de dos yemas.

Algunos trabajos indican que las fitohormonas de crecimiento producidas en la raíz influyen en el crecimiento de la parte aérea (Davies y Zhang, 1991). Peuke y Jeschke (1993) explican esta relación directa que existe entre el crecimiento de la raíz y de la

parte aérea en el estudio realizado con higuierillo (*Ricinus communis*), desarrollada con diferentes fuentes de nitrógeno, obteniendo como resultado diferencias en la morfología de sus raíces, relacionadas directamente con una menor o mayor producción de materia fresca de la parte aérea, respectivamente.

Al realizar el análisis de prueba de medias, existió la tendencia de obtener mejor resultado en aquellos esquejes sembrados con dos yemas enterradas, dicha tendencia fue similar a las otras variables evaluadas. Esto resulta importante, por lo que se aduce que plantas con buen desarrollo radicular desde su iniciación favorecen al desarrollo foliar, toda vez que las hojas son órganos indispensables para que las plantas realicen el proceso fotosintético que les permitirá su crecimiento y desarrollo posterior.

Aunque en la literatura se indica que el grosor de los esquejes ayuda a la iniciación y desarrollo del sistema radicular por la reserva de carbohidratos que contiene el esqueje, existe la tendencia de obtener mayor ganancia en peso fresco foliar en los esquejes mayores a 1.50 cm de diámetro. Este efecto puede darse porque a los noventa días de iniciado el ensayo, la mayoría de esquejes contaba con su sistema radicular formado y se encuentra en la etapa de crecimiento, al contar con esquejes con mayor diámetro, está mejor desarrollado el parénquima y los haces vasculares encargados del transporte de agua y nutrientes a la planta, lo que favorece a su mejor desarrollo.

## **7.6. PESO SECO FOLIAR**

### **7.6.1. Lectura a los 90 días de iniciado el experimento.**

Después de realizar lectura al peso fresco foliar, se procedió a colocar las hojas en bolsas parafinadas, identificadas por cada tratamiento, por unidad experimental, para posteriormente colocar en horno a 70 °C, durante 48 horas y con esto se obtuvo su peso seco. Con los resultados anteriores se realizó resumen que muestra el porcentaje de humedad de los tratamientos evaluados (cuadro 13).

Cuadro 13. Porcentaje de humedad en muestras foliares. Bárcena, Villa Nueva.

Tratamiento	P. Fresco (g)	P. Seco (g)	% de Humedad
T1	27.89	11.53	59%
T2	40.06	16.51	59%
T3	34.88	14.05	60%
T4	28.51	11.13	61%
T5	37.21	15.4	59%
T6	44.23	18.83	57%
T7	31.13	12.23	61%
T8	38.77	16.13	58%
T9	34.14	13.77	60%
T10	36.02	16.05	55%
T11	30.79	12.8	58%
T12	37.96	17.06	55%
Promedio		58.49%	
% C.V.		3.11%	

A los 90 días de iniciado el experimento existe similar porcentaje de humedad en las muestras del sistema foliar con el sistema radicular. Debido a que existió homogeneidad en los datos, se infiere que la humedad de las muestras no tendría efecto en la ganancia en peso seco de las muestras por lo que es adecuado realizar análisis de varianza (cuadro 14) para determinar el efecto de los factores evaluados.

Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable peso fresco foliar en esquejes de morera con diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y diámetros de esqueje. Bárcena, Villa Nueva.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	206.65	13	15.9	10.59	<0.0001
Hormona	34.63	2	17.32	11.54	0.0004 **
Diámetro	18.91	1	18.91	12.6	0.0018 **
Profundidad	63.34	1	63.34	42.21	<0.0001 **
Bloque	14.7	2	7.35	4.9	0.0174 *
Hormona*Diámetro	13.08	2	6.54	4.36	0.0254 *
Hormona*Profundidad	12.07	2	6.04	4.02	0.0325 *
Diámetro*Profundidad	7.46	1	7.46	4.97	0.0363 *
Hormona*Diámetro*Profundidad	42.46	2	21.23	14.15	0.0001 **
Error	33.01	22	1.5		
Total	239.66	35			

NS = Diferencia no significativa \* = Diferencia significativa \*\* = Diferencia altamente significativa

La interacción de los factores evaluados, concentración de hormona ácido indolbutírico (IBA), diámetro de esqueje y profundidad de siembra, provocaron efectos con diferencias altamente significativas en el peso seco foliar. Por los resultados se procedió a realizar prueba de medias presentado en la figura 15.

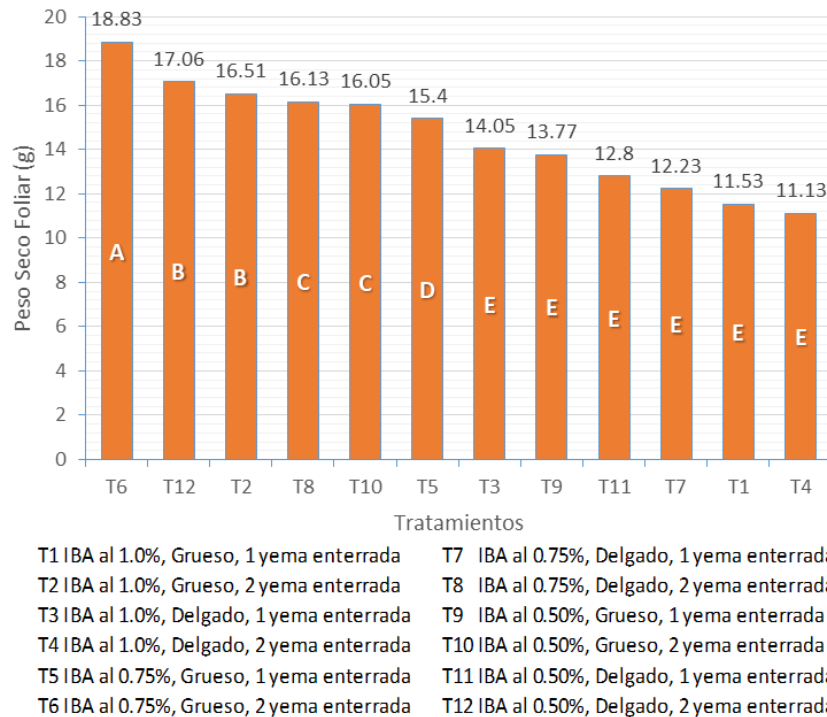


Figura 15. Peso seco foliar (g) de esquejes de morera, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Bárcena, Villa Nueva

Existió similar comportamiento con respecto al peso fresco foliar, donde el tratamiento utilizando una concentración de IBA al 0.75%, en esquejes de diámetro mayor de 1.50 cm, sembrados con dos yemas enterradas, obtuvo un mayor peso seco foliar. El factor profundidad de siembra obtuvo una tendencia a incrementar el peso seco foliar, sembrando con dos yemas enterradas. Se evidencia un retardo en crecimiento y desarrollo de los esquejes utilizando una concentración al 1.0% de IBA, este efecto podría deberse a la estimulación de etileno, que propicia la expansión de la pared celular. Con los resultados obtenidos se aduce que la selección de esqueje tiene incidencia en el desarrollo de la propagación asexual en el cultivo de morera (*Morus alba*), con esta práctica se obtienen plantas en etapa de vivero con mejores condiciones para ser trasplantadas a campo definitivo.



## 7.7. COSTO DE PRODUCCIÓN

Debido a que la presente investigación estuvo relacionada al desarrollo inicial de los esquejes de morera en etapa de vivero, no se pudo proyectar ingresos para realizar un análisis económico completo, únicamente se determinó el costo de producción (cuadro 15) a los 90 días que duro el experimento.

Cuadro 15. Resumen de los costos de producción por esqueje de morera enraizado. Bárcena, Villa Nueva.

