

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**“PROPAGACIÓN VEGETATIVA POR INJERTO DE
BOLAINA BLANCA (*Guazuma crinita* Mart.) BAJO
CONDICIONES CONTROLADAS EN PUCALLPA, PERÚ”**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO AGRONOMO

Oscar Paredes Rojas

TINGO MARÍA – PERÚ

2010

DEDICATORIA

A DIOS, por el éxito y la satisfacción de esta investigación, quien me regala los dones de la sabiduría para enfrentar los retos, las alegrías y los obstáculos que se me presentan constantemente. A la memoria de mis queridos padres Vicente y Francisca, quienes desde la gloria del señor ven realizado el sueño de padre; mi sincero agradecimiento por haberme depositado su confianza e impartido sus sabios consejos.

A mis queridos amigos: Benejir, Darío, Godofredo, Maycol, Georgina, Julio, por su gran calidad humana, apoyo incondicional, amor, alegría y ánimo contagioso, que no me dejaron desfallecer para así poder llevar a cabo la culminación de este proyecto.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y docentes de la Facultad de Agronomía, por la invaluable contribución cultural, social y científica.

En primera instancia, al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) con sede en Ucayali, por decidido apoyo financiero, técnico y respaldo logístico total.

De manera muy especial al Ing. Manuel Soudre Zambrano M. Sc, investigador y asesor principal del IIAP en el presente trabajo de tesis, por sus sabias contribuciones, dedicación constante, apoyo en la redacción científica, gran calidad humana y por su confianza puesta en mí persona.

Al Ing. Jaime Chávez Matías, profesor asociado y asesor del presente trabajo de tesis por parte de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), por sus recomendaciones oportunas en el desarrollo de la tesis.

A los Ingenieros Wilson Guerra Arévalo, Héctor Guerra Arévalo y Henry Ruiz Solsol, por su permanente respaldo técnico y colaboración en la ejecución de la tesis. Igualmente, a Rony Ríos, Frank Vidal, José Luis y Leisy Mueras, por el apoyo brindado durante las evaluaciones. A cada una de las personas que contribuyeron de una u otra forma, mi agradecimiento infinito.

INDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	15
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	17
2.1. Generalidades de la especie en estudio	17
2.2. La propagación asexual o vegetativa	21
2.3. Propagación vegetativa mediante injertos.....	23
2.4. Preparación de portainjertos	25
2.5. Obtención de varas yemeras	25
2.6. Fisiología del injerto	26
2.7. Factores a considerar en la injertación.....	27
2.8. Condiciones importantes en la operación exitosa de la injertación	35
2.9. Clasificación de injertos.....	36
2.10. Técnicas de injertación.....	38
2.11. Sistemas de protección de injertos.....	42
2.12. Variables de evaluación y condiciones para la injertación	44
III. MATERIALES Y MÉTODOS	46
3.1. Ubicación del área experimental	46
3.2. Condiciones ambientales	46
3.3. Materiales y equipos	50
3.4. Procesamiento de datos.....	51

3.5.	Diseño experimental.....	52
3.6.	Ejecución del experimento	56
3.7.	Implementación de la cámara de injertación	57
3.8.	Procedimiento metodológico de la instalación del ensayo	58
3.9.	Manejo, monitoreo y control durante el período de injertación	61
3.10.	Evaluaciones registradas	62
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	65
4.1.	Porcentaje de prendimiento promedio.....	65
4.2.	Tiempo de ejecución de la injertación y sistemas de protección.....	82
4.3.	Número promedio de brotes por injerto.....	85
4.4.	Longitud promedio del brote mayor por injerto.....	97
4.5.	Diámetro promedio del brote mayor por injerto	108
4.6.	Número promedio de hojas del brote mayor por injerto	117
4.7.	Relaciones entre el diámetro de la vara yemera y las variables respuesta luego de injertación.....	127
V.	CONCLUSIONES	129
VI.	RECOMENDACIONES.....	130
VII.	RESUMEN.....	131
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	132
IX.	ANEXO.....	140

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Fenología de “bolaina blanca” en cuatro distritos de la Selva Peruana.....	20
2. Influencia de las fases lunares en el injerto de plantas	33
3. Valores promedio de temperatura, humedad relativa e intensidad lumínica en el ensayo de injertación de “bolaina blanca” en 100 días díde evaluación	47
4. Descripción de los tratamientos en el estudio propagación vegetativa por injerto de “bolaina blanca” bajo condiciones controladas.....	52
5. Esquema del análisis de varianza (ANVA) del estudio de propagación vegetativa por injerto de “bolaina blanca” bajo condiciones controladas ..	55
6. Análisis de varianza del porcentaje de prendimiento de injertos de “bolaina blanca”, a 100 días de injertación.....	65
7. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$), para el efecto principal de técnicas de injertación (A) y sistemas de protección (B) en el porcentaje de prendimiento de “bolaina blanca”, a los 100 días de injertación.....	66
8. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$), para el efecto de los tratamientos y bloques, en el porcentaje de prendimiento promedio de “bolaina blanca”, a los 100 días de la injertación	73

9.	Evolución del porcentaje de prendimiento promedio, según el período de evaluación.....	75
10.	Comportamiento del porcentaje de prendimiento promedio por tratamiento de injertos de “bolaina blanca”, a los 7, 15, 30 y 100 días de injertación.....	78
11.	Relación entre el porcentaje de prendimiento y la intensidad lumínica en el injerto de “bolaina blanca”, a los 100 días de injertación.....	81
12.	Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$), para el tiempo de injertación promedio entre las técnicas de injertación y los sistemas de protección en el injerto de “bolaina blanca”, a los 100 días de injertación	83
13.	Análisis de varianza del número promedio de brotes por injerto de “bolaina blanca”, a 100 días de injertación.....	86
14.	Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$), para el efecto principal de técnicas de injertación (A) y sistemas de protección (B) en el número promedio de brotes por injerto de “bolaina blanca”, a los 100 días de injertación	87
15.	Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$), para el efecto de los tratamientos y bloques, en el número promedio de brotes por injerto de “bolaina blanca”, a 100 días de injertación	92
16.	Evolución del número promedio de brotes por injerto, según el	

período de evaluación	95
17. Análisis de varianza de la longitud promedio del brote mayor por injerto de “bolaina blanca”, a 100 días de injertación	98
18. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$), para el efecto principal de técnicas de injertación (A) y sistemas de protección (B) de longitud promedio de brote mayor por injerto de “bolaina blanca”, a los 100 días de injertación.....	99
19. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$), para el efecto de los tratamientos y bloques, en la longitud promedio de brote mayor por injerto de “bolaina blanca”, a los 100 días de injertación.....	103
20. Evolución de la longitud promedio del brote mayor por injerto, según el período de evaluación.....	106
21. Análisis de varianza del diámetro promedio de brote mayor por injerto de “bolaina blanca”, a 100 días de injertación.....	108
22. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$), para el efecto principal de técnicas de injertación (A) y sistemas de protección (B) del diámetro promedio de brote mayor por injerto de “bolaina blanca”, a los 100 días de injertación.....	109
23. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$), para el efecto de los tratamientos y bloques, en el diámetro promedio de brote mayor por injerto de	

	“bolaina blanca”, a los 100 días de injertación.....	113
24.	Evolución del diámetro promedio brote mayor por injerto, según el período de evaluación.....	115
25.	Análisis de varianza del número promedio de hojas de brote mayor por injerto de “bolaina blanca”, a 100 días de injertación.....	118
26.	Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$), para el efecto principal de técnicas de injertación (A) y sistemas de protección (B) del número hojas de brote mayor por injerto de “bolaina blanca”, a los 100 días de injertación.....	119
27.	Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$), para el efecto de los tratamientos y bloques, en el número promedio de hojas de brote mayor por injerto de “bolaina blanca”, a los 100 días de injertación	122
28.	Evolución del número de hojas promedio del brote mayor por injerto, según el período de evaluación.....	125
29.	Valores promedio de temperatura media, humedad relativa media e intensidad lumínica.....	152
30.	Valores promedio de temperatura media y humedad relativa media con respecto a los días evaluados	153
31.	Resumen general variables de respuesta, por bloque, tratamiento y factores: (A) T. injertación y (B) S. protección	155

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Técnica de injerto por púa central	39
2. Técnica de injerto por empalme	41
3. Sistema de protección con bolsa plástica	42
4. Sistema de protección con parafilm.	43
5. Relaciones entre temperatura media, humedad relativa media e intensidad lumínica, a los 100 días de injertación	50
6. Efectos principales del porcentaje de prendimiento, entre las técnicas de injertación y los sistemas de protección en injertos de “bolaina blanca”	67
7. Porcentaje de prendimiento promedio por tratamiento en la injertación de “bolaina blanca”, a los 100 días de injertación	74
8. Variación del prendimiento de injertos de “bolaina blanca”, por tiempo de evaluación según a) Técnicas de injertación, b) Sistemas de protección y c) Niveles de sombreamiento.....	77
9. Variación del prendimiento de injertos de “bolaina blanca”, por tratamiento según el tiempo de evaluación.	80
10. Relación entre el porcentaje de prendimiento e intensidad lumínica..	82

11. Comparativo del tiempo de injertación promedio, entre las técnicas de injertación y los sistemas de protección en injertos de “bolaina blanca”	85
12. Efecto principal del número promedio de brotes por injerto, entre las técnicas de injertación y los sistemas de protección en injertos de “bolaina blanca”	90
13. Número de brotes promedio por injerto de “bolaina blanca”, a 100 días de injertación	94
14. Variación del número promedio de brotes por injerto de “bolaina blanca”, por tiempo de evaluación según a) Técnicas de injertación, b) Sistemas de protección y c) Niveles de sombreadamiento	97
15. Efecto principal de la longitud promedio de brote mayor por injerto en las técnicas de injertación y los sistemas de protección en “bolaina blanca”, a los 100 días de injertación	101
16. Longitud promedio de brote mayor por injerto, en injertos de “bolaina blanca”, a los 100 días de injertación	104
17. Variación de la longitud promedio del brote mayor por injerto de “bolaina blanca”, por tiempo de evaluación según a) Técnicas de injertación, b) Sistemas de protección y c) Niveles de	

sombreamiento	107
18. Efecto principal del diámetro promedio de brote mayor por injerto, entre las técnicas de injertación y los sistemas de protección en injertos de “bolaina blanca”, a 100 días de injertación	111
19. Diámetro promedio de brote mayor por injerto de “bolaina blanca”, a los 100 días de injertación.....	114
20. Variación del diámetro promedio del brote mayor por injerto de “bolaina blanca”, por tiempo de evaluación según a) Técnicas de injertación, b) Sistemas de protección y c) Niveles de sombreamiento	117
21. Efecto principal del número de hojas de brote mayor por injerto, entre las técnicas de injertación y sistemas de protección en injertos de “bolaina blanca”, a los 100 días de injertación.....	120
22. Número promedio de hojas de brote mayor por injerto de “bolaina blanca”, a los 100 días de injertación.....	124
23. Variación del número de hojas promedio del brote mayor por injerto de “bolaina blanca”, por tiempo de evaluación según a) Técnicas de injertación, b) Sistemas de protección y c) Niveles de sombreamiento	127
24. Regresión lineal entre número de brotes, longitud de brote mayor,	

diámetro de brote mayor y número de hojas de brote mayor por injerto con el diámetro de vara yemera	128
25. Croquis del experimental del ensayo de injertación de “bolaina blanca”, bajo condiciones controladas	141
26. Distribución de los tratamientos y niveles de sombreado en el experimento de injertación de “bolaina blanca”, bajo condiciones controladas	142
27. Aclimatación de plántones repicados de “bolaina blanca”	143
28. Manejo de plántones de “bolaina blanca” para labores de injertación	143
29. Manejo de plántones para portainjertos de “bolaina blanca”	143
30. Manejo del huerto yemero para varas yemeras de “bolaina blanca”	143
31. Varas yemeras de “bolaina blanca” en condiciones deseadas	144
32. Cosecha de varas yemeras de “bolaina blanca” en huerto yemero	144
33. Traslado de varas yemeras en cajas de tecnopor.....	144
34. Preparación y desinfección de varas yemeras.....	144
35. Materiales y equipos para injertación.....	145
36. Preparación del portainjerto de “bolaina blanca”	145
37. Preparación del corte de varas yemeras.....	145
38. Operación de injertación mediante la técnica púa central.....	145
39. Operación de injertación mediante la técnica empalme	146

40. Operación de amarre con cinta borrull en la técnica de púa central	146
41. Operación de amarre con cinta borrull en la técnica de empalme	146
42. Injerto sin protección (testigo)	146
43. Sistema de protección empleando la cinta parafilm	147
44. Sistema de protección empleando bolsa plástica	147
45. Medición del diámetro y longitud del injerto	147
46. Toma de datos bioclimáticos (temperatura y humedad) usando termohigrómetro	147
47. Registro de datos de intensidad lumínica.....	148
48. Prendimiento exitoso de injertos de “bolaina blanca” con las técnicas de púa central y empalme a 100 días de injertación.....	148
49. Injerto de “bolaina blanca” con excelente desarrollo de brotes y buen estado de vigor luego de 100 días de injertación	149
50. Secuencia de la operación del injerto de “bolaina blanca”	150
51. Croquis de ubicación de las cámaras de injertación y huerto yemero de “bolaina blanca” en el vivero forestal del IIAP, Pucallpa.....	151
52. Variación de la temperatura media y humedad relativa media con respecto al tiempo de las evaluaciones	154

I. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, la destrucción masiva de los bosques naturales en las zonas tropicales y subtropicales de la Amazonía Peruana, ha acrecentado la escasez de productos forestales para satisfacer una demanda creciente. Esto ha despertado el interés por proteger los bosques remanentes y aumentar la producción forestal.

Una alternativa para satisfacer las demandas del mercado y contribuir con la reducción de la tasa de deforestación es el establecimiento de plantaciones; sin embargo uno de los mayores obstáculos de superar para la masificación de plantaciones, entre ellos con la especie “bolaina blanca” (*G. crinita*), viene siendo la escasés de semilla botánica de calidad genética mejorada.

La oferta de semilla mejorada es aún exigua y actualmente no se dispone de un protocolo de propagación vegetativa por injerto el cual representaría una herramienta importante en mejoramiento genético de esta especie, para conservar fenotipos seleccionados y para el establecimiento de huertos semilleros clonales. Además, por medio de la propagación vegetativa vía injertación se contribuiría a tener un mejor control de la variabilidad genética de las plantaciones, obteniendo así productos más uniformes y de mejor calidad.

El uso de este tipo de material genético permitirá precisamente mejorar la tecnología de producción de semilla botánica de alta calidad genética, incrementando su productividad y facilitando la cosecha de semillas de bolaina blanca de porte bajo, pudiendo disminuir los costos de producción a escala

comercial de plantaciones en áreas deforestadas, obteniendo beneficios sociales, económicos y ambientales. También, sería posible obtener individuos con características genéticas deseables, como la resistencia a plagas, enfermedades y adaptación a diversos escenarios, entre otros.

Considerando la importancia de la especie “bolaina blanca” y el hecho que aun no existen antecedentes respecto a las técnicas y procedimientos más convenientes para la propagación, los objetivos de la presente investigación fueron los siguientes:

General

Determinar la técnica de injertación y el sistema de protección más adecuada para la especie bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.), bajo condiciones de vivero.

Específicos

1. Determinar el efecto de dos técnicas de injertación sobre el prendimiento del injerto en bolaina blanca, bajo condiciones controladas.
2. Determinar el efecto de tres sistemas de protección sobre el prendimiento del injerto en bolaina blanca, bajo condiciones controladas.
3. Determinar el efecto de tres niveles de sombreamiento (gradientes de sombra) sobre el prendimiento del injerto de bolaina blanca.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Generalidades de la especie en estudio

2.1.1. Clasificación botánica

Según Engler y Praunt (1989), citado por MOSTACERO *et al.*, (2002), la clasificación botánica de bolaina blanca es la siguiente:

Reino	:	Plantae
Sub reino	:	Fanerógamas
División	:	Angiospermae
Clase	:	Dycotyledoneae
Subclase	:	Archichlamydeae
Orden	:	Malvales
Familia	:	Sterculiaceae
Género	:	<i>Guazuma</i>
Especie	:	<i>crinita</i> Martius.
Nombre científico	:	<i>Guazuma crinita</i> Mart.
Nombre común	:	bolaina blanca

La especie *Guazuma crinita* Mart., es conocida de acuerdo al lugar con los nombres de “bolaina”, “bolaina blanca”, “atadijo”.

2.1.2. Distribución y hábitat

La especie bolaina blanca tiene distribución muy amplia en el Neotrópico, desde Centroamérica a la región Amazónica, hasta el sur de Brasil, Bolivia y Perú, mayormente hasta los 1500 msnm. Es característico de suelos Ultisol, Entisol, Inceptisol y pH de extremada a ligeramente ácido. La especie abunda en la Amazonía Peruana (REYNEL *et al.*, 2003).

Se le observa en ámbitos con pluviosidad elevada y constante, pero también en zonas con una estación seca marcada. Es una especie heliófita, pionera de rápido crecimiento, característica de la vegetación secundaria temprana, muy abundante en la cercanía a caminos y zonas con alteración antropogénica. Suele presentarse en suelos limosos a arenosos, muchas veces de escasa fertilidad, a veces pedregosos; no tolera el anegamiento, sobre todo cuando es una plántula (REYNEL *et al.*, 2003).

La especie en el Perú se encuentra en los departamentos de Loreto, Amazonas, Ucayali, Huánuco, San Martín, Madre de Dios, Junín y Cerro de Pasco, entre 0 y 1,000 msnm. Se encuentran generalmente en bosques secundarios y a orillas de los ríos, a veces formando rodales naturales homogéneos (INIA – OIMT, 1996).

La especie se ubica dentro de las zonas ecológicas bosque húmedo pre montano (bh-PM) y bosque muy húmedo subtropical (bmh-ST). Su rango ecológico soporta precipitaciones de 1800 a 2500 mm, temperatura media anual de 25°C (AROSTEGUI, 1990).

2.1.3. Descripción morfológica

Según REYNEL *et al.*, (2003), describe las características morfológicas de bolaina blanca como sigue:

- **Árbol**, de 25 - 80 cm de diámetro y 15 - 30 m de altura total, con fuste cilíndrico, la ramificación en el tercer tercio, la base del fuste recto.
- **Corteza externa**, lisa a finamente agrietada, color marrón claro a grisáceo.

- **Corteza interna**, fibrosa y conformando un tejido finamente reticulado, color amarillo claro, oxida rápidamente a marrón; se desprende en tiras al ser jalada.
- **Ramitas terminales**, con sección circular, color oscuro cuando seca, de unos 3 - 4 mm de diámetro, usualmente con pubescencia ferrugínea hacia las partes apicales; la corteza se desprende en tiras fibrosas al ser jalada.
- **Hojas simples**, alternas y dísticas, de 10 - 18 cm de longitud, y 5 - 7 cm de ancho, el pecíolo de 1.5 - 2 cm de longitud, pulvinulado, las láminas ovadas, frecuentemente asimétricas, aserradas, la nervación palmeada, los nervios secundarios prominulos en haz y envés, el ápice agudo y acuminado, la base cordada, las hojas cubiertas de pubescencia de pelos estrellados y escamosos (10 x) sobre todo por el envés.
- **Inflorescencias**, panículas axilares de unos 8 - 12 x 3 - 6 cm con muchas flores.
- **Flores pequeñas**, de 8 - 12 mm de longitud, hermafroditas, con cáliz y corola presentes, los pedicelos de 4 - 8 mm de longitud, el cáliz de 2 - 3 mm de longitud, la corola de 6 - 12 mm de longitud, de color rosado, con cinco pétalos, cada uno de ellos en forma de cuchara y con dos largos apéndices en el extremo, el androceo formado por cinco columnas estaminales que portan en su extremo numerosas anteras, el gineceo con ovario súpero, ovoide, pequeño.
- **Frutos**, cápsulas globosas de unos 4 - 8 mm de diámetro con la superficie densamente cubierta de pelos largos, de unos 3 - 4 cm de longitud.

2.1.4. Fenología

Según REYNEL *et al.*, (2003), menciona que la floración de *G. crinita* se inicia frecuentemente durante la estación seca, entre los meses de julio a setiembre, finalizando con la fructificación entre los meses de octubre a diciembre para la zona de Chanchamayo; coincidiendo con lo indicado con PALOMINO y BARRA (2003) en el (Cuadro 1), para algunas zonas de la Selva Central. Además, el calendario fenológico de bolaina blanca para la zona de Alexander Von Humboldt del INIA, distrito Irazola (a 86 km al oeste de la ciudad de Pucallpa), define que la floración ocurre entre la quincena de mayo a julio; la fructificación en la época seca, entre junio a agosto; la maduración entre agosto a setiembre y la diseminación de las semillas entre octubre a noviembre (FLORES, 1997).

Cuadro 1. Fenología de “bolaina blanca” en 4 distritos de la selva peruana.

Período	Distritos			
	Oxapampa	Palcazú	Chanchamayo	Irazola
Floración	-	Jun – Ago	Jul – Set	May – Jul
Fructificación	-	Ago – Set	Oct – Dic	Jun – Ago
Maduración	-	Set – Oct	-	Ago – Set
Diseminación	Set – Nov	Oct – Dic	-	Oct – Nov

Fuente: Palomino y Barra, Selva Central – Perú, 2003, Reynel *et al.*, 2003 y Flores, 1997.

2.1.5. Usos

La madera es de buena calidad, aunque blanda y liviana, de color blanco en la albura y marrón muy pálido en el duramen cuando seca, con grano recto y textura media (INIA-OIMT, 1996). Tiene buena durabilidad, se le usa en carpintería, elaboración de utensilios pequeños como paletas de chupetes, mondadientes, palos de fósforos y artesanía; en años recientes se le usa crecientemente en la industria de los tableros contrachapados. La corteza interna fibrosa es empleada localmente como material de amarre (REYNEL *et al.*, 2003).

2.2. La propagación asexual o vegetativa

La propagación vegetativa comprende división celular mitótica, vale decir que es aquella donde se produce una replicación del material genético (o del sistema cromosómico) y del citoplasma de la célula madre a las dos células hijas. Esta condición origina, posteriormente, crecimiento y diferenciación de tejidos somáticos (HARTMANN y KESTER, 1990). Luego las plantas propagadas vegetativamente reproducen, por medio de la replicación del ADN, toda la información genética de la planta madre, por lo que las características de la planta individual se mantienen a través del tiempo en la propagación asexual o vegetativa (CABELLO, 2000).

Implica la reproducción a partir de partes o secciones vegetativas de las plantas, tales como tejidos u órganos del cuerpo vegetativo (hojas, tallos y raíces), y es posible ya que los órganos vegetativos de muchas plantas tienen la capacidad de reproducirse (HARTMANN y KESTER, 1990). Más

específicamente, es posible porque cada célula que compone la planta contiene la información genética necesaria para generar otro individuo de similares características al del original, denominado clon (KAINS y MCQUESTEN *et al.*, 1938). Sin embargo, en algunos casos no se aprecian las características fenotípicas del individuo original, debido a que el nuevo individuo puede ser influenciado por la variación ambiental (ZOBEL y TALBERT, 1988), pero si es claro que el nuevo individuo es genéticamente idéntico al original.

Una de las características más significativas de la clonación se refiere a cómo todos los descendientes del clon tienen el mismo genotipo básico, la población tiende a ser fenotípicamente muy uniforme. Por lo general, toda la progenie de un clon tiene el mismo aspecto, tamaño, época de floración, época de maduración, haciendo con ello posible la estandarización de la producción y otros usos del cultivar (HARTMANN y KESTER, 1990).

La propagación vegetativa se ha convertido en una de las herramientas principales del mejorador forestal. Tradicionalmente ha sido utilizado en silvicultura para la multiplicación de individuos sobresalientes y su inclusión en huertos semilleros clonales, aunque en las últimas décadas se ha extendido su aplicación hacia la conservación de genotipos valiosos en bancos clonales y para el establecimiento de plantaciones operacionales (MESÉN y VÍQUEZ, 2003).

Posiblemente la ventaja más reconocida de la propagación vegetativa es la capacidad de duplicar exactamente el genotipo seleccionado, permitiendo así capturar tanto los componentes aditivos como los no aditivos de la varianza

genética total. De esta manera, es posible lograr ganancias genéticas muy grandes en periodos relativamente muy cortos (ZOBEL y TALBERT, 1988).

2.3. Propagación vegetativa mediante injertos

La injertación es un método que consiste en juntar partes de plantas, de tal manera que se unan y continúen su crecimiento con una sola planta. La parte de la combinación que va a sustituirse en la parte superior de la nueva planta se le llama “púa”, “aguja” o “vareta”, y a la parte que va a constituir la porción baja o raíz se le llama “patrón”, “pie” o “porta injerto” (HARTMANN y KESTER, 1990).

La porción injertada se desarrolla gracias al suministro de alimentos por parte del sistema radicular del patrón, cuando esto sucede se dice que el injerto a soldado o prendido, es decir, entre los tejidos del patrón y el injerto, se ha establecido una continuidad perfecta, que permite la libre circulación de la savia y el desarrollo de la yema del injerto (HARTING, 1975).

El injerto es la unión del tallo o raíz con otro tejido similar, con el que se establezca la continuidad en los flujos de savia bruta y savia elaborada, entre receptor y el injerto. El tallo injertado forma un tejido de cicatrización junto con el tallo receptor y queda perfectamente unido a él pudiendo reiniciar su crecimiento y producir hojas, ramas y flores (Cueva, 2006, citado por HIDALGO, 2009).

El injerto es el método de propagación más utilizado, por que presenta la ventaja de obtener en menor tiempo la fructificación, al injertar yemas ortogenéticamente maduras sobre una planta ya desarrollada. Pudiendo

también ser utilizado para obtener nuevas variedades, lograr estructuras vegetativas fuertes y vigorizar arboles que son de gran importancia genética y que se encuentren enfermos o dañados por insectos (ROJAS *et al.*, 2004).

El injerto es un medio de la clonación en la propagación vegetativa de las especies forestales y frutales, especialmente en las especies que son difíciles de enraizamiento, incluso cuando se trata de reducir el tamaño del árbol para facilitar la recolección de frutas, la inducción de la resistencia a plagas y enfermedades, y la velocidad de la producción de frutas (KALIL FILHO *et al.*, 2001).

Por lo tanto, en el caso de “bolaina blanca”, la injertación influiría sobre tres características principales, producir semillas precozmente (2 a 3 años); facilitar la cosecha de semillas con árboles vigorosos de porte bajo; y lograr arboles que produzcan semilla mejorada (Hartmann y Kester, 1990, citado por PAREDES y SOUDRE, 2009).

2.3.1. Ventajas de la injertación

UMAÑA (2000), menciona las siguientes ventajas en la injertación:

- a. Propagar plantas con características deseables.
- b. Hacer que los árboles produzcan precozmente.
- c. Posibilita el uso de patrones resistentes, los que evitan problemas de Patógeno en la base de los árboles y en el sistema radical.
- d. Facilita el establecimiento de plantaciones más uniformes tanto en estructura como en época de producción.

2.4. Preparación de portainjertos

Hacer una minuciosa y severa selección de patrones es de fundamental importancia para asegurar el éxito de la futura plantación. El portainjerto para que se desarrolle verticalmente y adquiera con mayor profundidad del grosor de la injertación deberá ser desbrotado sistemáticamente hasta una altura conveniente (20 - 30 cm). El momento adecuado para realizar el injerto no está en función de la edad del portainjerto, sino del grosor de este (CUCULIZA, 1956). En contraste, ensayos previos en la especie “bolaina blanca”, demuestran que más que el grosor del portainjerto fue la presencia de tejido juvenil la que permite las mejores condiciones para el prendimiento del injerto; similar comportamiento también se observó en plantas juveniles de otras especies forestales tales como: caoba, cedro, ishpingo, shihuahuaco y tahuarí (PAREDES y SOUDRE, 2009).

Los patrones, deberán tener las características deseadas de vigor, hábito de crecimiento, resistencia a las enfermedades y ser fácil de propagación (HARTMANN y KESTER, 1990). El manejo del portainjerto, muestra grandes diferencias, algunos recomiendan cortar el portainjerto el mismo día de injertación, ya que alcanzan más rápido el crecimiento de los brotes; y en cuanto a la longitud y diámetro del portainjerto, puede ser de 0.60 a 1.10 m y de 0.8 a 1.2 cm, respectivamente (MORIN, 1980).

2.5. Obtención de varas yemeras

Es recomendable al seleccionar las “varas yemeras”, evitar las ramas cortas de crecimiento lento, de la parte exterior del árbol, debido a que pueden

llevar principalmente yemas florales en ves de yemas vegetativas. Las yemas florales son generalmente redondas y “gordas”, mientras que las yemas vegetativas son más pequeñas y puntiagudas. En la rama las mejores yemas para injertar son generalmente aquellas de las porciones basal y media. Las yemas de la porción terminal succulenta, deben ser descartados (HARTING, 1975). Las “varas yemeras” deben obtenerse de preferencia de un mismo árbol teniendo en cuenta que las “varas yemeras” redondas proporcionan mayor cantidad de yemas que aquellas angulares, las mejores yemas corresponden a las hojas grandes. Es mejor esperar que las yemas se hinchen lo cual es índice de una mayor actividad de la savia, entonces se dice que la planta está en “jugo” (CESARE, 1973). La obtención de las “varas yemeras” debe ser de los 2/3 de la planta y de la rama, respectivamente, eliminándose las hojas para evitar su deshidratación. La “vara yemera” debe contener yemas con ligero hinchamiento y próximas a eclosionar (yema dormida “a punto”), para facilitar el prendimiento; a un no se requiere obtener grandes cantidades de “varas yemeras”, ya que de una sola vara (estaca), pueden extraerse hasta diez o más yemas para injertar (MORIN, 1980).