	Tratamientos	Costo total (Q.)	No. Esquejes	Costo Unitario (Q.)	Costo promedio por Concentracion Hormonal de IBA (Q.)
1	1.00% IBA + Grueso + Una yema	186.54	45	4.15	
2	1.00% IBA + Grueso + Dos yemas	187.05	45	4.16	4.11
3	1.00% IBA + Delgado + Una yema	182.42	45	4.05	
4	1.00% IBA + Delgado + Dos yemas	182.94	45	4.07	
5	0.75% IBA + Grueso + Una yema	183.21	45	4.07	
6	0.75% IBA + Grueso + Dos yemas	183.72	45	4.08	4.03
7	0.75% IBA + Delgado + Una yema	179.09	45	3.98	
8	0.75% IBA + Delgado + Dos yemas	179.61	45	3.99	
9	0.50% IBA + Grueso + Una yema	179.88	45	4.00	
10	0.50% IBA + Grueso + Dos yemas	180.39	45	4.01	3.96
11	0.50% IBA + Delgado + Una yema	175.76	45	3.91	
12	0.50% IBA + Delgado + Dos yemas	176.28	45	3.92	

En el análisis realizado se evidenció que la diferencia económica entre los tratamientos está relacionado a la concentración de ácido indolbutirico (IBA) aplicado, obteniendo un mayor costo en aquellos esquejes tratados con 1.00% de IBA, aunque a los 90 días se alcanzó el 100% de los esquejes enraizados, fue la concentración con mayor retardo en el desarrollo de los esquejes. Los esquejes tratados con 0.75% de IBA, obtuvieron un costo alto con respecto a los esquejes tratados con 0.50% de IBA, aunque fueron los que presentaron mejores resultados en desarrollo de los esquejes en su fase inicial. Debido a que los esquejes tratados con 0.75% de IBA alcanzaron un 98% de enraizamiento a los 60 días de iniciado el proyecto, mostrando una aceleración en su crecimiento, se prevé una disminución en su costo de producción al estar menor tiempo en etapa de vivero.

## 8. CONCLUSIONES

El cultivo de morera (*Morus alba*) requiere de reguladores de crecimiento para inducir formación de raíces; sin embargo no existió diferencia estadística significativa entre los tratamientos con respecto al porcentaje de enraizamiento; se observó una tendencia a que la concentración de 0.75% de IBA mejorara el porcentaje de esquejes enraizados, alcanzando el 98% de enraizamiento a los 60 días de iniciado del experimento.

En relación al volumen radicular, el factor que mostró mayor predominancia en cuanto al aumento de volumen fue sembrando los esquejes a dos yemas de profundidad, tanto en la primera y segunda lectura. Con respecto a la última lectura se obtuvo mayor volumen radicular en aquellos esquejes mayores de 1.50 cm de diámetro tratados con 0.75% de IBA sembrados a una profundidad de dos yemas enterradas.

Para la biomasa radicular existió significancia estadística en la segunda lectura, los esquejes mayores a 1.50 cm de diámetro, sembrados con dos yemas enterradas, siendo éste último el que mostró mayor predominancia con respecto a los demás niveles evaluados. Cuando el esqueje llegó a los 90 días de edad existió una respuesta a incrementar la formación de biomasa radicular en los esquejes con diámetros gruesos (mayores a 1.50 cm de diámetro) tratados con 0.75% de IBA, realizando una siembra a dos yemas enterradas.

Con relación a la biomasa foliar, existió tendencia de obtener mayor peso fresco y seco a los noventa días, en la interacción de los tres factores evaluados mostrado un comportamiento similar a la biomasa radicular.

De los factores evaluados, las diferentes concentraciones de ácido indolbutírico afectaron de manera directa los costos de producción por esqueje enraizado. Se evidenció que los esquejes tratados con 0.75% de IBA alcanzaron un 98% de enraizamiento a los sesenta días, lo que podría reducir su costo de producción, aunque debido a que los costos de producción se presentaron contemplando el tiempo que duró la investigación el menor costo se obtuvo en esquejes tratados con 0.50% de IBA a los noventa días de iniciado la investigación.

## 9. RECOMENDACIONES

Para la propagación de morera (*Morus alba*) en etapa de vivero, se deben de seleccionar esquejes mayores de 1.50 cm de diámetro, realizar una aplicación de 0.75% de IBA, enterrando dos yemas, para alcanzar la mayoría de esquejes enraizados a los 60 días después de la siembra.

Evaluar otras profundidades de siembra, debido a que en esta investigación a mayor cantidad de yemas enterradas se obtuvo mayor desarrollo radicular, esto con el fin de acortar el periodo de enraizamiento de los esquejes en etapa de vivero.

Con los resultados obtenidos en etapa de vivero, se podría realizar una investigación en campo definitivo, evaluando la relación entre la biomasa radicular y la biomasa aérea, además de la supervivencia. Además con la obtención o proyección de ingresos se podría realizar un análisis económico.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Abad, M. (1991). Los sustratos hortícolas y las técnicas de cultivo sin suelo. En: La Horticultura Española en la C.E. Eds. L. Rallo y F. Nuez. Ediciones de Horticultura, España., Reus. 270-280 p.
- Abad, M. y Noguera, V. (1985). Las turbas como material primario de los sustratos hortícolas. Origen, propiedades y composición de las turbas naturales. Agricultura. 716-722 p.
- Águila, J. F. y Martínez, F. X. (1989). El enraizado de esquejes de plantas ornamentales (I-II parte). Horticultura: Revista de frutas, hortalizas, flores, plantas ornamentales y de viveros, ISSN 1132-2950, Nº 50. Barcelona. págs. 9-42. Disponible en: [http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_Hort/Hort\\_1989\\_50\\_9\\_42.pdf](http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Hort/Hort_1989_50_9_42.pdf)
- Azcon, J. y Talon, M. (1993). Fisiología y bioquímica vegetal, Interamericana. Madrid. España. 581 p.
- Barrera, A. (2011). Evaluación de cinco sustratos y dos concentraciones de ácido indolbutírico para el enraizamiento de esquejes de morera (*Morus alba*: *Moraceae*). Parcelamiento Cuyuta, Masagua, Escuintla. Universidad Rafael Landívar. 125 p.
- Boschini, C. y Rodriguez, A. (2002). Inducción del crecimiento en estacas de morera (*Morus alba*), con ácido indol butírico (AIB). Agronomía Mesoamericana. Universidad de Costa Rica. Alajuela, Costa Rica. 16-24 p.
- Botti, E. (1999). Principios de la propagación y técnicas de propagación por estacas. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. 161 p.
- Cifuentes, C. y Sohn, K. W. (1998). Manual Técnico de Sericultura: Cultivo de la morera y cría del gusano de seda en el trópico. Pereira, Convenio SENA –CDT. 438 páginas. Consultado el 8 de agosto del 2012 desde Internet: <http://www.redandinadelaseda.org/index2.php?ac=paginas&id=5>.
- Davies, W. J. y J. Zhang. (1991). Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 42: 55-76.