2.6. Fisiología del injerto

Fisiológicamente el injerto es la unión de dos tejidos que trabajaran conjuntamente para realizar un intercambio mutuo de agua y nutrientes del patrón a la variedad, para llegar finalmente en una primera fase a la formación de un callo (tejido indiferenciado), el cual es la expresión compatible histológicamente del patrón y de la variedad con la intervención de auxinas,

giberilinas, citoquininas y otros compuestos complementarios al proceso fisiológico, para que se inicie el proceso de regeneración de los tejidos vegetales (VOZMEDIANO, 1982).

Cuando se recorta el patrón para realizar la injertación, la cicatrización del tejido del patrón y la variedad sigue el patrón de cicatrización de heridas, donde el cambium forma callo o tejido cicatricial, entre el tallo injertado, quedando perfectamente integrados, pudiendo reiniciar su crecimiento y producir hojas, ramas y hasta órganos reproductivos (VÁSQUEZ *et al.*, 1997).

Dos condiciones son indispensables para que la operación del injerto resulte bien, que lo que se busca es una yema o parte de un vegetal desprendido de su planta original, continúe viviendo y desarrollando en otro vegetal (patrón); es necesario que el crecimiento, y que el patrón permita que su corteza se levante bien para permitir la operación del injerto. Es cuando se dice que la planta “esta en savia”. Debajo de la corteza de las plantas esta la zona de crecimiento “cambium”. Por esta zona está el movimiento de alimento (savia) y ahí es donde se hace la unión del injerto y patrón. Es necesario por lo tanto, que la savia este en movimiento. Normalmente las plantas tienen la tendencia a crecer en la última parte del invierno y en la primavera; sin embargo, se podrá forzar a crecer dándoles riego y abono a los patrones, 15 días antes de hacer los injertos (HARTMANN y KESTER, 1990).

2.7. Factores a considerar en la injertación

2.7.1. Temperatura

Tiene un efecto marcado sobre la formación del tejido de callo; los

rangos óptimos de temperatura son de 20 – 29°C, cuando es mayor de 29°C se obtiene abundante producción de callo de tipo suave que se daña fácilmente (al plantar en campo) y cuando es menos de 20°C la producción de callo es lenta y por debajo de 15°C no existe (CAMACHO y FERNÁNDEZ, 1997). La temperatura es el factor ambiental determinante en la rapidez de formación del callo, la temperatura ideal, que condiciona la formación positiva la rapidez de soldadura y aumenta la posibilidad de éxito del injerto, está comprendida entre 20 y 25°C (HARTMANN y KESTER, 1990).

2.7.2. Sombra

Una vez hechos los injertos se colocan bajo media sombra (malla serán 50%) para darles el cuidado necesario (RAMÍREZ, 2005). Es necesario proporcionar sombra al área de propagación para reducir la intensidad lumínica y las altas temperaturas (malla serán 50 a 70%) (MESÉN, 1998).

2.7.3. Humedad

Las responsables de la formación de callo son las células parenquimáticas que son muy sensibles al contacto con el aire, ya que si pierden la fina capa de agua que las recubre, comenzará la desecación reduciendo también la formación de callo; es decir, la humedad del aire menor al punto de saturación (100%), inhibe la formación de callo y aumenta la tasa de desecación de las células a medida que disminuye la humedad; por lo tanto, los tejidos cortados de la unión del injerto deben mantenerse, por algún medio, en condiciones de humedad elevada (CAMACHO y FERNÁNDEZ, 1997).

2.7.4. Oxígeno

Dado la continua división y su posterior crecimiento supone una gran tasa de respiración, el oxígeno será imprescindible para que se pueda realizar la unión del injerto (CAMACHO y FERNÁNDEZ, 1997). De igual forma (HARTMANN y KESTER, 1990) indican para la producción de tejido callo es necesaria la presencia de oxígeno en una unión de injertos, esto es de esperarse ya que la división y el crecimiento rápido de las células van acompañados de una respiración relativamente elevada, la cual requiere oxígeno. Para algunas plantas, es suficiente una cantidad de oxígeno menor a la que hay presente naturalmente en el aire, pero en otras resulta mejor sí la unión de injerto se deja sin encerrar pero se coloca en un medio bien humedecido, esto indicaría que dichas plantas tienen una mayor demanda de oxígeno para la formación de callo (HARTMANN y KESTER, 1990).

2.7.5. Actividad de crecimiento del patrón

Dependiendo del estado vegetativo del patrón, las formas de realizar el injerto serán diferentes; en el caso de que el injerto esté en pleno período vegetativo, se deberán dejar diferentes órganos por encima del injerto para que actúe de tirasavias. Si por el contrario está en período de reposo, es más difícil la producción de cambium en el injerto (UMAÑA, 2000).

2.7.6. Técnicas de injerto

Se sabe que cuanto mayor sea la herida hecha para realizar el injerto, mayor tiempo tardará en cicatrizar, pero también será mayor la zona de

contacto entre el cambium del patrón y la variedad, y aunque su crecimiento sea normal, llegará un tiempo posterior en el que se impedirá el movimiento de la planta y se dará un colapso de la planta. Por esa razón lo más apropiado es encontrar un equilibrio entre estos dos factores, para que esta se desarrolle en las mejores condiciones posibles (CAMACHO y FERNÁNDEZ, 1997).

2.7.7. Contaminación con patógenos

Normalmente los patógenos se suelen introducir por las heridas producidas para realizar el injerto, por lo que habrá que evitar en la mayor medida de lo posible que estas sean demasiado grandes, procurando realizar el injerto en las mejores condiciones de asepsia posibles, utilizando también algún cicatrizante químico que evite dichas infecciones (UMAÑA, 2000).

2.7.8. Empleo de reguladores del crecimiento

En estudios de cultivos de tejidos se ha visto una relación entre la aplicación de reguladores de crecimiento, auxinas y kinetinas o la combinación de éstas con ácido abscísico, y la formación de callo; pero hasta ahora no han obtenido resultados prácticos con el empleo de estas sustancias en el injerto (HARTMANN y KESTER, 1990).

2.7.9. Incompatibilidad

La incompatibilidad es uno de los principales factores que afectan el éxito del injerto. Dos plantas son consideradas incompatibles cuando no forman una unión perfecta entre las partes injertadas. Entre los principales síntomas de

incompatibilidad se puede citar: a) falta de unión entre el injerto y el portainjerto; b) diferencias entre el diámetro de patrón e injerto; c) amarillamiento del follaje; d) a veces defoliación de injerto; e) poco crecimiento vegetativo y muerte prematura del injerto; f) diferencias en la consistencia o de la afinidad de los tejidos; y g) desarrollo excesivo en la unión del injerto arriba o debajo de ella (Hoffmann *et al.*, 1996, citado por PEREIRA *et al.*, 2009). Además, este fenómeno se caracteriza por una disminución del crecimiento, necrosis celular y muerte del injerto (Moore, 1986, citado por VIDAL, 2002).

La incompatibilidad de injertos en base anatómica es por la ausencia de desarrollo normal de los tejidos vasculares en la unión del injerto, incompleta lignificación de los tejidos en radio lo que resulta de una interrupción en el cambium y en la continuidad vascular (Mosse, 1962, citado por VIDAL, 2002).

2.7.10. Épocas de injertación

Las épocas favorables para injertar se condicionan a la clase de plantas, estado vegetativo, así como las condiciones edafoclimáticas del lugar. Siendo factible en primavera, verano, otoño y al finalizar el invierno (Carnevale, 1946, citado por RAMIREZ, 2005). Dependiendo de la época, clase de injerto que se adopte y de las precauciones que se pueden tomar; sin embargo, consideran las mejores épocas para injertar a fines de verano o principios de otoño y primavera por las siguientes razones: es fácil de conseguir ramas para escudetes y púas, con yemas bien formadas, los tallos de las plantas jóvenes tienen un grosor suficiente y por lo que la circulación de

la savia en el patrón es relativamente lenta recibiendo la púa la cantidad indispensable de savia para producir la soldadura (Grunberg y Sartori,1968, citado por UMAÑA, 2000). Los meses de febrero a mayo generalmente son las mejores épocas para realizar la labor de injerto (HARTMANN y KESTER, 1990).

2.7.11. Influencia de las fases lunares

El injerto se realiza durante el período de luna llena, esto se debe básicamente a que los cortes hechos en luna llena conservan la madera, por tanto frena el desarrollo de las yemas, de esta manera favorece la unión del injerto (Angles,1996, citado por ACOSTA y JARAMILLO, 2001). Los injertos se ejecutan, en la mayoría de los casos, entre creciente y el plenilunio (luna llena), en el período de tres días después de la creciente y tres días después de la luna llena, lo que da siete días en los que el índice de pega de los injertos es mayor (período intensivo de aguas arriba) (RESTREPO, 2005), como se muestra en el (Cuadro 2).

Cuadro 2. Influencia de las fases lunares en el injerto de plantas.

Fases lunares	Flujo de la savia	Época recomendada para la injertación
Luna nueva	Desciende y se concentra en la raíz	No recomendado
Cuarto creciente	Asciende y se concentra en tallos y ramas	Bueno
Luna llena	Asciende y se concentra en copa, ramas, hojas, frutos y flores	Óptimo
Cuarto menguante	Desciende y se concentra en tallos y ramas	Bueno

Fuente: Restrepo (2005).

En cuanto a los injertos y las podas, dado que tanto unos como otros representan un traumatismo o una herida en las plantas, las opiniones son diferentes, ya que mientras unos creen en la convivencia de realizarlos en la fase de la luna menguante para evitar al máximo la pérdida de savia, otros consideran que los efectos purificadores del plenilunio (luna llena) evitan infecciones y favorecen la cicatrización de heridas (RESTREPO, 2005).

2.7.12. Edad del patrón

En diversos trabajos de investigación en especies frutales y maderables (CRUZ *et al.*, 1998; UMAÑA, 2000; VERA y LOPEZ, 2007; MESÉN y VÍQUEZ, 2003) se ha mostrado satisfactoriamente que las plantas ya están listas para ser injertadas entre 6 a 9 meses, hasta 1.5 años y alturas de 30 a 60 cm. No obstante, en ensayos previos con bolaina blanca, se determinó que la edad óptima del portainjerto es de 2 a 4 meses, siendo un material juvenil que

influiría favorablemente en su injertación, al igual que en otras especies forestales como, caoba, cedro, ishpingo, shihuahuaco y tahuarí (PAREDES y SOUDRE, 2009).

2.7.13. Edad de la vareta

Las varas yemeras a utilizarse para los injertos se deben obtener solamente de ramas del año de plantas adultas de camu camu seleccionadas por sus buenas características (ENCISO, 1998). El material vegetal de roble australiano a utilizarse para la injertación a partir de ramas de árboles madres en edad de selección de 5 años (VERA y LOPEZ, 2007). Sin embargo, en ensayos previos la edad de la vareta es de 2 a 3 meses con material juvenil, factor principal que influye en la injertación de bolaina blanca; lo mismo para otras especies forestales como: caoba, cedro, tahuarí, ishpingo, shihuahuaco (PAREDES y SOUDRE, 2009).

2.7.14. Altura de corte del injerto

El punto ideal para hacer el injerto es la parte media del tallo del patrón, es decir donde la madera tiene la madurez adecuada y no es tan tierna como en la punta, ni tan leñosa como la de la base del patrón. Generalmente ese punto está ubicado a unos 30 - 35 cm, arriba de la base del patrón (RAMÍREZ, 2005). Para el injerto de púa central, el patrón se corta en forma transversal a una altura de 15 a 25 cm del cuello de la raíz (VERA y LOPEZ, 2007). En ensayos previos para la especie de bolaina blanca, se realizaron cortes considerando que se encuentren justo en la parte media de la planta;

para ello se prepararon plántones con edades que oscilan entre 3 a 4 meses a 1.5 años, teniendo en consideración que se realice a una altura en la que presente la mayor cantidad de tejido juvenil (PAREDES y SOUDRE, 2009).

2.7.15. Tiempo de injertación

En el caso del cacao (*Theobroma cacao*), el tiempo máximo que debe transcurrir al realizar los procedimientos de injertación por individuo no debe exceder de 30 segundos en promedio (PROAMAZONIA, 2004). Por otro lado, las operaciones de injertación en la especie *Nephelium lappaceum* L., no deben de transcurrir por más de 20 segundos (RAMÍREZ, 2005). En ensayos previos con bolaina blanca, la operación de injertación desde el inicio del corte hasta el amarre final de la unión del injerto debe estar completamente terminada antes de los 3 minutos (PAREDES y SOUDRE, 2009).

2.7.16. Condiciones ambientales en la fase posterior al injerto

Es necesario asegurar, durante la fase posterior al injerto, que no lleguen a marchitarse ni el patrón, ni la variedad. El marchitamiento de la variedad se produce con extrema facilidad en el caso de injerto de púa. A la vez debe mantenerse una buena temperatura para que se produzca soldadura del injerto (HARTMANN y KESTER, 1990).

2.8. Condiciones importantes en la operación exitosa de la injertación

Según HARTMANN y KESTER (1990), menciona que las cinco condiciones importantes para el éxito de injerto son las siguientes:

- a. El patrón y la púa deben ser compatibles, con capacidad para unirse; aunque no siempre, se pueden injertar entre sí plantas estrechamente emparentadas.
- b. La región cambial de la púa debe colocarse en contacto íntimo con la de patrón. Las superficies cortadas se deben mantener estrechamente juntas, envolviéndolas, clavándolas, acuñándolas o con algún método similar.
- c. La operación de injerto debe hacerse en una época en que tanto el patrón como la púa encuentren en el estado fisiológico adecuado. Las yemas de la púa estén en reposo, y al mismo tiempo, los injertos de la unión de injerto estén en capacidad para producir el callo necesario para la cicatrización de injerto.
- d. Inmediatamente después de que se complete la operación de injerto, todas las superficies se deben proteger de la desecación. Esto se logra cubriendo la unión de injerto con cinta o cera para injertos.
- e. Durante cierto tiempo después de injertar, se deben dar al injerto los cuidados apropiados. Los brotes que salen del patrón deben ser podados.

2.9. Clasificación de injertos

CUCULIZA (1956), menciona que solo hay una clasificación práctica, que considera: la forma del injerto (tipos principales), el lugar y la manera de la unión del injerto con el patrón. Finalmente clasifica de la siguiente forma:

- a. **Por la forma del injerto**

Aproximación, púa y corteza.

b. **Por el punto que se adapta el injerto al patrón**

Injertos laterales e injertos de corona.

c. **Por la manera de unión del injerto al patrón**

Por aplicación, bajo corteza, de encaje, de hendidura, de superposición y de lengüetas.

El mismo autor clasifica el injerto de púa en:

a. **Injerto de púa lateral**

Por aplicación, bajo corteza, de encaje, de hendidura, de lengüetas y de puente.

b. **Injerto de púa en corona (central)**

Por aplicación, bajo corteza, de encaje, de hendidura, de superposición, de lengüetas y de hendidura sobre bifurcación.