- Espinosa, E; Benavides, J. E. y Ferreire, P. (1999). Efecto del sitio y la fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad del forraje de tres variedades de morera (*Morus alba*). Agroforestería de las Américas (CATIE). 24-27 p.
- García, F. (2004). Evaluación agronómica de la morera (*Morus alba* var. *Cubana*) en un suelo Ferralítico Rojo típico. La Habana, Cuba. Universidad Matanzas "Camilo Cienfuegos". 51 p.
- Hartmann, H. y Kester, D. (1987). Propagación de plantas: principios y prácticas. (3a. Ed.). México D.F.: Compañía Editorial Continental, S.A. 20-34 p.
- Hartmann, T. y Kester, D. (1988). Propagación de plantas: principios y prácticas. Continental, México. 727 p.
- Hartmann, T. y Kester, D. (1997). Plant Propagation: Principles and practices. Prentice Hall, New Jersey. 820 p.
- Heede, A. y Lecourt, M. (1981). El estaquillado: guía práctica de multiplicación de las plantas. Ediciones Mundi- prensa, Madrid. 197 p.
- Henríquez, E. (2004). Evaluación de tres factores de enraizamiento en estacas de morera (*Morus alba*). Santiago, Chile. Universidad de Chile. 77 p.
- Kellogg, E.A. y Juliano, N.D. (1997). The structure and function of RuBisCo and their implications for systematic studies. American Journal of Botany. 413-428 p.
- Palencia, E. (2005). Utilización de morera (*Morus alba*) en la alimentación de tilapia (*Oreochromis niloticus*). Guácimo, Costa Rica, Universidad EARTH. 53 p.
- Peuke, A. D. y Jeschke, W. D. (1993). The uptake and flow of C, N and ions between roots and shoots in *Ricinus communis* L. I. Grown with ammonium or nitrate as nitrogen source. J. Exp. Bot. 44: 1167-1176.
- Rodríguez, A. (1990). Efecto de la frecuencia de poda y niveles de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de morera (*Morus sp.*) En: Programa de bovinos Cuyuta. Informe Anual 1989 Guatemala. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. 26 -45 p

- Rubio, M. (1984). Historia del Cultivo de la Morera de China y de la Industria de Gusano de Seda en Guatemala. Academia de Geografía e Historia de Guatemala. Tipografía Nacional. 189 p.
- Salisbury, F. (1991). Fisiología vegetal. México: Iberoamericana. 579 p.
- Samayoa, R. (1992). Informe general de servicios prestado a la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) y a la Comunidad de Bárcenas, Villa Nueva, del Departamento de Guatemala. Guatemala, ENCA. 37 p.
- Sánchez, M. (1999). Morera: un forraje excepcional disponible mundialmente. Consultado el 17 de septiembre del 2012 desde Internet: [www.<fao.org/waicent/search/default.asp>](http://www.fao.org/waicent/search/default.asp).
- Shayo, C.M. (1997). Uses yield and nutritive value of mulberry (*Morus alba*) trees for ruminants in the semi-arid areas of central Tanzania. Tropical Grasslan. 599-604 p.
- Strasburguer, E. (1994). Tratado de botánica. Omega, Barcelona. 1.068 p.
- Yamashita, T. y Ohsawa, R. (1990). Quantitative investigation on nitrogen metabolism in mulberry leaves. Bulletin of the National Institute of Sericultural and Entomological Science, Japan. 27-44 p.
- Zheng, T. y Zing, A, (1988). Mulberry cultivation. Rome, FAO Agricultural Services Bulleting. 127 p.

## 11. ANEXOS

Cuadro 16. Tabla para transformación angular de porcentajes a grados.

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	5.7	8.1	10	12	13	14	15	16	18
10	18	19	20	21	22	23	24	24	25	26
20	27	27	28	29	29	30	31	31	32	33
30	33	34	34	35	36	36	37	38	38	39
40	39	40	40	41	42	42	43	43	44	44
50	45	46	46	47	47	48	48	49	50	50
60	51	51	52	53	53	54	54	55	56	56
70	57	57	58	59	59	60	61	61	62	63
80	63	64	65	66	66	67	68	69	70	71
90	72	73	74	75	76	77	79	80	82	84
100	90	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(Little y Hills, 1989).

Cuadro 17. Potencial de hidrógeno del sustrato utilizado.

Escala de potencial de hidrógeno			CE
Moderadamente ácida	5 a 6,5,1		(dS m <sup>-1</sup> )
Neutro	6,6 a 7,3		
Moderadamente alcalino	7,4 a 8,5		
N° Laboratorio	Identificación	pH	C.E
801	Vivero forestal	7.66	0.67

(Laboratorio de suelo ENCA.).

Cuadro 18. Análisis de las propiedades químicas del sustrato.

Vivero Forestal ENCA			meq/100 ml				ppm				
ENCA	Nutrimentos Medio Dimensionales	Calcio meq/100 ml	Magnesio meq/100 ml	Potasio ppm	Fosforo ppm	Cobre ppm	Zinc ppm	Hierro ppm	Manganeso ppm		
										%N	Ca meq/100g
801	Vivero Forestal	****	0.18	24.96	2.74	185	62.26	0.9	13.9	46.75	60.45

(Laboratorio de suelo ENCA.).

Cuadro 19. Contenido de materia orgánica sustrato.

MATERIA ORGANICA			
Categoría	Medio	Suelos Volcánicos 6:1 a 10,9	Suelos no Volcánicos 1,6 a 3,5
Nº Laboratorio	Identificación	% M.O	% C.O
801	Vivero forestal	5.89	3.42

(Laboratorio de suelo ENCA.).



Cuadro 20. Porcentaje de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Primera lectura. Bárcena, Villa Nueva.

Tratamiento	Código	Repetición			Media
		I	II	III	
T1	A1B1C1	80%	60%	80%	73%
T2	A1B1C2	80%	100%	80%	87%
T3	A1B2C1	100%	40%	100%	80%
T4	A1B2C2	100%	60%	80%	80%
T5	A2B1C1	100%	60%	100%	87%
T6	A2B1C2	100%	100%	80%	93%
T7	A2B2C1	80%	80%	100%	87%
T8	A2B2C2	80%	80%	80%	80%
T9	A3B1C1	80%	80%	100%	87%
T10	A3B1C2	100%	60%	80%	80%
T11	A3B2C1	80%	100%	80%	87%
T12	A3B2C2	100%	60%	100%	87%

Cuadro 21. Porcentaje de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Segunda lectura. Bárcena, Villa Nueva.

Tratamiento	Código	Repetición			Media
		I	II	III	
T1	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	100%	80%	100%	93%
T2	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	100%	100%	80%	93%
T3	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	100%	100%	80%	93%
T4	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	100%	80%	100%	93%
T5	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	100%	80%	100%	93%
T6	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	100%	100%	100%	100%
T7	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	100%	100%	100%	100%
T8	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	100%	100%	100%	100%
T9	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	100%	100%	100%	100%
T10	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	100%	100%	100%	100%
T11	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	100%	100%	100%	100%
T12	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	100%	100%	60%	87%

Cuadro 22. Porcentaje de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Tercera lectura. Bárcena, Villa Nueva.

Tratamiento	Código	Repetición			Media
		I	II	III	
T1	A1B1C1	100%	100%	100%	100%
T2	A1B1C2	100%	100%	100%	100%
T3	A1B2C1	100%	100%	100%	100%
T4	A1B2C2	100%	100%	100%	100%
T5	A2B1C1	100%	100%	100%	100%
T6	A2B1C2	100%	100%	100%	100%
T7	A2B2C1	100%	100%	100%	100%
T8	A2B2C2	100%	100%	100%	100%
T9	A3B1C1	100%	100%	100%	100%
T10	A3B1C2	100%	100%	100%	100%
T11	A3B2C1	100%	100%	100%	100%
T12	A3B2C2	100%	100%	100%	100%

Cuadro 23. Volumen radicular (cc) de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Primera lectura. Bárcena, Villa Nueva.

Tratamiento	Código	Repetición			Media
		I	II	III	
T1	A1B1C1	4.60	3.20	4.00	3.93
T2	A1B1C2	12.60	9.20	10.40	10.73
T3	A1B2C1	5.40	4.40	5.60	5.13
T4	A1B2C2	9.80	9.80	8.60	9.40
T5	A2B1C1	9.20	10.00	12.00	10.40
T6	A2B1C2	15.40	14.60	13.20	14.40
T7	A2B2C1	9.60	6.00	10.40	8.67
T8	A2B2C2	10.80	8.40	15.60	11.60
T9	A3B1C1	3.40	6.20	6.60	5.40
T10	A3B1C2	10.60	5.40	10.60	8.87
T11	A3B2C1	7.60	8.20	7.80	7.87
T12	A3B2C2	6.60	2.40	7.20	5.40

Cuadro 24. Volumen radicular (cc) de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Segunda lectura. Bárcena, Villa Nueva.

Tratamiento	Código	Repetición			Media
		I	II	III	
T1	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	17.20	15.80	25.60	19.53
T2	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	19.80	28.80	25.40	24.67
T3	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	20.00	20.20	18.60	19.60
T4	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	20.20	13.80	26.00	20.00
T5	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	13.40	14.60	25.20	17.73
T6	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	21.60	27.80	31.20	26.87
T7	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	19.20	22.80	31.40	24.47
T8	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	21.40	22.60	33.60	25.87
T9	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	20.60	25.40	30.80	25.60
T10	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	18.40	32.00	36.20	28.87
T11	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	16.80	22.20	28.20	22.40
T12	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	16.40	22.40	27.40	22.07

Cuadro 25. Volumen radicular en (cc) de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Tercera lectura. Bárcena, Villa Nueva.

Tratamiento	Código	Repetición			Media
		I	II	III	
T1	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	32.40	31.20	29.60	31.07
T2	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	40.40	38.60	36.40	38.47
T3	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	37.20	34.60	32.40	34.73
T4	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	34.40	34.00	31.20	33.20
T5	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	40.40	37.40	41.00	39.60
T6	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	37.00	38.20	36.00	37.07
T7	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	33.40	33.40	33.60	33.47
T8	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	38.20	39.40	38.00	38.53
T9	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	34.00	39.40	32.40	35.27
T10	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	37.80	39.20	34.20	37.07
T11	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	31.60	35.60	37.20	34.80
T12	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	40.40	41.60	34.00	38.67

Cuadro 26. Peso fresco radicular (g) de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Primera lectura. Bárcena, Villa Nueva.

Tratamiento	Código	Repetición			Media
		I	II	III	
T1	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	2.55	1.79	2.60	2.31
T2	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	10.65	7.86	7.87	8.79
T3	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	4.23	3.69	5.04	4.32
T4	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	9.98	6.72	6.84	7.85
T5	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	5.71	9.93	9.70	8.45
T6	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	10.28	12.42	7.71	10.14
T7	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	8.05	7.46	9.41	8.30
T8	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	11.58	10.95	13.42	11.99
T9	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	1.88	8.62	4.91	5.14
T10	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	11.40	6.71	9.53	9.21
T11	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	5.53	5.83	5.61	5.66
T12	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	6.22	2.06	5.76	4.68

Cuadro 27. Peso fresco radicular (g) de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Segunda lectura. Bárcena, Villa Nueva.

Tratamiento	Código	Repetición			Media
		I	II	III	
T1	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	12.87	10.57	15.34	12.93
T2	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	45.58	22.36	16.45	28.13
T3	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	16.66	14.30	9.98	13.65
T4	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	18.93	8.18	13.72	13.61
T5	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	9.75	10.44	12.37	10.85
T6	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	15.80	20.73	19.08	18.53
T7	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	15.01	15.96	17.30	16.09
T8	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	20.33	16.95	20.74	19.34
T9	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	16.47	16.84	18.14	17.15
T10	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	19.03	23.46	20.88	21.12
T11	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	16.06	15.18	15.44	15.56
T12	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	14.41	16.25	14.17	14.94

Cuadro 28. Peso fresco radicular (g) de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Tercera lectura. Bárcena, Villa Nueva.

Tratamiento	Código	Repetición			Media
		I	II	III	
T1	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	21.24	19.23	19.84	20.10
T2	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	30.17	25.82	25.57	27.19
T3	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	26.02	23.75	21.18	23.65
T4	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	21.51	20.10	17.97	19.86
T5	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	28.48	26.22	30.26	28.32
T6	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	25.67	26.78	22.86	25.11
T7	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	22.07	19.86	22.89	21.61
T8	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	26.97	23.85	26.54	25.79
T9	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	23.83	24.74	21.19	23.25
T10	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	25.34	25.96	22.71	24.67
T11	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	19.03	21.91	24.46	21.80
T12	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	27.40	28.63	20.66	25.56

Cuadro 29. Peso seco radicular (g) de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Primera lectura. Bárcena, Villa Nueva.

Tratamiento	Código	Repetición			Media
		I	II	III	
T1	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	0.49	0.43	0.52	0.48
T2	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	2.74	1.65	1.77	2.05
T3	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	0.87	0.83	1.32	1.01
T4	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	2.01	1.60	1.56	1.72
T5	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	1.13	2.60	2.13	1.95
T6	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	2.26	3.24	2.06	2.52
T7	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	1.92	1.30	2.22	1.81
T8	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	2.88	3.17	3.45	3.17
T9	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	0.31	1.72	1.04	1.02
T10	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	2.31	1.21	2.12	1.88
T11	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	1.46	1.32	1.33	1.37
T12	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	1.29	0.36	1.03	0.89

Cuadro 30. Peso seco radicular (g) de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Segunda lectura. Bárcena, Villa Nueva.

Tratamiento	Código	Repetición			Media
		I	II	III	
T1	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	4.27	4.74	6.11	5.04
T2	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	5.07	10.17	6.48	7.24
T3	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	5.39	6.11	3.82	5.11
T4	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	7.00	3.64	5.19	5.28
T5	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	3.41	4.37	4.80	4.19
T6	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	5.79	9.78	7.99	7.85
T7	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	4.87	6.85	6.96	6.23
T8	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	7.61	7.57	8.65	7.94
T9	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	5.95	5.86	7.37	6.39
T10	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	5.93	11.43	8.40	8.59
T11	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	5.55	7.14	5.81	6.17
T12	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	5.24	6.46	5.51	5.74

Cuadro 31. Peso seco radicular (g) de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Tercera lectura. Bárcena, Villa Nueva.

Tratamiento	Código	Repetición			Media
		I	II	III	
T1	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	9.23	7.53	8.25	8.34
T2	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	12.84	10.44	10.39	11.22
T3	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	12.93	9.45	7.76	10.04
T4	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	9.97	7.66	6.60	8.07
T5	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	11.96	10.35	11.88	11.39
T6	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	10.67	10.73	8.81	10.07
T7	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	9.57	7.34	8.83	8.58
T8	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	11.07	9.31	11.71	10.70
T9	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	9.83	10.14	8.00	9.33
T10	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	11.91	12.37	10.04	11.44
T11	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	15.99	9.19	9.96	11.71
T12	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	13.53	12.02	7.32	10.96

Cuadro 32. Peso fresco foliar (g) de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Primera lectura. Bárcena, Villa Nueva.

Tratamiento	Código	Repetición			Media
		I	II	III	
T1	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	30.25	25.78	27.63	27.89
T2	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	45.22	39.34	35.61	40.06
T3	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	37.70	33.65	33.31	34.88
T4	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	28.91	29.56	27.07	28.51
T5	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	49.14	41.04	42.51	44.23
T6	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	39.19	37.93	34.52	37.21
T7	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	31.79	29.70	31.91	31.13
T8	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	43.16	35.90	37.25	38.77
T9	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	34.78	35.97	31.68	34.14
T10	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	38.04	36.06	33.97	36.02
T11	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	30.05	28.52	33.80	30.79
T12	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	39.27	38.37	36.23	37.96

Cuadro 33. Peso seco foliar (g) de esquejes de morera enraizados, en diferentes niveles de tratamiento hormonal, diámetros de esqueje y profundidades de siembra. Primera lectura. Bárcena, Villa Nueva.