HARTMANN y KESTER (1990), mencionan la clasificación de injertos de la siguiente manera:

a. **Métodos de injertos con púas**

De hendidura: Púa central

Inglesa : En bisel

Injerto de ensamble, injerto de costado, injerto de cuña, injerto de corteza e injerto de aproximación.

b. **Métodos de injertos con yemas**

Injerto de T invertida, injerto de escudete (en T), injerto de parche, injerto (en I), injerto de añillo e injerto de astilla.

2.10. Técnicas de injertación

2.10.1. Injerto por púa central

ROJAS *et al.*, (2004) conocen como injerto de hendidura y describen a esta técnica que es comúnmente usada, como simple y normalmente exitosa, los pasos a seguir son los siguientes:

- a. Se prepara el patrón cortando la parte terminal dejando un tocón.
- b. En el tocón del patrón se hace un corte o hendidura hasta la profundidad de varios centímetros, se debe buscar que la hendidura sea uniforme.
- c. La púa se prepara haciendo un corte en bisel para formar una cuña que va adelgazándose gradualmente.
- d. La cara exterior de la cuña debe ser ligeramente más gruesa que la interior.
- e. La hendidura del patrón se mantiene abierta para insertar la púa.
- f. Se inserta la púa en la hendidura. La púa debe colocarse con todo cuidado para que coincidan las capas de cambium del patrón y las púas.
- g. Una vez que se ha colocado apropiadamente la púa, se cubre completamente la unión con cera de injertar, incluyéndolo las puntas de la púa, como se observa en la Figura 1.



Figura 1. Injerto tipo púa central en “roble australiano”.
Fuente: VERA y LÓPEZ (2007).

El injerto de púa es uno de los métodos más empleados para la propagación vegetativa de especies forestales como pinos, eucaliptos, caoba y roble australiano. Para tener éxito de esta técnica diversos factores deben tenerse en cuenta, entre ellos: compatibilidad entre los tejidos, condiciones fisiológicas de la porta injerto, del injerto y un adecuado manejo de las condiciones ambientales (Emhart, 1998; Kalil Filho *et al.*, 2001, citado por VERA y LOPEZ, 2007). El éxito del injerto depende de los conocimientos la técnica, la habilidad del injertador, las condiciones de la planta y el medio ambiente, y otros factores. Además, de cuidado especial con respecto a la protección del injerto contra la deshidratación después de la operación, principalmente cuando se trata de injertos de hendidura (Hartmann *et al.*, 1990, citado por JACOMINO *et al.*, 2000).

2.10.2. Injerto por empalme

El injerto empalme que es conocido como injerto inglés simple y a la vez es utilizado muy corrientemente por su rapidez de ejecución (de 90 a 120 injertos a la hora). Al patrón se le corta en la parte terminal y después se le hace un corte en bisel plano. Para la vara yemera se prepara una púa, haciendo un corte a un solo lado en forma de bisel plano cuyas dimensiones serán parecidas a las del patrón, esta cuña puede tener tres yemas. Uno al otro se coloca cara a cara haciendo coincidir las capas del cambium, cuidando que no se resbalen cuando se unan las dos piezas. El injerto así acoplado se une en seguida fuertemente, utilizándose frecuentemente una cinta plástica, una masilla en frío o parafina fundida que protegerán el punto de unión del injerto (ROJAS *et al.*, 2004). El injerto de empalme es simple y fácil de hacerlo. Es de mucha utilidad para injertar plantas que tienen un tallo con mucha médula o en las cuales la madera no es lo suficiente flexible para permitir un ensamble apretado cuando se hace una lengüeta como en el injerto inglés (HARTMANN y KESTER, 1990), como se observa en la Figura 2.



Figura 2. Injerto tipo empalme en “sacha inchi”.

Fuente: HIDALGO (2009).

Una reciente investigación en propagación vegetativa mediante injerto de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.), probó tres técnicas de injertación (púa central, empalme y doble lengüeta) y dos sistemas de protección (bolsa plástica y parafina líquida) más el testigo (sin protección), determinando que las técnicas de injertación no mostraron diferencias estadísticas entre púa central (56.67%), empalme (56.67%) y doble lengüeta (51.67%); pero para el sistema de protección la bolsa plástica presentó el mayor prendimiento (100%), frente al testigo (42.50%) y parafina líquida (22.50%) (HIDALGO, 2009). Otro trabajo sobre propagación vegetativa por injerto de roble australiano (*Grevillea robusta* Cunn), probó una técnica de injertación (púa central) y dos sistemas de protección (bolsa plástica y parafina), determinando la igualdad estadística entre los tratamientos de bolsa plástica (81%) y parafina (75%), respectivamente (VERA y LOPEZ, 2007).

2.11. Sistemas de protección de injertos

2.11.1. Bolsa de polietileno transparente

La bolsa de polietileno se utiliza para cubrir el injerto, como se observa en la Figura 3. La bolsa se destina a formar una cámara húmeda en todo el portainjerto, evitando la deshidratación de la vareta y un microclima estable el cual favorece la velocidad de brotación, sin impedir el intercambio de gases de dióxido de carbono importante para el éxito del injerto (JACOMINO *et al.*, 2000). El sistema de protección tradicionalmente utilizada en el injerto de hendidura son las bolsas de polietileno transparentes, colocados de boca hacia abajo, protegiendo totalmente el injerto, para ello el extremo abierto debe ser atado alrededor del portainjerto, de manera que formen una pequeña cámara húmeda en todo alrededor del injerto (Sampaio, 1990; Simón, 1998, citado por JACOMINO *et al.*, 2000).



Figura 3. Protección con bolsa plástica transparente en injertos de “pino”.
Fuente: RODRIGUEZ y GAUCHAT (2005).

2.11.2. Parafilm

El parafilm, es un plástico especial, muy flexible, maleable, biodegradable y no es necesario de retirar una vez logrado el éxito del injertamiento (JACOMINO *et al.*, 2000).

El parafilm se usa con buenos resultados en la protección contra la deshidratación de los injertos, como se observa en la Figura 4. El material parafilm es una película de plástico resistente al agua, muy flexible y maleable. Se aplica sobre la zona a proteger, proporcionando una cobertura adecuada y puede adaptarse a las formas de injerto (Beineke, 1978, citado por JACOMINO *et al.*, 2000). Las tiras de parafilm obtuvieron excelente resultados en los injertos de rosas (Davies *et al.*, 1986, citado por JACOMINO *et al.*, 2000).



Figura 4. Protección con parafilm en “Rambután”.

Fuente: RAMIRÉZ (2005).

El mejor prendimiento (59.64%) en mango (*Mangifera indica* L.) se obtuvo usando el sistema de protección de parafilm, en comparación con bolsas de polietileno que solo obtuvo el 50.23% de prendimiento (JACOMINO

et al., 2000). Obtuvieron los mejores resultados de longitud y el diámetro de brote (8.84 cm, y 4.60 mm) en injertos aguacate (*Persea americana* L.) cuando se utilizó parafilm como protección del injerto, seguida con bolsa de polietileno (4.79 cm, y 3.31 mm) (UBIRAJARA *et al.*, 2004). Del mismo modo, el parafilm también favoreció la longitud del brote, cuando se utilizó como protección del injerto en aguacate cv. `Hass`, obteniendo 11.6 cm de longitud y solo 6.1 cm cuando no se uso parafilm, luego de 10 semanas del injerto (Martin y Bergh, 1991, citado por UBIRAJARA *et al.*, 2004).

2.12. Variables de evaluación y condiciones para la injertación

Diversos trabajos de injertación (ODA, 1995; VIDAL y ZUÑIGA, 1995; KISHINO *et al.*, 2000; MORE, 2002; DACOSTA *et al.*, 2004; ESTEVEZ, 2004; PEDROSO *et al.*, 2004; QUIROS, 2005; y PIO *et al.*, 2008), con especies frutales y hortícolas, emplearon hasta cuatro variables de evaluación, como el porcentaje de prendimiento promedio (35 a 100%), número de brotes de 1.28 a 1.47, longitud y diámetro del brote mayor de 11.3 a 45.69 cm y 3.31 a 4.60 mm, respectivamente. Las evaluaciones se realizaron entre los 60 a 150 días durante todo el experimento.

El IIAP desarrollo estudios sobre propagación vegetativa de estacas juveniles en cámaras de subirrigación de *Cedrelenga cateniformis* (SOUDRE, 2007), *Swietenia macrophylla* (VÁSQUEZ, 2009), *Plukenetia volubilis* (RUIZ, 2009), quienes recomiendan la utilización de mallas de sombreamiento hasta de 80%, para el control adecuado los de factores bioclimáticos que favorecen el enraizamiento de estacas juveniles, determinando valores promedio de

temperatura media (27.3 a 30°C), humedad relativa media (76.2 a 80.5%), e intensidad lumínica (1500 a 2483 luxes); todas las variables bioclimáticas fueron tomadas al interior del ambiente de propagación vegetativa.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación del área experimental

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el vivero forestal de la Estación Experimental del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) con sede en Ucayali, fundo denominado "Villarrica", ubicado en el km 12,400 Carretera Federico Basadre, distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali. Sus coordenadas UTM son: 9071578 m norte y 0539621 m este, a una altitud media de 158 msnm (Figura 51).

Según la clasificación de Holdridge, la zona pertenece a la clasificación bosque húmedo tropical y bosque muy húmedo premontano tropical (Bmh-TP). La temperatura media anual es de 25.4°C, con temperatura máxima de 36.5°C, y mínima de 17.4°C; la humedad relativa es de 84.5%, el promedio mensual de horas de sol varía notablemente, siendo los meses de julio, agosto y setiembre los de mayor radiación solar, y los meses de mayor precipitación con mayor cantidad horas de sol son octubre, noviembre, febrero y marzo; la precipitación media anual es de 1773.44 mm/año, respectivamente (BALDOCEDA, 1993; IIAP, 2003).

3.2. Condiciones ambientales

En el Cuadro 3, se observa que al interior de la cámara de injertación de "bolaina blanca", se alcanzó los valores más altos de temperatura promedio (30.7°C), al medio día y 79.5% de humedad relativa, por la mañana; en contraste, los valores más bajos de temperatura promedio de 27.1°C, por la

mañana y 71.0% de humedad relativa, por la tarde; entre una intensidad lumínica promedio de 3,681.3 luxes de valor más alto, al medio día y 1,912.5 luxes como el valor más bajo, en la mañana. Por lo tanto, se comprobó que el comportamiento de la temperatura (creciente de mañana a medio día y decreciente de medio día a tarde), demuestra la existencia de una relación positiva significativa con la intensidad lumínica.

Cuadro 3. Valores promedio de temperatura, humedad relativa e intensidad lumínica en el ensayo de injertación de “bolaina blanca” en 100 días de evaluación.

Variab les bioclimáticas	Temperatura media interior (°C)	Humedad relativa media interior (%)	Intensidad lumínica (luxes)
Mañana (8:30 am)	27.1	79.5	1912.5
Medio día (12:00 m)	30.7	71.5	3681.3
Tarde (3:30 pm)	30.6	71.0	2101.1
Promedio días	29.7	74.0	2565.0

Finalmente, de acuerdo al Cuadro 3, es indispensable realizar un control adecuado de las condiciones bioclimáticas dentro del ambiente de injertación, procurando evitar que la temperatura e intensidad lumínica excedan los 30°C y 2,565 luxes y la humedad relativa disminuya por debajo de 74%, estos serían los valores aproximados que marcan el límite máximo y mínimo permisible de las condiciones climáticas favorables para la injertación de “bolaina blanca”.

Así lo mencionan HARTMANN y KESTER (1990), quienes aseguran que la temperatura es el factor ambiental determinante en la rapidez de formación del callo, la temperatura ideal, es la que condiciona la formación positiva de la

rapidez de soldadura y aumenta la posibilidad de éxito del injerto, la que está comprendida entre 20 y 29°C.

ODA (1995), indica que la unión es favorable bajo un rango de temperaturas que favorezca la formación del tejido de cicatrización. La temperatura óptima para la producción del callo de unión varía según la especie; en el caso de cucurbitáceas, la temperatura óptima se encuentra entre 25 y 30°C.

CAMACHO y FERNÁNDEZ (1997), mencionan que los valores de humedad relativa menores al 100%, generan condiciones que desecan las células a medida que disminuye la humedad; los tejidos cortados de la unión del injerto deben mantenerse en condiciones de humedad elevada. El proceso de unión se debe cumplir en condiciones de alta humedad ambiental para evitar la deshidratación de las plantas (ODA, 1995).

En la Figura 5, se observa la variación significativa de la temperatura media y la humedad relativa media con respecto a la intensidad lumínica. El análisis de Pearson indicó correlación positiva significativa entre la intensidad lumínica y la temperatura media ($r= 0.50$, $\alpha= 0.05$); así como una correlación negativa significativa entre la intensidad lumínica y la humedad relativa ($r= -0.34$, $\alpha= 0.05$), respectivamente. Estas correlaciones explicarían la estrecha cercanía entre la intensidad lumínica y el prendimiento de injertos de “bolaina blanca” explicados anteriormente, es decir, con un manejo eficiente del sombreado, la temperatura promedio (29.7°C) y la humedad relativa (74%) sobre los injertos, podemos asegurar un microambiente climático adecuado para las operaciones de injertación y prendimiento posterior de los injertos.

Este hallazgo, fue confirmado por HIDALGO (2009), quien mantuvo un ambiente de injertación exitoso comprendido por la temperatura y humedad relativa promedio de 27.3°C y 75.9%, respectivamente, el mismo que obtuvo porcentajes de prendimiento satisfactorios. Por su parte, RUÍZ (2009) y VÁSQUEZ (2009) manejaron al interior de cámaras de propagación temperaturas de 28 y 30°C, con humedad relativa de 76.2 y 80.5%, respectivamente, también con resultados muy satisfactorios.

Con el objetivo de controlar el prendimiento de los injertos se colocaron plantas en un ambiente controlado bajo nebulización (humedad relativa adecuada) y media sombra (control de la intensidad lumínica y temperatura) (CRUZ *et al.*, 1998). El éxito del porcentaje de prendimiento estaría directamente influenciado por el manejo adecuado de las condiciones generadas en la cámara de injertación, por un correcto control de la temperatura e intensidad lumínica, disminuyendo las temperaturas máximas del medio día y manteniendo la humedad relativa por encima de 74% y luminosidad con un sombreamiento de 60 a 80%. Por lo tanto, el riego y sombreamiento, determinan el control directo de las condiciones bioclimáticas (T°, Intensidad lumínica y HR %) garantizando así el mayor éxito del porcentaje de prendimiento de “bolaina blanca”.