Tratamiento	Código	Repetición			Media
		I	II	III	
T1	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	12.46	10.39	11.73	11.53
T2	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	18.62	16.25	14.66	16.51
T3	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	15.94	13.47	12.73	14.05
T4	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	11.69	11.10	10.59	11.13
T5	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	19.82	17.84	18.84	18.83
T6	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	15.59	15.73	14.90	15.40
T7	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	11.81	11.68	13.22	12.23
T8	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	18.01	14.74	15.63	16.13
T9	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	14.65	14.21	12.46	13.77
T10	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	17.52	15.04	15.60	16.05
T11	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	11.88	11.37	15.16	12.80
T12	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	18.33	17.96	14.88	17.06

Cuadro 34. Costo de producción por esqueje de morera enraizado (unidad), para el tratamiento A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>. Bárcena, Villa Nueva.

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
I. Costo Directo				<b>Q 157.55</b>
1. RENTA DE LA TIERRA				Q 0.67
2. MANO DE OBRA				<b>Q 71.69</b>
a) Limpieza del área experimental	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
b) Preparación de los sustratos	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
c) Llenado de bolsas	Jornal	0.09	Q 86.90	Q 7.82
d) Delimitación del área experimental con rafia agrícola	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
e) Distribución de los tratamientos conforme al croquis	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
f) Corte de los esquejes de morera ( <i>Morus alba</i> )	Jornal	0.16	Q 86.90	Q 13.90
g) Preparación y aplicación de la hormona (IBA)	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
i) Plantado de los esquejes de morera	Jornal	0.02	Q 86.90	Q 1.30
j) Identificación de cada uno de los tratamientos	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
k) Riego	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
l) Control de malezas	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
3. INSUMOS				<b>Q 85.19</b>
a) Esqueje de morera	Unidad	45	Q 0.20	Q 9.00
b) Hormona IBA al 98%	g	1	Q 11.25	Q 11.25
c) Tierra	m <sup>3</sup>	0.08	Q 25.00	Q 2.00
d) Arena pómez cernida	m <sup>3</sup>	0.04	Q 9.75	Q 0.39
e) Materia orgánica	Saco	1	Q 60.00	Q 60.00
f) Bolsas de polietileno	Millar	0.05	Q 35.00	Q 1.58
g) Rafia agrícola	Rollo	0.13	Q 7.50	Q 0.98
II. Costo Directo				<b>Q 28.99</b>
1. Administración (1% s/C.D.)				Q 1.58
2. Financieros (12.40 s/C.D. 3m)				Q 19.54
3. Imprevistos (5 % s/C.D.)				Q 7.88
III. Costo Total				<b>Q 186.54</b>
IV. Costo unitario (por esqueje enraizado)				<b>Q 4.15</b>



Cuadro 35. Costo de producción por esqueje de morera enraizado (unidad), para el tratamiento A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub>. Bárcena, Villa Nueva.

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
I. Costo Directo				<b>Q 157.98</b>
1. RENTA DE LA TIERRA				Q 0.67
2. MANO DE OBRA				<b>Q 72.13</b>
a) Limpieza del área experimental	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
b) Preparación de los sustratos	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
c) Llenado de bolsas	Jornal	0.09	Q 86.90	Q 7.82
d) Delimitación del área experimental con rafia agrícola	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
e) Distribución de los tratamientos conforme al croquis	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
f) Corte de los esquejes de morera ( <i>Morus alba</i> )	Jornal	0.16	Q 86.90	Q 13.90
g) Preparación y aplicación de la hormona (IBA)	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
i) Plantado de los esquejes de morera	Jornal	0.02	Q 86.90	Q 1.74
j) Identificación de cada uno de los tratamientos	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
k) Riego	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
l) Control de malezas	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
3. INSUMOS				<b>Q 85.19</b>
a) Esqueje de morera	Unidad	45	Q 0.20	Q 9.00
b) Hormona IBA al 98%	g	1	Q 11.25	Q 11.25
c) Tierra	m <sup>3</sup>	0.08	Q 25.00	Q 2.00
d) Arena pómez cernida	m <sup>3</sup>	0.04	Q 9.75	Q 0.39
e) Materia orgánica	Saco	1	Q 60.00	Q 60.00
f) Bolsas de polietileno	Millar	0.05	Q 35.00	Q 1.58
g) Rafia agrícola	Rollo	0.13	Q 7.50	Q 0.98
II. Costo Directo				<b>Q 29.07</b>
1. Administración (1% s/C.D.)				Q 1.58
2. Financieros (12.40 s/C.D. 3m)				Q 19.59
3. Imprevistos (5 % s/C.D.)				Q 7.90
III. Costo Total				<b>Q 187.05</b>
IV. Costo unitario (por esqueje enraizado)				<b>Q 4.16</b>

Cuadro 36. Costo de producción por esqueje de morera enraizado (unidad), para el tratamiento A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>1</sub>. Bárcena, Villa Nueva.

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
I. Costo Directo				<b>Q 154.07</b>
1. RENTA DE LA TIERRA				Q 0.67
2. MANO DE OBRA				<u>Q 68.22</u>
a) Limpieza del área experimental	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
b) Preparación de los sustratos	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
c) Llenado de bolsas	Jornal	0.09	Q 86.90	Q 7.82
d) Delimitación del área experimental con rafia agrícola	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
e) Distribución de los tratamientos conforme al croquis	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
f) Corte de los esquejes de morera ( <i>Morus alba</i> )	Jornal	0.12	Q 86.90	Q 10.43
g) Preparación y aplicación de la hormona (IBA)	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
i) Plantado de los esquejes de morera	Jornal	0.02	Q 86.90	Q 1.30
j) Identificación de cada uno de los tratamientos	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
k) Riego	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
l) Control de malezas	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
3. INSUMOS				<u>Q 85.19</u>
a) Esqueje de morera	Unidad	45	Q 0.20	Q 9.00
b) Hormona IBA al 98%	g	1	Q 11.25	Q 11.25
c) Tierra	m <sup>3</sup>	0.08	Q 25.00	Q 2.00
d) Arena pómez cernida	m <sup>3</sup>	0.04	Q 9.75	Q 0.39
e) Materia orgánica	Saco	1	Q 60.00	Q 60.00
f) Bolsas de polietileno	Millar	0.05	Q 35.00	Q 1.58
g) Rafia agrícola	Rollo	0.13	Q 7.50	Q 0.98
II. Costo Directo				<b>Q 28.35</b>
1. Administración (1% s/C.D.)				Q 1.54
2. Financieros (12.40 s/C.D. 3m)				Q 19.10
3. Imprevistos (5 % s/C.D.)				Q 7.70
III. Costo Total				<b>Q 182.42</b>
IV. Costo unitario (por esqueje enraizado)				<b>Q 4.05</b>

Cuadro 37. Costo de producción por esqueje de morera enraizado (unidad), para el tratamiento A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>. Bárcena, Villa Nueva.

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
I. Costo Directo				<b>Q 154.51</b>
1. RENTA DE LA TIERRA				Q 0.67
2. MANO DE OBRA				<b>Q 68.65</b>
a) Limpieza del área experimental	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
b) Preparación de los sustratos	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
c) Llenado de bolsas	Jornal	0.09	Q 86.90	Q 7.82
d) Delimitación del área experimental con rafia agrícola	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
e) Distribución de los tratamientos conforme al croquis	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
f) Corte de los esquejes de morera ( <i>Morus alba</i> )	Jornal	0.12	Q 86.90	Q 10.43
g) Preparación y aplicación de la hormona (IBA)	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
i) Plantado de los esquejes de morera	Jornal	0.02	Q 86.90	Q 1.74
j) Identificación de cada uno de los tratamientos	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
k) Riego	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
l) Control de malezas	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
3. INSUMOS				<b>Q 85.19</b>
a) Esqueje de morera	Unidad	45	Q 0.20	Q 9.00
b) Hormona IBA al 98%	g	1	Q 11.25	Q 11.25
c) Tierra	m <sup>3</sup>	0.08	Q 25.00	Q 2.00
d) Arena pómez cernida	m <sup>3</sup>	0.04	Q 9.75	Q 0.39
e) Materia orgánica	Saco	1	Q 60.00	Q 60.00
f) Bolsas de polietileno	Millar	0.05	Q 35.00	Q 1.58
g) Rafia agrícola	Rollo	0.13	Q 7.50	Q 0.98
II. Costo Directo				<b>Q 28.43</b>
1. Administración (1% s/C.D.)				Q 1.55
2. Financieros (12.40 s/C.D. 3m)				Q 19.16
3. Imprevistos (5 % s/C.D.)				Q 7.73
III. Costo Total				<b>Q 182.94</b>
IV. Costo unitario (por esqueje enraizado)				<b>Q 4.07</b>

Cuadro 38. Costo de producción por esqueje de morera enraizado (unidad), para el tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>. Bárcena, Villa Nueva.

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
I. Costo Directo				<b>Q 154.74</b>
1. RENTA DE LA TIERRA				Q 0.67
2. MANO DE OBRA				<b>Q 71.69</b>
a) Limpieza del área experimental	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
b) Preparación de los sustratos	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
c) Llenado de bolsas	Jornal	0.09	Q 86.90	Q 7.82
d) Delimitación del área experimental con rafia agrícola	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
e) Distribución de los tratamientos conforme al croquis	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
f) Corte de los esquejes de morera ( <i>Morus alba</i> )	Jornal	0.16	Q 86.90	Q 13.90
g) Preparación y aplicación de la hormona (IBA)	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
i) Plantado de los esquejes de morera	Jornal	0.02	Q 86.90	Q 1.30
j) Identificación de cada uno de los tratamientos	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
k) Riego	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
l) Control de malezas	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
3. INSUMOS				<b>Q 82.37</b>
a) Esqueje de morera	Unidad	45	Q 0.20	Q 9.00
b) Hormona IBA al 98%	g	0.75	Q 11.25	Q 8.43
c) Tierra	m <sup>3</sup>	0.08	Q 25.00	Q 2.00
d) Arena pómez cernida	m <sup>3</sup>	0.04	Q 9.75	Q 0.39
e) Materia orgánica	Saco	1	Q 60.00	Q 60.00
f) Bolsas de polietileno	Millar	0.05	Q 35.00	Q 1.58
g) Rafia agrícola	Rollo	0.13	Q 7.50	Q 0.98
II. Costo Directo				<b>Q 28.47</b>
1. Administración (1% s/C.D.)				Q 1.55
2. Financieros (12.40 s/C.D. 3m)				Q 19.19
3. Imprevistos (5 % s/C.D.)				Q 7.74
III. Costo Total				<b>Q 183.21</b>
IV. Costo unitario (por esqueje enraizado)				<b>Q 4.07</b>

Cuadro 39. Costo de producción por esqueje de morera enraizado (unidad), para el tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub>. Bárcena, Villa Nueva.

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>I. Costo Directo</b>				<b><u>Q 155.17</u></b>
1. RENTA DE LA TIERRA				Q 0.67
2. MANO DE OBRA				<u>Q 72.13</u>
a) Limpieza del área experimental	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
b) Preparación de los sustratos	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
c) Llenado de bolsas	Jornal	0.09	Q 86.90	Q 7.82
d) Delimitación del área experimental con rafia agrícola	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
e) Distribución de los tratamientos conforme al croquis	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
f) Corte de los esquejes de morera ( <i>Morus alba</i> )	Jornal	0.16	Q 86.90	Q 13.90
g) Preparación y aplicación de la hormona (IBA)	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
i) Plantado de los esquejes de morera	Jornal	0.02	Q 86.90	Q 1.74
j) Identificación de cada uno de los tratamientos	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
k) Riego	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
l) Control de malezas	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
3. INSUMOS				<u>Q 82.37</u>
a) Esqueje de morera	Unidad	45	Q 0.20	Q 9.00
b) Hormona IBA al 98%	g	0.75	Q 11.25	Q 8.43
c) Tierra	m <sup>3</sup>	0.08	Q 25.00	Q 2.00
d) Arena pómez cernida	m <sup>3</sup>	0.04	Q 9.75	Q 0.39
e) Materia orgánica	Saco	1	Q 60.00	Q 60.00
f) Bolsas de polietileno	Millar	0.05	Q 35.00	Q 1.58
g) Rafia agrícola	Rollo	0.13	Q 7.50	Q 0.98
<b>II. Costo Directo</b>				<b><u>Q 28.55</u></b>
1. Administración (1% s/C.D.)				Q 1.55
2. Financieros (12.40 s/C.D. 3m)				Q 19.24
3. Imprevistos (5 % s/C.D.)				Q 7.76
<b>III. Costo Total</b>				<b><u>Q 183.72</u></b>
<b>IV. Costo unitario (por esqueje enraizado)</b>				<b><u>Q 4.08</u></b>

Cuadro 40. Costo de producción por esqueje de morera enraizado (unidad), para el tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>1</sub>. Bárcena, Villa Nueva.

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
I. Costo Directo				<b>Q 151.26</b>
1. RENTA DE LA TIERRA				Q 0.67
2. MANO DE OBRA				<b>Q 68.22</b>
a) Limpieza del área experimental	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
b) Preparación de los sustratos	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
c) Llenado de bolsas	Jornal	0.09	Q 86.90	Q 7.82
d) Delimitación del área experimental con rafia agrícola	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
e) Distribución de los tratamientos conforme al croquis	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
f) Corte de los esquejes de morera ( <i>Morus alba</i> )	Jornal	0.12	Q 86.90	Q 10.43
g) Preparación y aplicación de la hormona (IBA)	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
i) Plantado de los esquejes de morera	Jornal	0.02	Q 86.90	Q 1.30
j) Identificación de cada uno de los tratamientos	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
k) Riego	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
l) Control de malezas	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
3. INSUMOS				<b>Q 82.37</b>
a) Esqueje de morera	Unidad	45	Q 0.20	Q 9.00
b) Hormona IBA al 98%	g	0.75	Q 11.25	Q 8.43
c) Tierra	m <sup>3</sup>	0.08	Q 25.00	Q 2.00
d) Arena pómez cernida	m <sup>3</sup>	0.04	Q 9.75	Q 0.39
e) Materia orgánica	Saco	1	Q 60.00	Q 60.00
f) Bolsas de polietileno	Millar	0.05	Q 35.00	Q 1.58
g) Rafia agrícola	Rollo	0.13	Q 7.50	Q 0.98
II. Costo Directo				<b>Q 27.83</b>
1. Administración (1% s/C.D.)				Q 1.51
2. Financieros (12.40 s/C.D. 3m)				Q 18.76
3. Imprevistos (5 % s/C.D.)				Q 7.56
III. Costo Total				<b>Q 179.09</b>
IV. Costo unitario (por esqueje enraizado)				<b>Q 3.98</b>

Cuadro 41. Costo de producción por esqueje de morera enraizado (unidad), para el tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>. Bárcena, Villa Nueva.