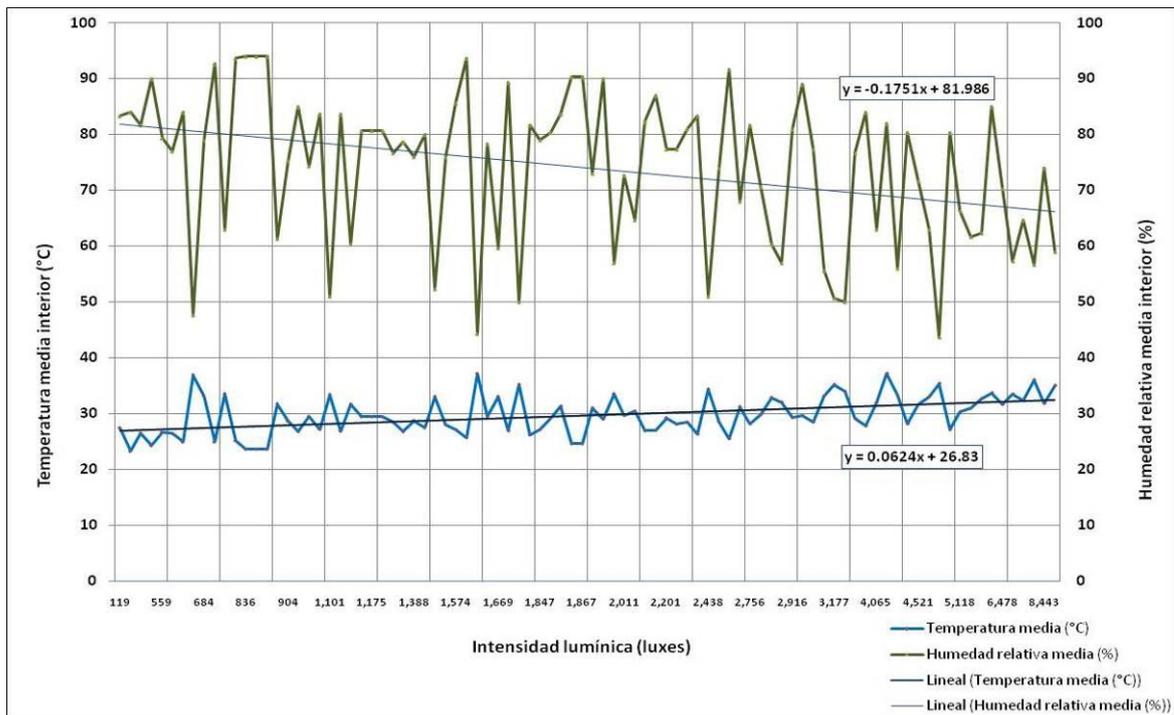


Figura 5. Relaciones entre temperatura media (°C), humedad relativa media (%) e intensidad lumínica (luxes), a los 100 días de injertación.

3.3. Materiales y equipos

Para la instalación del experimento se emplearon cuchillos de injertar, tijeras podadoras, bolsas plástica translúcida, cinta parafilm (biodegradable), cinta borrull (para amarrar la unión del injerto), reglas de 30 cm, alcohol 96%, cupravit 0.3%, bandejas (25 L), atomizador manual, cinta métrica de 5 m, mochila para fumigar (15 L), jabones, cintas de embalaje, plumones indelebles, cajas de tecnopor, papel periódico, mesa, placas identificadoras, tableros de identificación, piedra afiladora, cintas adhesivas, papel secante, encendedor, vernier manual, lápiz, termo-higrómetros, luxímetro, cronómetro y cámara digital.

Asimismo, como material vegetativo (patrón) se emplearon arboles

juveniles de bolaina blanca previamente cultivados en macetas con 30 kg de sustrato. Como varas yemeras (vareta) se emplearon brotes juveniles procedentes de un huerto yemero¹. Los datos biométricos, bioclimáticos y las evaluaciones de las principales variables de respuesta, fueron registrados en formatos pre-elaborados.

3.4. Procesamiento de datos

3.4.1. Componentes en estudio

Se utilizaron 2 factores, cada uno con 2 técnicas de injertación y 3 sistemas de protección del injerto (Cuadro 4).

- **Técnicas de injertación (A)**

a_1 = Púa central

a_2 = Empalme

- **Sistemas de protección del injerto (B)**

b_1 = Bolsa plástica

b_2 = Parafilm

b_3 = Sin protección (testigo)

¹ El huerto yemero o jardín de multiplicación tiene como propósito proveer *rebrotos* o brotes juveniles de forma sostenible en la calidad y cantidad necesaria para iniciar el proceso de propagación vegetativa mediante estacas juveniles (estaquillas). En el huerto cada planta esta distanciada a 20 x 40 cm, y luego de 30 días de su instalación son cortados a 25 cm desde la base (altura del tocón); posteriormente, se maneja como un seto vivo, requiriendo normalmente de riegos interdiarios, abonamiento luego de cada cosecha, fertilización foliar semanal, así como control de maleza y “deschuponeo” de brotes inferiores. Finalmente, los brotes juveniles que emergen de cada tocón son cosechados, según la especie, cada 4 a 8 semanas, se estima por un periodo de vida de cinco años; es conveniente que el huerto yemero se ubique cerca de la zona donde se realizará la propagación (Soudre, 2010).

3.4.2. Tratamientos en estudio

Para el estudio se establecieron un total de seis tratamientos y tres repeticiones (niveles de sombreado con el uso de malla Rashell).

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos en el estudio propagación vegetativa por injerto de “bolaina blanca” (*Guazuma crinita* Mart.) bajo condiciones controladas en Pucallpa, Perú.

Bloque	Trat.	Clave	Técnicas de injertación (A)	Sistemas de protección (B)
I (1 malla) 60 % Sombra	T ₁	a ₁ b ₁	Púa central	Bolsa plástica
	T ₂	a ₁ b ₂	Púa central	Parafilm
	T ₃	a ₁ b ₃	Púa central	Sin protección
	T ₄	a ₂ b ₁	Empalme	Bolsa plástica
	T ₅	a ₂ b ₂	Empalme	Parafilm
	T ₆	a ₂ b ₃	Empalme	Sin protección
II (2 mallas) 80 % Sombra	T ₁	a ₁ b ₁	Púa central	Bolsa plástica
	T ₂	a ₁ b ₂	Púa central	Parafilm
	T ₃	a ₁ b ₃	Púa central	Sin protección
	T ₄	a ₂ b ₁	Empalme	Bolsa plástica
	T ₅	a ₂ b ₂	Empalme	Parafilm
	T ₆	a ₂ b ₃	Empalme	Sin protección
III (3 mallas) 95 % Sombra	T ₁	a ₁ b ₁	Púa central	Bolsa plástica
	T ₂	a ₁ b ₂	Púa central	Parafilm
	T ₃	a ₁ b ₃	Púa central	Sin protección
	T ₄	a ₂ b ₁	Empalme	Bolsa plástica
	T ₅	a ₂ b ₂	Empalme	Parafilm
	T ₆	a ₂ b ₃	Empalme	Sin protección

3.5. Diseño experimental

Se empleó el diseño bloque completamente al azar (DBCA) con arreglo bifactorial 2A×3B, con los factores técnicas de injertación (A) y sistemas de protección (B); en el primer factor se usaron: a₁ = Púa central y a₂ = Empalme; mientras para el factor sistemas de protección los niveles fueron: b₁=Bolsa plástica, b₂ = Parafilm y b₃ = Sin protección, cuyas combinaciones hacen un total de 6 tratamientos, cada uno de los cuales tuvo 9 unidades de observación

(arbolitos de bolaina blanca) y 3 repeticiones, haciendo un total de 162 arbolitos de bolaina blanca.

Toda la información registrada de las evaluaciones biométricas y bioclimáticas fueron ingresadas en una base de datos previamente elaborada en el programa Microsoft Office Excel 2007. La base de datos fue procesada en software estadístico (INFOSTAT, 2004), con el fin analizar la varianza (ANVA), comparar los promedios (Duncan, $\alpha= 0.05$) y encontrar las relaciones mediante el análisis de correlación de Pearson ($\alpha= 0.05$). Con el análisis de regresión lineal se observó las relaciones funcionales entre algunas variables independientes y dependientes ($\alpha= 0.05$); para medir la eficacia de las predicciones se utilizó el coeficiente de determinación (R^2).

3.5.1. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varphi_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Es la respuesta obtenida en la unidad experimental correspondiente al k-ésimo bloque a la cual se le aplicó el i-ésimo nivel del factor A, con el j-ésimo nivel del factor B.

μ = Es el efecto de la media general

α_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor técnicas de injertación (A).

β_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor sistemas de protección (B).

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el i-ésimo nivel del factor A con j-ésimo nivel del factor B.

φ_k = Efecto del k-ésimo bloque.

ϵ_{ijk} = Es la variación del error asociado con las ijk unidades.

Para:

$i = 1, 2$, niveles del factor A.

$j = 1, 2, 3$, niveles del factor B.

$k = 1, 2, 3$, bloques.

3.5.2. Análisis de varianza (ANVA)

El análisis de varianza está conformado por las siguientes fuentes de variabilidad: bloques; tratamientos; dos factores A) técnicas de injertación y B) sistemas de protección; así como las interacciones entre ambos factores ($A \times B$) y el error experimental, como se muestra en el (Cuadro 5). El análisis de varianza (ANVA) empleado para las variables dependientes porcentaje de prendimiento, número de brotes, longitud de brote mayor, diámetro de brote mayor, número de hojas de brote mayor.

Cuadro 5. Esquema del análisis de varianza (ANVA) del estudio de propagación vegetativa por injerto de “bolaina blanca” (*Guazuma crinita* Mart.) bajo condiciones controladas en Pucallpa, Perú.

Fuente de variabilidad	GL
Bloques	2
Tratamientos	5
A (Técnicas de injertación)	1
B (Sistemas de protección)	2
A x B	2
Error experimental	10
Total	17

3.5.3. Características de las unidades experimentales

3.5.3.1. Cámara de injertación

Largo total de cámara	: 18.0 m
Ancho total de cámara	: 3.6 m
Área total de cámara	: 64.8 m ²
Área neta de cámara (ocupada por macetas)	: 14.6 m ²

3.5.3.2. Experimento

Número total de repeticiones	: 3
Número de injertos / tratamiento	: 9
Número de injertos / repetición	: 54
Número total de injertos del experimento	: 162
Distanciamiento entre tratamientos	: 0.60 m

3.6. Ejecución del experimento

3.6.1. Preparación de sustrato y llenado en macetas de polietileno

El sustrato para el llenado de macetas de polietileno se preparó mezclando tierra agrícola, arena de río, y gallinaza (bien madura), en proporción 3:1:1, además de 30 g de fertilizantes N-P-K (10 g de cada uno) y fungicida Oxiclورو de Cobre (Cupravit) a razón de 150 g/m³ de sustrato; se mezcló hasta la homogenización de los componentes. La dimensión de las macetas fue de 40 × 50 × 0.015 cm (16 " × 20 ").

3.6.2. Repique y manejo de plántulas de bolaina (patrones)

Se repicaron arbolitos de bolaina blanca de 8 meses de edad, la instalación se realizó en la parte central de cada maceta, finalmente se niveló y regó abundantemente. Se realizó el manejo convencional de los plántulas que consistió en riego con chorro continuo, dependiendo de la época del año, en época seca (Junio - Setiembre), el riego fue de dos veces al día (mañana y tarde), en cambio en época lluviosa (Noviembre - Diciembre) de dos a tres veces por la semana; el control de malezas consistió en la eliminación manual de hierbas de hoja angosta "coquito" (*Cyperus rotundus*), "arrocillo" (*Rottboellia cochinchinensis*), "cortadera" (*Cyperus difusus*), "grama dulce" (*Cynodon dactylon*); el control fitosanitario fue por eliminación química de "scolitidos" (*Xylosandrus compactos*), para su control se utilizó metamidophos (S-KEMATA[®] 600 SL) con una dosis 50 ml + oxido nonil fenol etileno (ADERAL[®] CS) 15 ml en mochila de 15 L de agua; se realizaron podas de hojas, ramas muy desarrolladas y enfermas, para evitar la proliferación de plagas y enfermedades, permitiendo así la entrada adecuada de luz y aireación.

3.6.4. Instalación y manejo del huerto yemero

El huerto yemero tuvo una dimensión de 1.20 x 14 m, en el que se trasplantaron los plantones de bolaina blanca de 1 año, a un distanciamiento de 0.20 x 0.40 m; el sustrato obtenido de la apertura de cada hoyo se mezcló con 2 kg de gallinaza madura y 20 g de corrector calcáreo (ceniza común + hidróxido de calcio, en proporción 4:1), finalmente se procedió a instalar los plantones de bolaina blanca; posteriormente, el manejo consistió en riegos interdiarios, control manual de malezas, aplicación semanal de fertilizante foliar Bayfolan (11N-8P-6K) al 2%, es conveniente abonar con 1 kg de gallinaza en la base de cada planta, al menos, cada tres meses, luego cubrir con abundante hojarasca.

3.6.4. Descripción del material vegetativo (patrón y vara yemera)

Antes de iniciar el proceso de injertación el material vegetativo (plantones) empleados como portainjertos (patrón) tuvieron una edad total de 18 meses y una altura promedio de 2 m. Las varas yemeras brotes juveniles tuvieron en promedio 4 meses, 35 cm de longitud y 7.82 mm de diámetro, con 3 a 4 yemas axilares, además se eliminó la parte apical de la vara, por ser muy succulenta y estar propensa al marchitamiento.

3.7. Implementación de la cámara de injertación

La cámara de injertación fue construida usando tubos galvanizados en forma de “media luna”, esta estructura fue cubierta con malla sombreadora, a manera de “túnel”, su dimensión total fue de 2.8 x 3.6 x 18 m. Según el criterio

de bloqueo por sombreamiento, segmentos del túnel de 6 m, fueron cubiertos por mallas de diferentes densidades de sombra, es decir, el bloque I (malla sarán simple = 60% de sombra), bloque II (malla sarán doble = 80% de sombra) y bloque III (malla sarán triple = 95% de sombra), hasta completar los 18 m de longitud total, el propósito fue regular diferenciadamente el paso de la intensidad lumínica y la temperatura sobre los injertos de cada bloque. En el interior de la cámara se colocaron las macetas con plantas (portainjertos), según tratamientos establecidos en el croquis experimental (Figura 25).

3.8. Procedimiento metodológico de la instalación del ensayo

La metodología de investigación empleada fue experimental, la cual se detalla de la siguiente manera:

3.8.1. Proceso de injertación

Se realizó utilizando las siguientes dos técnicas de injertación previstas. Los pasos secuenciales en la operación del injerto, se muestra en la (Figura 50).