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
I. Costo Directo				<b>Q 151.69</b>
1. RENTA DE LA TIERRA				Q 0.67
2. MANO DE OBRA				<b>Q 68.65</b>
a) Limpieza del área experimental	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
b) Preparación de los sustratos	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
c) Llenado de bolsas	Jornal	0.09	Q 86.90	Q 7.82
d) Delimitación del área experimental con rafia agrícola	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
e) Distribución de los tratamientos conforme al croquis	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
f) Corte de los esquejes de morera ( <i>Morus alba</i> )	Jornal	0.12	Q 86.90	Q 10.43
g) Preparación y aplicación de la hormona (IBA)	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
i) Plantado de los esquejes de morera	Jornal	0.02	Q 86.90	Q 1.74
j) Identificación de cada uno de los tratamientos	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
k) Riego	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
l) Control de malezas	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
3. INSUMOS				<b>Q 82.37</b>
a) Esqueje de morera	Unidad	45	Q 0.20	Q 9.00
b) Hormona IBA al 98%	g	0.75	Q 11.25	Q 8.43
c) Tierra	m <sup>3</sup>	0.08	Q 25.00	Q 2.00
d) Arena pómez cernida	m <sup>3</sup>	0.04	Q 9.75	Q 0.39
e) Materia orgánica	Saco	1	Q 60.00	Q 60.00
f) Bolsas de polietileno	Millar	0.05	Q 35.00	Q 1.58
g) Rafia agrícola	Rollo	0.13	Q 7.50	Q 0.98
II. Costo Directo				<b>Q 27.91</b>
1. Administración (1% s/C.D.)				Q 1.52
2. Financieros (12.40 s/C.D. 3m)				Q 18.81
3. Imprevistos (5 % s/C.D.)				Q 7.58
III. Costo Total				<b>Q 179.61</b>
IV. Costo unitario (por esqueje enraizado)				<b>Q 3.99</b>

Cuadro 42. Costo de producción por esqueje de morera enraizado (unidad), para el tratamiento A<sub>3</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>. Bárcena, Villa Nueva.

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
I. Costo Directo				<b>Q 151.93</b>
1. RENTA DE LA TIERRA				Q 0.67
2. MANO DE OBRA				<b>Q 71.69</b>
a) Limpieza del área experimental	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
b) Preparación de los sustratos	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
c) Llenado de bolsas	Jornal	0.09	Q 86.90	Q 7.82
d) Delimitación del área experimental con rafia agrícola	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
e) Distribución de los tratamientos conforme al croquis	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
f) Corte de los esquejes de morera ( <i>Morus alba</i> )	Jornal	0.16	Q 86.90	Q 13.90
g) Preparación y aplicación de la hormona (IBA)	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
i) Plantado de los esquejes de morera	Jornal	0.02	Q 86.90	Q 1.30
j) Identificación de cada uno de los tratamientos	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
k) Riego	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
l) Control de malezas	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
3. INSUMOS				<b>Q 79.56</b>
a) Esqueje de morera	Unidad	45	Q 0.20	Q 9.00
b) Hormona IBA al 98%	g	0.50	Q 11.25	Q 5.62
c) Tierra	m <sup>3</sup>	0.08	Q 25.00	Q 2.00
d) Arena pómez cernida	m <sup>3</sup>	0.04	Q 9.75	Q 0.39
e) Materia orgánica	Saco	1	Q 60.00	Q 60.00
f) Bolsas de polietileno	Millar	0.05	Q 35.00	Q 1.58
g) Rafia agrícola	Rollo	0.13	Q 7.50	Q 0.98
II. Costo Directo				<b>Q 27.95</b>
1. Administración (1% s/C.D.)				Q 1.52
2. Financieros (12.40 s/C.D. 3m)				Q 18.84
3. Imprevistos (5 % s/C.D.)				Q 7.60
III. Costo Total				<b>Q 179.88</b>
IV. Costo unitario (por esqueje enraizado)				<b>Q 4.00</b>



Cuadro 43. Costo de producción por esqueje de morera enraizado (unidad), para el tratamiento A<sub>3</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub>. Bárcena, Villa Nueva.

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
I. Costo Directo				<b>Q 152.36</b>
1. RENTA DE LA TIERRA				Q 0.67
2. MANO DE OBRA				<b>Q 72.13</b>
a) Limpieza del área experimental	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
b) Preparación de los sustratos	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
c) Llenado de bolsas	Jornal	0.09	Q 86.90	Q 7.82
d) Delimitación del área experimental con rafia agrícola	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
e) Distribución de los tratamientos conforme al croquis	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
f) Corte de los esquejes de morera ( <i>Morus alba</i> )	Jornal	0.16	Q 86.90	Q 13.90
g) Preparación y aplicación de la hormona (IBA)	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
i) Plantado de los esquejes de morera	Jornal	0.02	Q 86.90	Q 1.74
j) Identificación de cada uno de los tratamientos	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
k) Riego	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
l) Control de malezas	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
3. INSUMOS				<b>Q 79.56</b>
a) Esqueje de morera	Unidad	45	Q 0.20	Q 9.00
b) Hormona IBA al 98%	g	0.50	Q 11.25	Q 5.62
c) Tierra	m <sup>3</sup>	0.08	Q 25.00	Q 2.00
d) Arena pómez cernida	m <sup>3</sup>	0.04	Q 9.75	Q 0.39
e) Materia orgánica	Saco	1	Q 60.00	Q 60.00
f) Bolsas de polietileno	Millar	0.05	Q 35.00	Q 1.58
g) Rafia agrícola	Rollo	0.13	Q 7.50	Q 0.98
II. Costo Directo				<b>Q 28.03</b>
1. Administración (1% s/C.D.)				Q 1.52
2. Financieros (12.40 s/C.D. 3m)				Q 18.89
3. Imprevistos (5 % s/C.D.)				Q 7.62
III. Costo Total				<b>Q 180.39</b>
IV. Costo unitario (por esqueje enraizado)				<b>Q 4.01</b>

Cuadro 44. Costo de producción por esqueje de morera enraizado (unidad), para el tratamiento A<sub>3</sub>B<sub>2</sub>C<sub>1</sub>. Bárcena, Villa Nueva.

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
I. Costo Directo				<b>Q 148.45</b>
1. RENTA DE LA TIERRA				Q 0.67
2. MANO DE OBRA				<b>Q 68.22</b>
a) Limpieza del área experimental	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
b) Preparación de los sustratos	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
c) Llenado de bolsas	Jornal	0.09	Q 86.90	Q 7.82
d) Delimitación del área experimental con rafia agrícola	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
e) Distribución de los tratamientos conforme al croquis	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
f) Corte de los esquejes de morera ( <i>Morus alba</i> )	Jornal	0.12	Q 86.90	Q 10.43
g) Preparación y aplicación de la hormona (IBA)	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
i) Plantado de los esquejes de morera	Jornal	0.02	Q 86.90	Q 1.30
j) Identificación de cada uno de los tratamientos	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
k) Riego	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
l) Control de malezas	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
3. INSUMOS				<b>Q 79.56</b>
a) Esqueje de morera	Unidad	45	Q 0.20	Q 9.00
b) Hormona IBA al 98%	g	0.50	Q 11.25	Q 5.62
c) Tierra	m <sup>3</sup>	0.08	Q 25.00	Q 2.00
d) Arena pómez cernida	m <sup>3</sup>	0.04	Q 9.75	Q 0.39
e) Materia orgánica	Saco	1	Q 60.00	Q 60.00
f) Bolsas de polietileno	Millar	0.05	Q 35.00	Q 1.58
g) Rafia agrícola	Rollo	0.13	Q 7.50	Q 0.98
II. Costo Directo				<b>Q 27.31</b>
1. Administración (1% s/C.D.)				Q 1.48
2. Financieros (12.40 s/C.D. 3m)				Q 18.41
3. Imprevistos (5 % s/C.D.)				Q 7.42
III. Costo Total				<b>Q 175.76</b>
IV. Costo unitario (por esqueje enraizado)				<b>Q 3.91</b>

Cuadro 45. Costo de producción por esqueje de morera enraizado (unidad), para el tratamiento A<sub>3</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>. Bárcena, Villa Nueva.