3.8.1.1. Púa central y empalme

a. Cosecha y traslado de material vegetativo (varas yemeras) al área de propagación

Las varas yemeras fueron obtenidas, a partir de los rebrotes juveniles de tocones (promedio 1.80 m de longitud) cosechados del huerto yemero. Se cosechó en las mañanas, evitando las horas más calientes y el estrés fisiológico, luego las varas yemeras se colocaron en cajas de tecnopor para el transporte. La cosecha de las varas se realizó con tijeras de podar bien afiladas y desinfectadas.

b. Preparación del patrón

Labor realizada en el mismo día de la injertación, eliminando las hojas y las ramas, con la finalidad de disminuir el grado de dificultad al momento de la operación del injerto; los patrones fueron arbolitos de bolaina de 1.5 años.

c. Desinfección de varas yemeras

Fueron desinfectadas en una solución fúngica de Oxiclورو de Cobre (Cupravit) al 0.3%, durante 15 minutos.

d. Injertación

Se hizo un corte transversal en el tallo del portainjerto aproximadamente a 1 m de altura, considerando que en este nivel se encuentra la mayor proporción de tejidos juveniles, luego se hizo una incisión de 2.5 cm de profundidad en el centro del tallo. Por otra parte, se seleccionó varas yemeras con diámetros similares a las del patrón, pocos minutos antes de la injertación propiamente dicha, fueron cortados de 1 a 2 cm de la base de la vareta, para remover el tejido oxidado (necrosado), casi inmediatamente se hicieron dos cortes en bisel (forma de V) en la base de la vara yemera, los cortes tienen una longitud de 2.5 cm, coincidiendo con el corte hecho en el patrón, luego se insertó en menos de 30 segundos, teniendo en cuenta que al menos uno de los extremos de corte coincida con el cambium del patrón.

En el caso del injerto tipo empalme, la metodología es similar a la técnica en el párrafo anterior (púa central), con la única diferencia que el tipo de corte se realiza forma bisel simple de 2 cm de longitud, tanto en

el patrón, como en la vara yemera (cuanto más largo este bisel, mayores serán las superficies en contacto y mayor será el éxito), luego se empalma la vara yemera en el patrón juntándolos por el lado de los cortes (biseles coincidentes).

e. Amarre

Se procedió al amarre de la unión (cubriendo ajustadamente la unión de todos los injertos con cinta borrull²) de abajo hacia arriba en sentido horario y luego de arriba hacia abajo en el mismo sentido, procurando obtener una cubierta perfecta a fin de evitar la deshidratación de la yema y facilitar también el proceso de cicatrización.

f. Sistemas de protección

Inmediatamente terminada la injertación se procedió cubrir (vendado) completamente toda la vara yemera con una bolsa plástica de (6 x 18 cm) y con cinta parafilm de 1 pulgada de ancho, a fin de evitar la entrada de agua de riego o de lluvia y la deshidratación de la vara yemera durante el prendimiento.

3.8.1.2. Tiempo de injertación

Se controlaron los tiempos por cada tratamiento, cuyas combinaciones resultan técnicas de injertación y sistemas de protección. Se registró el tiempo en minutos y segundos con la ayuda de un cronómetro.

² La cinta borrull, es un material plástico, elástico, poco poroso, translucido; además evita el ahorcamiento del tallo, la deshidratación del tejido y mantiene condiciones de temperatura y humedad relativa idóneas para estimular el prendimiento en las células puestas en contacto.

3.8.1.3. Fecha de injerto y desvendado

El trabajo de injertación coincidió con el periodo de luna llena, estación primaveral y en ese mismo día la lluvia fue persistente durante todo el día, generando condiciones favorables para el injertación de bolaina blanca. Cabe destacar, que el proceso de injertación se realizó el 08 de octubre y el desvendado el 07 de noviembre del 2009.

3.8.2. Instalación de equipos de mediciones ambientales

En cada bloque del interior de la cámara de injertación se colocaron los siguientes equipos digitales de medición ambiental: luxímetro (medición de luz) y termo-higrómetros (control de temperatura media y humedad relativa), además de un termómetro ambiental de mercurio para el control de la temperatura ambiental, este último se colocó fuera de la cámara de injertación. Todas las evaluaciones se realizaron durante un período de 100 días, en tres momentos del día, 8:30 am, 12:00 m y 3:30 pm.

3.9. Manejo, monitoreo y control durante el período de injertación

a. Riego

Se realizaron riegos diarios durante la época seca, y tres veces por semana durante la época lluviosa, esto hasta completar los 100 días de evaluación del experimento.

b. Control de malezas

La presencia de malezas fue controlada de forma manual, toda vez que fue necesario evitar la competencia por nutrientes.

c. Fertilización foliar

Se aplicó fertilizante foliar Bayfolan (11N-8P-6K) al 2% una vez por semana.

d. Deschuponeado de brotes

Se podaron los brotes que aparecían en los tallos del patrón, para evitar la posible disminución del vigor y prendimiento en el sector del injerto.

e. Control fitosanitario.

En la segunda evaluación se observaron ataques en pequeña escala ninfas de “chinche apestosa” (*Podisus maculiventris*), para su control se utilizó 50 ml de insecticida Metamidophos (S-kemata) en 15 L de agua.

3.10. Evaluaciones registradas

3.10.1. Porcentaje de prendimiento promedio

Las evaluaciones se efectuaron a los 7, 15, 30 y 100 días, después de la instalación del ensayo de injertación, para determinar la diferenciación del porcentaje de prendimiento en cada etapa. El procesamiento en cada tratamiento consideró la suma de los injertos vivos (injertos prendidos) entre el número de injertos total (N = 9). Los cálculos se efectuaron empleando la siguiente fórmula:

$$P.P (\%) = \frac{N^{\circ} \text{ injertos vivos}}{N^{\circ} \text{ injertos total}} \times 100$$

3.10.2. Número de brotes promedio

También se evaluó a los 7, 15, 30 y 100 días, luego de la injertación, para determinar la diferenciación del número de brotes en cada

etapa. El procesamiento en cada tratamiento consideró la suma de los brotes emitidos en cada injerto entre el número de injertos total (N=9). Los cálculos se hicieron con la siguiente fórmula:

$$\text{N}^{\circ} \text{ brotes promedio} = \frac{\sum \text{ brotes emitidos}}{\text{N}^{\circ} \text{ injertos total}}$$

3.10.3. Longitud del brote mayor promedio

Se evaluó a los 15, 30 y 100 días, después del proceso de injertación, para determinar la diferenciación de la longitud del brote mayor en cada etapa. La evaluación consistió en medir el brote más largo del injerto (brote más desarrollado en longitud en comparación a los demás). El procesamiento en cada tratamiento consideró la suma de las longitudes de los brotes más largos en cada injerto entre el número de injertos total (N = 9).

3.10.4. Diámetro del brote mayor promedio

Se evaluó a los 15, 30 y 100 días, después del proceso de injertación, para determinar la diferenciación del diámetro del brote mayor en cada etapa. La evaluación consistió en medir con “pie de rey” (vernier) el diámetro del brote mayor, aproximadamente a 1 cm de la base de la vara yemera. El procesamiento en cada tratamiento consideró la suma de los diámetros de los brotes más largos de cada injerto entre el número de injertos total (N = 9).

3.10.5. Número de hojas del brote mayor promedio

Se evaluó a los 15, 30 y 100 días, después del proceso de injertación, para determinar la diferenciación del número de hojas del brote mayor en cada etapa. Se contó el número de hojas emitidas en el brote mayor en cada injerto. El procesamiento en cada tratamiento consideró la suma del número de hojas del brote más largo de cada injerto entre el número de injertos total (N = 9).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Porcentaje de prendimiento promedio (%)

En el Cuadro 6, se observa el análisis de varianza del porcentaje de prendimiento en el injerto de “bolaina blanca”, el mismo que presentó diferencias estadísticas altamente significativas ($\alpha = 0.05$), respecto a los bloques (gradientes de sombra) y sistemas de protección (B), es decir, que los niveles de sombreado y los sistemas de protección colocados a los injertos, influyeron en el porcentaje de prendimiento de esta especie. Sin embargo, para técnicas de injertación (A) y la interacción (A x B), no existieron diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 6. Análisis de varianza del porcentaje de prendimiento (%) de injertos de “bolaina blanca” (*G. crinita*), a 100 días de injertación.

F.V.	GI	CM	Significación
Bloque	2	2 128.39	AS
Tratamientos	5	4 440.59	AS
A (técnicas de injertación)	1	112.50	NS
B (sistemas de protección)	2	10 995.06	AS
A x B (técnicas x sistemas)	2	50.17	NS
Error experimental	10	281.46	
Total	17		

C.V.= 33.97% / NS= No significativo; AS= Significativo al 5% de probabilidad

En el Cuadro 7, la prueba de comparación de Duncan confirma la no existencia de diferencias estadísticas significativas ($\alpha = 0.05$) en las técnicas de

injertación (A), a diferencia del sistemas de protección (B) donde si existen diferencias significativas. Los injertos que tuvieron protección (bolsa plástica y parafilm) son los que mejor respondieron al prendimiento, mientras que los injertos sin protección finalmente no mostraron prendimiento alguno, debido a que sufrieron deshidratación de varas yemeras y mayor exposición a los factores bioclimáticos (radiación, temperatura, humedad relativa y complejo hongo *Damping-off*). Al no existir diferencias estadísticas entre sistemas con protección, numéricamente los mejores injertos se obtuvieron con Parafilm (76%) respecto de bolsa plástica (72%); las mismas que se caracterizan, en ambos casos, por la impermeabilización completa, tanto del corte por injerto, como de la mayor proporción de vara yemera y la parte superior del patrón. En contraste, el sistema sin protección no mostró porcentaje de prendimiento alguno (0%).

Cuadro 7. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$), para el efecto principal de técnicas de injertación (A) y sistemas de protección (B) en el porcentaje de prendimiento (%) de “bolaina blanca” (*G. crinita*), a los 100 días de injertación.

Prendimiento en técnicas de injertación (A)	Porcentaje de prendimiento en los sistemas de protección (B)			
	Bolsa plástica (b ₁)	Parafilm (b ₂)	Sin Protección (b ₃)	Promedio
Púa central (a ₁)	67	74	0	47 (a)
Empalme (a ₂)	78	78	0	52 (a)
Promedio	72 (a)	76 (a)	0 (b)	

(a), (b) Letras diferentes muestran diferencias significativas ($\alpha=0.05$)

En la Figura 6, se confirma la existencia de diferencias significativas ($\alpha= 0.05$) entre los sistemas sin protección (testigo) y con protección (bolsa plástica y parafilm); aunque los injertos con protección no muestran diferencias significativas entre ellas ($\alpha= 0.05$); sin embargo, los resultados obtenidos en este ensayo con sistemas de protección (bolsa plástica y parafilm), concuerdan con los resultados obtenidos por JACOMINO *et al.* (2000), quienes trabajaron con un grupo de especies leñosas como el mango, aguacate y macadamia, observando que mejores resultados del porcentaje de prendimiento fueron estadísticamente más efectivos con parafilm para la protección del injerto (59.64%), en comparación con bolsa plástica (50.23%).

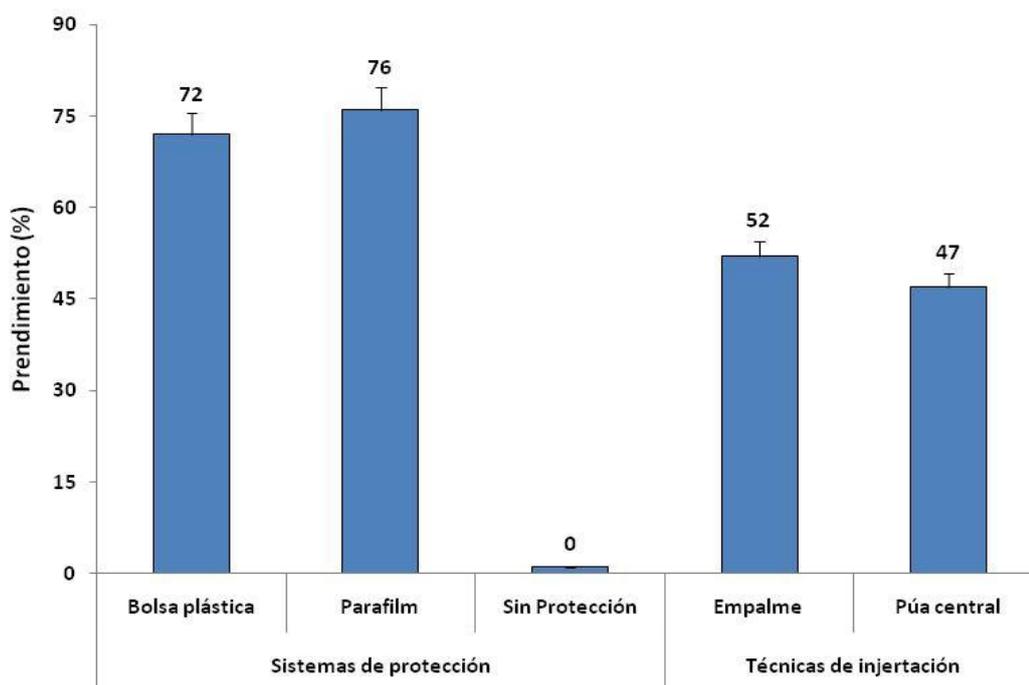


Figura 6. Efecto principal del porcentaje de prendimiento (%), entre las técnicas de injertación y los sistemas de protección en injertos de “bolaina blanca” (*G. crinita*).

Detalles observados sobre el sistemas de protección con bolsa plástica permiten destacar la incidencia de pudrición por hongos en la zona de unión del injerto y también en el extremo superior de la vara yemera, posiblemente por la alta humedad, favorecida por el proceso de respiración y evapotranspiración al interior de la bolsa plástica, por lo que requieren un manejo adicional, aunque este procedimiento se realiza en menos tiempo promedio ($t_x = 3:18$ minutos), y es más seguro en comparación a los injertos protegidos con el sistema usando parafilm, éste último destaca por su laboriosidad y mayor tiempo promedio de elaboración ($t_x = 3:25$ minutos), requiriendo un manejo posterior más exigente que el sistema de bolsa plástica, un mayor riesgo de contaminación con hongos en el momento del manipuleo de injerto y un mayor costo del material.

Los resultados exitosos obtenidos por HIDALGO (2009), usando bolsa plástica, le permitieron obtener altos porcentajes de prendimiento y recomendar ésta técnica para futuros trabajos de injertación; así mismo, RAMIREZ (2005), recomienda cubrir el injerto con bolsa plástica que evite la entrada de agua de riego o de lluvia y la deshidratación del injerto durante el proceso de prendimiento, generando el efecto de una cámara húmeda que favorece la unión de las partes. En trabajos similares realizados en el INTA sobre injertos de roble australiano (*Grevillea robusta*), probando dos sistemas de protección (bolsa plástica y parafina), determinaron que ambos sistemas fueron exitosos, pero no hubieron diferencias estadísticamente significativas entre sistemas de protección, obteniendo prendimientos de 81% para bolsa plástica y 75% con parafina, respectivamente (VERA y LOPEZ, 2007).