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
I. Costo Directo				<b>Q 148.88</b>
1. RENTA DE LA TIERRA				Q 0.67
2. MANO DE OBRA				<b>Q 68.65</b>
a) Limpieza del área experimental	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
b) Preparación de los sustratos	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
c) Llenado de bolsas	Jornal	0.09	Q 86.90	Q 7.82
d) Delimitación del área experimental con rafia agrícola	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
e) Distribución de los tratamientos conforme al croquis	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
f) Corte de los esquejes de morera ( <i>Morus alba</i> )	Jornal	0.12	Q 86.90	Q 10.43
g) Preparación y aplicación de la hormona (IBA)	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
i) Plantado de los esquejes de morera	Jornal	0.02	Q 86.90	Q 1.74
j) Identificación de cada uno de los tratamientos	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
k) Riego	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
l) Control de malezas	Jornal	0.07	Q 86.90	Q 6.08
3. INSUMOS				<b>Q 79.56</b>
a) Esqueje de morera	Unidad	45	Q 0.20	Q 9.00
b) Hormona IBA al 98%	g	0.50	Q 11.25	Q 5.62
c) Tierra	m <sup>3</sup>	0.08	Q 25.00	Q 2.00
d) Arena pómez cernida	m <sup>3</sup>	0.04	Q 9.75	Q 0.39
e) Materia orgánica	Saco	1	Q 60.00	Q 60.00
f) Bolsas de polietileno	Millar	0.05	Q 35.00	Q 1.58
g) Rafia agrícola	Rollo	0.13	Q 7.50	Q 0.98
II. Costo Directo				<b>Q 27.39</b>
1. Administración (1% s/C.D.)				Q 1.49
2. Financieros (12.40 s/C.D. 3m)				Q 18.46
3. Imprevistos (5 % s/C.D.)				Q 7.44
III. Costo Total				<b>Q 176.28</b>
IV. Costo unitario (por esqueje enraizado)				<b>Q 3.92</b>



Figura 16. Llenado de sustrato a las bolsas de polietileno. Bárcena, Villa Nueva, 2013.



Figura 17. Distribución de bolsas de polietileno llenas de sustrato. Bárcena, Villa Nueva, 2013.



Figura 18. Selección de esquejes gruesos. Bárcena, Villa Nueva, 2013.



Figura 19. Selección de esquejes delgados. Bárcena, Villa Nueva, 2013.



Figura 20. Herramienta para corte y medición de grosor de ramas. Bárcena, Villa Nueva, 2013.



Figura 21. Clasificación de esquejes de morera cortados. Bárcena, Villa Nueva, 2013.



Figura 22. Aplicación de ácido indolbutírico con el método de inmersión rápida, a esquejes de morera. Bárcena, Villa Nueva, 2013.



Figura 23. Distribución de tratamientos en campo. Bárcena, Villa Nueva, 2013.



Figura 24. Vista general después de 40 días de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.



Figura 25. Vista general después de 60 días de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.





Figura 26. Vista general después de 90 días de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.



Figura 27. Tratamiento  $A_2B_1C_2$ , 40 días después de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.



Figura 28. Tratamiento  $A_2B_1C_2$ , 60 días después de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.



Figura 29. Tratamiento  $A_2B_1C_2$ , 90 días después de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.



Figura 30. Vista general de esquejes muestreados a los 60 días de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.



Figura 31. Vista general de esquejes muestreados a los 90 días de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.

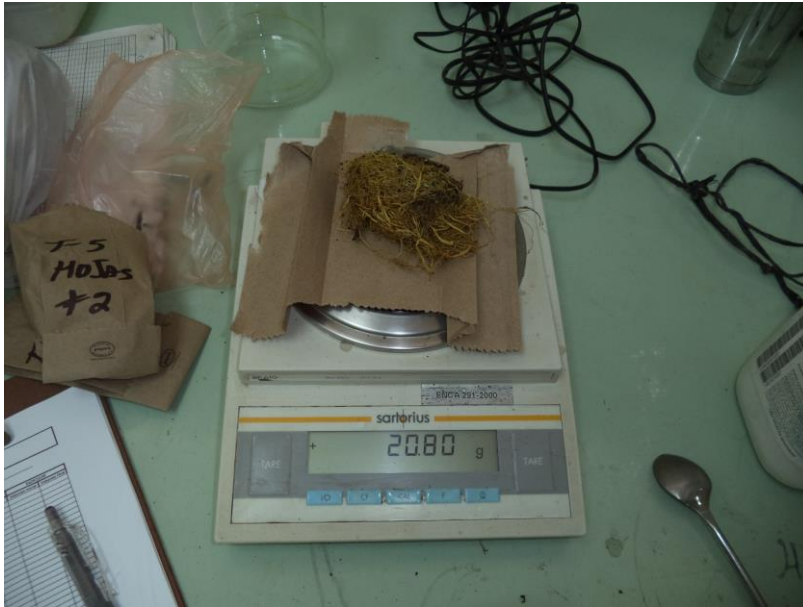


Figura 32. Peso fresco de raíz tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub> a los 40 días de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.



Figura 33. Volumen radicular tratamiento A<sub>3</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub> a los 40 días de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.



Figura 34. Colocación de muestras en horno para la determinación de peso seco. Bárcena, Villa Nueva, 2013.



Figura 35. Peso seco de raíz tratamiento A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub> a los 40 días de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.

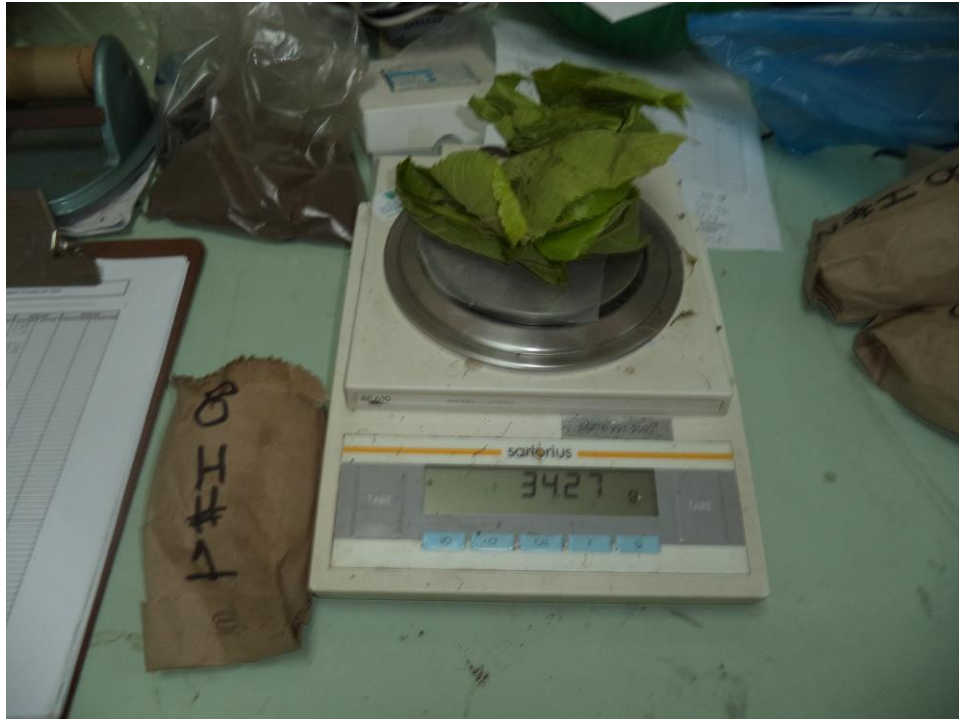


Figura 36. Peso fresco foliar tratamiento  $A_2B_2C_2$  a los 90 días de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.



Figura 37. Horno a 74 °C 48 horas después de haber colocado las muestras. Bárcena, Villa Nueva, 2013.



Figura 38. Muestras de hojas secas a los 90 días de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.



Figura 39. Peso seco foliar tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub> a los 90 días de iniciado el experimento. Bárcena, Villa Nueva, 2013.