Respecto a las técnicas de injertación (Cuadro 7 y Figura 6), no existió diferencias estadísticas significativas ($\alpha = 0.05$) en el porcentaje de prendimiento de “bolaina blanca”, no obstante la técnica de injertación de empalme (52%) mostró numéricamente el más alto porcentaje de prendimiento, seguido de púa central (47%); cabe destacar, que la práctica de injertación con púa central se realiza en menor tiempo promedio ($\bar{t}_x = 2:56$ minutos), es más seguro porque queda mejor estacionado (la vara yemera queda insertada como cuña en el patrón) y es de menor laboriosidad (no necesita de otra persona que sujete la unión). Resultados similares fueron obtenidos por Emhart (1998) y Kalil Filho *et al.* (2001), citado por VERA y LOPEZ (2007), quienes trabajando con otras especies leñosas como pino, eucalipto, caoba y roble australiano determinaron que la injertación con púa central son los más empleados para la propagación vegetativa por injerto de especies forestales.

Otro factor que habría influenciado en el prendimiento efectivo de “bolaina blanca” es la juvenilidad del material a injertar, esto se puede conseguir ubicando el segmento más succulento, es decir, que tanto portainjertos, como varas yemeras porten células juveniles. PAREDES y SOUDRE (2009), realizaron ensayos de injertación con material vegetativo viejo (leñoso) de bolaina blanca y no obtuvieron prendimiento alguno; sin embargo al probar material vegetativo juvenil de 3 meses, tanto en el porta injerto, como en la vara yemera se obtuvo un 79% de prendimiento, los portainjertos fueron cortados en la parte media del tallo principal, siempre y cuando presentaban la mayor cantidad de tejido juvenil.

Así mismo, VIDAL y ZUÑIGA (1995), aseguran que el éxito de la injertación se debe a las buenas condiciones que presente el portainjerto y a la buena selección de yemas. Por lo tanto, para tener éxito en la injertación de “bolaina blanca”, se confirma la necesidad de contar con material juvenil para la injertación, puesto que éstas muestran células mucho más jóvenes con una mayor cantidad de fluido fresco y eficaz “soldadura”.

El éxito de la técnica de púa central estaría determinado por factores como la compatibilidad entre tejidos, condiciones fisiológicas del portainjerto, del injerto (vara yemera) y un adecuado manejo de las condiciones ambientales. Los resultados se ajustan de acuerdo a las observaciones de HIDALGO (2009), quien no encontró diferencias significativas en el porcentaje de prendimiento, debido a las técnicas de injertación, es decir, entre púa central (56.67%), empalme (56.67%) y doble lengüeta (51.67%), en 45 días de evaluación; posiblemente, ello también se vio afectado por la habilidad del operador (injertador y atador), resultando un factor de gran importancia para la eficiencia del proceso; así mismo, la calidad del corte y la rapidez en la ejecución de injertación fue muy importante, así lo sugiere VIDAL y ZUÑIGA (1995), asegurando que el éxito de la injertación se debe al buen cuidado y habilidad por parte del injertador en la ejecución de injertación. En consecuencia, el uso de un material juvenil en óptimas condiciones fisiológicas, la habilidad del injertador, el empleo de la técnica de púa central y el uso de la protección con bolsa plástica serían determinantes para el éxito del prendimiento en “bolaina blanca”.

En el Cuadro 8, se observa que existen diferencias significativas en el porcentaje de prendimiento promedio de injertos de “bolaina blanca” tanto entre

tratamientos, como entre bloques, según prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$). La diferencia significativa en el porcentaje de prendimiento, es debido a la gradiente de sombreamiento, es decir, el número de mallas empleado en cada bloque corresponde a una respuesta particular en el prendimiento del injerto, es decir, el sombreamiento con una malla (60% sombra) y dos mallas (80% sombra) son los que más contribuyen en el prendimiento de “bolaina blanca” 61 y 59%, respectivamente, en este orden, el uso de tres mallas fue excesivo. Por ello RAMIREZ (2005), indica que una vez culminado el proceso de injertación, los injertos deben colocarse bajo una malla (50% de sombra) para darles el cuidado necesario. Asimismo, MESEN (1998) agrega que es necesario proporcionar sombra al área de propagación para reducir la intensidad lumínica y las altas temperaturas con malla serán de 50 a 70% de sombra, hasta obtener las condiciones adecuadas para la propagación vegetativa.

Las mismas consideraciones sobre el control de las condiciones ambientales y sombra fueron observadas por CRUZ *et al.* (1998), quien para obtener mejores porcentajes de prendimiento del injerto, colocó los árboles injertados de macadamia (*Macadamia integrifolia* y *Macadamia tetraphylla*) bajo condiciones de nebulización intermitente y media sombra. Por lo tanto, la mejora en los resultados de prendimiento de “bolaina blanca”, estarían relacionados directamente al uso de sombreamiento intermedio, lo suficiente para que permita la disminución de la temperatura ambiental, pero sin disminuir las condiciones de luz que permitan la continuación del desarrollo celular.

También existen diferencias significativas entre tratamientos, siendo el tratamiento de mayor prendimiento el T₄ (empalme + bolsa plástica), T₅ (empalme + parafilm), ambos con 78 %, respectivamente y T₂ (púa central +

parafilm) con 74%, seguido por T₁ (púa central + bolsa plástica) con 67%; finalmente los tratamientos T₃ (púa central + sin protección) y T₆ (empalme + sin protección) no tuvieron prendimiento alguno (0%). Los tratamientos que tuvieron protección presentaron los más altos porcentajes de prendimiento; sin embargo, según las técnicas de injertación los tratamientos no tuvieron diferencias estadísticas, más sí diferencias numéricas, en la que la técnica de empalme obtuvo mejores porcentajes. De acuerdo a estos resultados, se podrían usar cualquiera de éstas dos técnicas de injertación (púa central o empalme) en combinación con cualquiera de los sistemas con protección (bolsa plástica o parafilm) de acuerdo a la conveniencia del usuario. Esto también fue sugerido por ESTEVEZ (2004), quien usó el tipo de injerto púa central, con protección de bolsa plástica; asimismo, considerando el aporte económico y social de esta combinación, nos permite ahorrar agua (dado que permanece entre 20 y 30 días dentro de la bolsa plástica en total inmovilidad), ahorrando además mano de obra y tiempo.

Según lo observado en el prendimiento de “bolaina blanca” la conveniencia de usar una técnica de injerto y un sistema de protección estaría determinada por la practicidad en la operación del primer caso; y por su bajo costo y disponibilidad, en el segundo caso. Por lo tanto, la técnica de púa central y bolsa plástica se avizoran como las más convenientes para el prendimiento efectivo de “bolaina blanca”.

Cuadro 8. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$), para el efecto de los tratamientos y bloques, en el porcentaje de prendimiento promedio (%) de “bolaina blanca” (*G. crinita*), a los 100 días de injertación.

Bloques (Sombreamiento)	Tratamientos						Promedio
	Técnicas injertación (A) + Sistemas protección (B)						
	T ₁ (a ₁ b ₁)	T ₂ (a ₁ b ₂)	T ₃ (a ₁ b ₃)	T ₄ (a ₂ b ₁)	T ₅ (a ₂ b ₂)	T ₆ (a ₂ b ₃)	
I (1 malla: 60%)	89	89	0	100	89	0	61 (a)
II (2 mallas: 80%)	89	89	0	78	100	0	59 (a)
III (3 mallas: 95%)	22	44	0	56	44	0	28 (b)
Promedio	67 (b)	74 (a)	0 (c)	78 (a)	78 (a)	0 (c)	

(a), (b) Letras diferentes muestran diferencias significativas ($\alpha=0.05$)

En la Figura 7, es confirmativo para la existencia de diferencias significativas ($\alpha= 0.05$) en el porcentaje de prendimiento promedio de injertación de “bolaina blanca” entre tres grupos de tratamientos, a los 100 días de evaluación, es decir, el primer grupo de tratamientos (T₄, T₅ y T₂ presentaron 78, 78 y 74% de prendimiento, respectivamente), seguido del segundo grupo (T₁ con 67%) y finalmente, los tratamientos del tercer grupo (T₃ y T₆ con un porcentaje de prendimiento 0%).

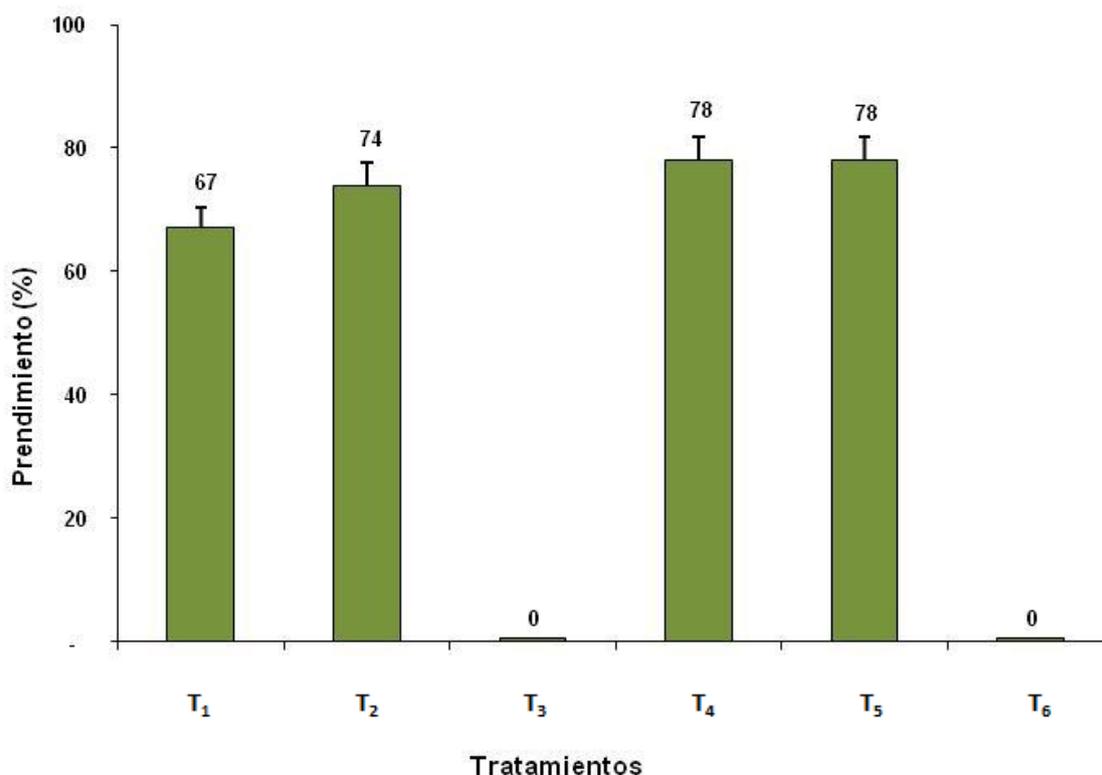


Figura 7. Porcentaje de prendimiento promedio por tratamientos en la injertación de “bolaina blanca” (*G. crinita*), a los 100 días de injertación.

En el Cuadro 9 y Figura 8, se observa la variación del prendimiento según el período de evaluación realizada, debido al tratamiento (técnicas de injertación y sistemas de protección) y el número de mallas utilizadas por bloque. En términos generales, se observó la disminución del porcentaje de prendimiento promedio a una tasa de 11% para empalme y 13% para púa central, luego de cada evaluación; a los 7 días se obtuvo un 72 y 78% de prendimiento, con la técnica de empalme y púa central, respectivamente; a los 15 días un 60 y 64%; a los 30 días un 58 y 59%; y finalmente a los 100 días un 52 y 47%, en ambas técnicas, respectivamente (Figura 8a).

Cuando los injertos no tuvieron protección alguna el prendimiento fue nulo (0%), después de los primeros 15 días; pero cuando las técnicas de injerto tuvieron protección, estas mostraron una tasa disminución en el porcentaje de prendimiento promedio de solo 7% con bolsa plástica y 6% con parafilm; es decir, a los 7 días con bolsa plástica y parafilm se tuvo 100 y 98% de prendimiento; a los 15 días 93 y 94%, a los 30 días con 87 y 89%; y finalmente a los 100 días con bolsa plástica y parafilm se tuvo 72 y 76%, respectivamente (Figura 8b).

Cuadro 9. Evolución del porcentaje de prendimiento promedio (%), según el período de evaluación (día).

Factores	Niveles	Porcentaje de prendimiento (%)			
		Período de evaluación (días)			
		7	15	30	100
Técnicas de injertación (A)	Empalme	72	60	58	52
	Púa central	78	64	59	47
Sistemas de protección (B)	Bolsa plástica	100	93	87	72
	Parafilm	98	94	89	76
	Sin protección	26	0	0	0
Bloques (Sombreamiento)	1 malla : 60%	76	63	61	61
	2 mallas : 80%	72	67	59	59
	3 mallas : 95%	76	57	56	28

Las variaciones en la tasa prendimiento promedio según el nivel de sombreamiento, también mostraron tendencia al decrecimiento, un 9.7% con 60% de sombra; 10.3% con 80% de sombra; y 18% con 95% de sombra, respectivamente; en consecuencia, con el 60, 80 y 95% de sombra se obtuvo un prendimiento de 76, 72 y 76%, a los 7 días; prendimiento de 63, 67 y 57%,

a los 15 días; prendimiento de 61, 59 y 56%, a los 30 días; y finalmente a los 100 días se obtuvo 61, 59 y 28% de prendimiento, respectivamente.

Además, con 60 y 80% de sombra el prendimiento promedio no disminuyó después de los 30 días de evaluación, esto permite deducir que para bolaina blanca solo es necesario sombreamiento regular durante el primer mes de la injertación, siendo prudente retirar las mallas en este momento para permitir la incidencia directa de la luz y favorecer el desarrollo de los injertos (Figura 8). En contraste, destacamos la relación inversa entre el nivel de sombreamiento y el porcentaje de prendimiento de bolaina blanca, es decir, cuando el sombreamiento fue máximo (95%), el prendimiento promedio fue mínimo, después de los 15 primeros días, manteniéndose así hasta el final de la evaluación (100 días), posiblemente debido al menor ingreso de luminosidad. Esta tendencia fue corroborada por DA COSTA *et al.* (2004), quién uso injerto tipo lateral en la especie maracuyá Sour (*Passiflora nítida*) y determinó que las tasas de prendimiento varían de 60 a 100%, entre los 80, 95 y 110 días; el prendimiento máximo (100%) lo obtuvo el injerto con protección total, respecto a los injertos sin protección (86.7%).

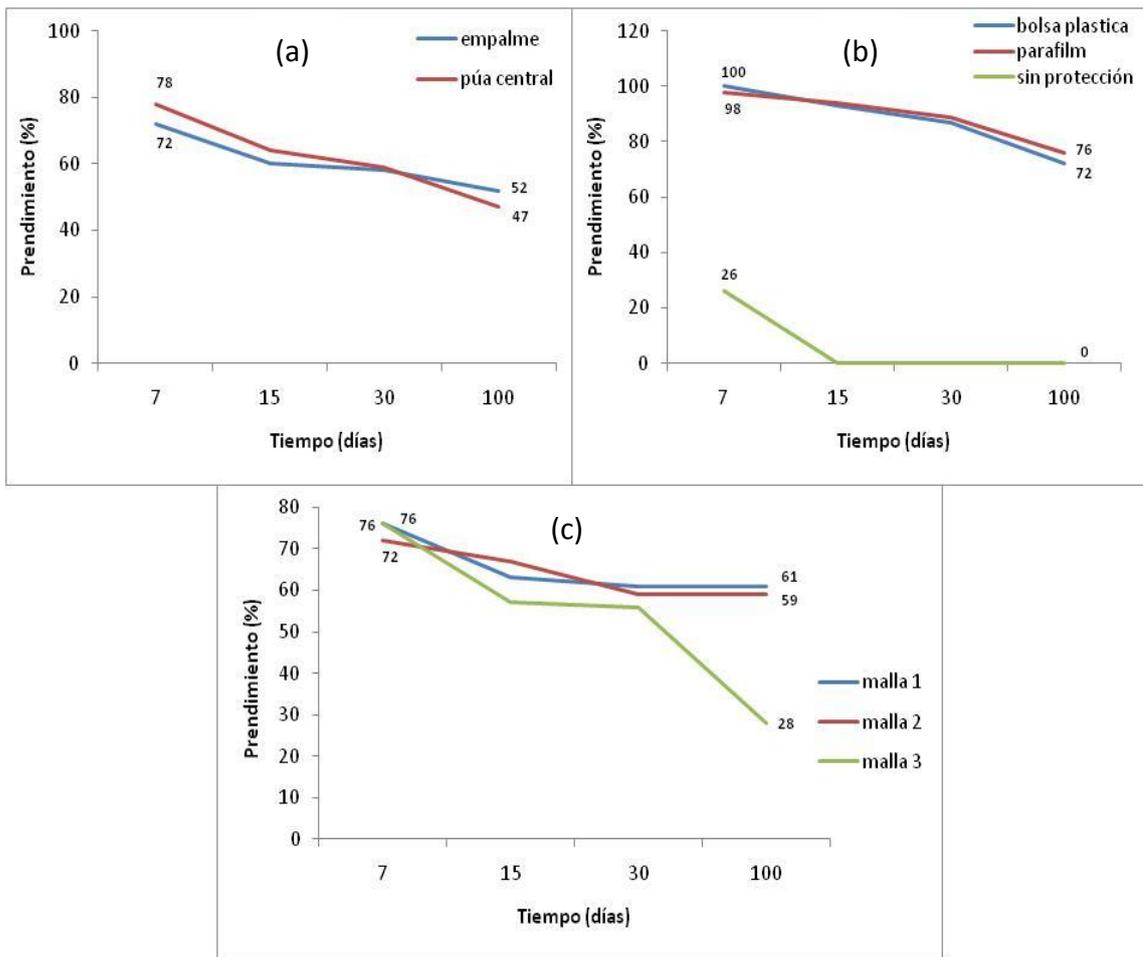


Figura 8. Variación del prendimiento de injertos de “bolaina blanca” (*G. crinita*), por tiempo de evaluación según a) Técnicas de injertación, b) Sistemas de protección y c) Niveles de sombreamiento.

En el Cuadro 10, se observa una disminución progresiva del porcentaje de prendimiento promedio en la injertación de “bolaina blanca” hasta los primeros 100 días de evaluación, con una tasa de disminución promedio de 8.39% en todo el período; en los primeros 7 días se presentó el más alto porcentaje de prendimiento promedio con 74.67%; disminuyendo a 62.33% a los 15 días; luego el porcentaje de prendimiento promedio llegó hasta 58.67 y 49.50%, a los 30 y 100 días, respectivamente, aunque en ambos periodos las tasas de disminución promedio fueron mínimas (3.66 y 9.17%,

respectivamente), en comparación a los primeros 15 días (25.9%); en consecuencia, no fue necesario evaluar prendimiento mas allá de los 100 días.

Cuadro 10. Comportamiento del porcentaje de prendimiento promedio (%) por tratamiento de injertos de “bolaina blanca” (*G. crinita*), a los 7, 15, 30 y 100 días de injertación.

Tratamientos	Porcentaje de prendimiento (%)			
	Período de evaluación (días)			
	7 días	15 días	30 días	100 días
T ₁	100	96	89	67
T ₂	96	96	89	74
T ₃	37	0	0	0
T ₄	100	89	85	78
T ₅	100	93	89	78
T ₆	15	0	0	0
Promedio	74.67	62.33	58.67	49.50

En la Figura 9, se observa la variación significativa en el porcentaje de prendimiento de los cuatro tratamientos con relativo mayor éxito, respecto al tiempo de evaluación. Los mejores tratamientos T₄ y T₅ disminuyeron desde 100% hasta 78%, asimismo, el tratamiento T₂ disminuyó desde 96% hasta 74%; estos tres tratamientos tuvieron una caída porcentual de 22%; además, el T₁ resultó uno de los más afectados, cayendo desde 100 hasta 67%. Por su parte, el grupo de tratamientos menos exitosos lo conformó el T₃ (37%) y T₆ (15%), disminuyendo totalmente hasta llegar a un porcentaje de prendimiento de 0%, a los 100 días. Por lo que podemos afirmar que a los 100 días, los tratamientos más exitosos tendrán hasta 78% de prendimiento de bolaina blanca y los menos exitosos 0%.

CRUZ *et al.* (1998), obtuvieron exitosamente para el híbrido macadamia (*Macadamia integrifolia* y *Macadamia tetraphylla*) 65% de prendimiento contra el 35% del más bajo, luego de 90 días del injerto. Pero no siempre el prendimiento del injerto más exitoso disminuye tan bruscamente como en el caso de bolaina blanca o macadamia. Por ejemplo, HIDALGO (2009), determinó que los tratamientos más exitosos de injertación en Sacha inchi (*P. volubilis*) no disminuyeron en lo absoluto, manteniendo un 100% de prendimiento luego de 45 días del injerto.

Todos los tratamientos de injertamiento en bolaina blanca disminuyeron gradualmente en el porcentaje del prendimiento, sin embargo los más exitosos fueron los tratamientos T₄ (empalme + bolsa plástica), T₅ (empalme + parafilm) y T₂ (púa central + bolsa plástica), los cuales presentaron un prendimiento promedio de 76.7%, a los 100 días; seguidos de T₁ (púa central + bolsa plástica) con 67% y finalmente T₃ y T₆ con 0%, en el mismo período. Además, en los tratamientos más exitosos la tasa de disminución del prendimiento a partir de los 30 días fue mínimo (9%), esto indicaría que a partir del primer mes de injertado, ya no requerirían sombreamiento y por el contrario sería necesario más luz para su desarrollo.

Por lo tanto, además de realizar adecuadamente la técnica de injertación, es necesario proteger a los injertos durante todo el proceso de prendimiento y quitar el sombreamiento intermedio en el momento oportuno (30 días, aprox.) para asegurar el éxito del prendimiento.

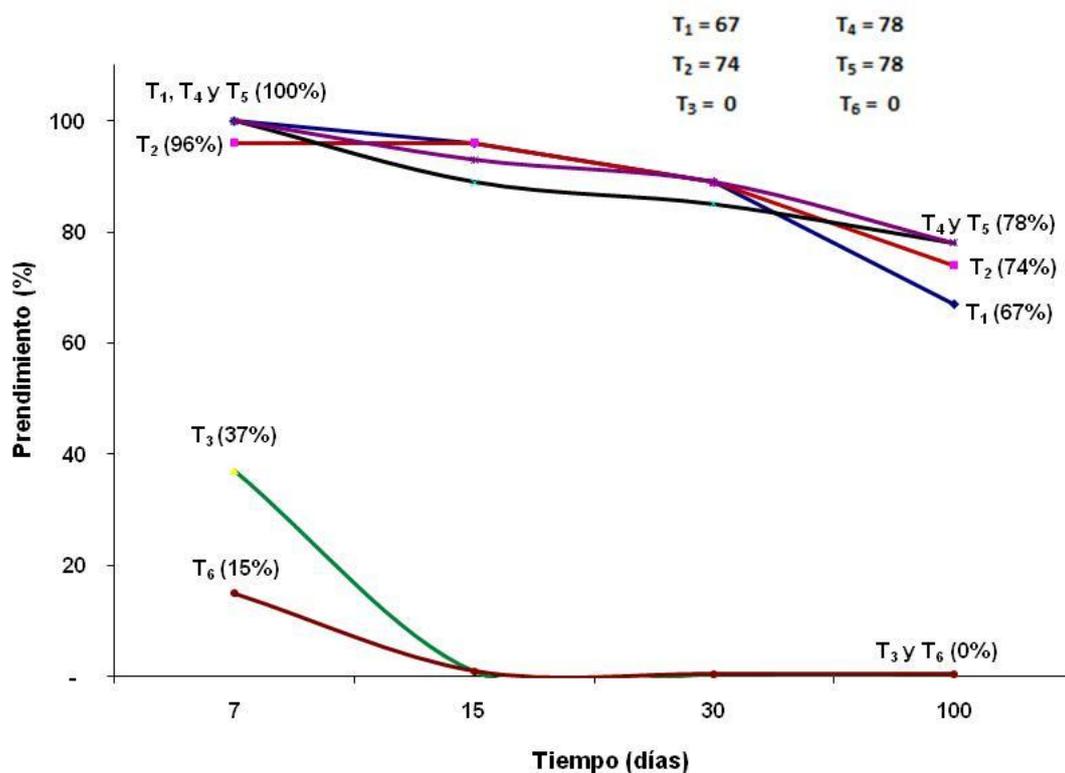


Figura 9. Variación del prendimiento de injertos de “bolaina blanca” (*G. crinita*), por tratamiento según el tiempo de evaluación.

Se comprobó que la mayor intensidad lumínica sobre los injertos de “bolaina blanca” aumenta el porcentaje de prendimiento, este varío de 28 a 61% entre una intensidad lumínica promedio desde 404 a 5,451 luxes, respectivamente (Cuadro 11). Esto es predecible en relación a la menor presencia de patógenos (hongos), mayor actividad fotosintética y respiratoria en condiciones de ambiente con claridad solar. Esto fue corroborado por HIDALGO (2009), quien luego de realizar el proceso de injertación de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*), colocó los injertos bajo mallas de 80% de sombra, a una intensidad lumínica promedio de 386 luxes, con el que obtuvo desde 22.5 hasta 100% de prendimiento.

En otros trabajos realizados en propagación vegetativa, se comprobó que el sombreamiento de 70 a 80% (1,500 luxes) sobre las cámaras de propagación juega un rol fundamental en el éxito del porcentaje de enraizamiento de estacas juveniles (estaquillas). Por ejemplo, VASQUEZ (2009), obtuvo un 57% de enraizamiento en caoba (*Swietenia macrophylla*) bajo una intensidad lumínica promedio de 2,483 luxes. Estas relaciones indicarían la influencia específica de la intensidad lumínica apropiada en la propagación vegetativa de cada especie y su evidente relación con el manejo de sombreamiento en el momento de la operación de injerto. No obstante, se desconocería con exactitud el grado de intensidad lumínica óptima (menos de 60% de sombra) para la injertación y cuál es el período de sombreamiento suficiente para lograr el prendimiento máximo de “bolaina blanca”.

Cuadro 11. Relación entre el porcentaje de prendimiento (%) y la intensidad lumínica (luxes) en el injerto de “bolaina blanca” (*G. crinita*), a 100 días de injertación.

Bloques (Sombreamiento)	Prendimiento (%)	Intensidad lumínica (luxes)
I (1 malla : 60%)	61	5451
II (2 mallas : 80%)	59	1887
III (3 mallas : 95%)	28	404
Promedio	49.3	2581

En la Figura 10, se confirmó la existencia de la relación positiva entre el porcentaje de prendimiento y la intensidad lumínica, ($R^2= 0.80$, $\alpha= 0.05$). Ambas variables se ajustan a una regresión logarítmica, donde el prendimiento aumenta a medida que se incrementa la intensidad lumínica.

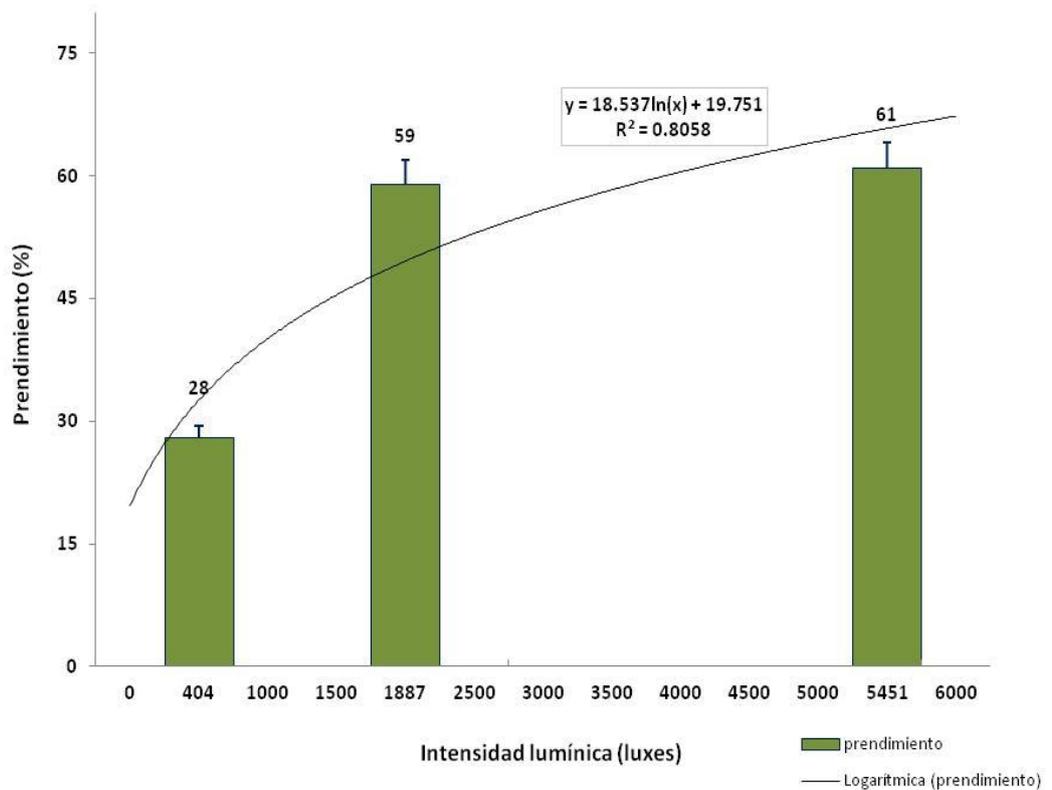


Figura 10. Relación entre el porcentaje de prendimiento (%) e intensidad lumínica (luxes).

4.2. Tiempo de ejecución de la injertación y sistemas de protección

En el cuadro 12, se observa la no existencia de diferencias estadísticas significativas ($\alpha = 0.05$) en el tiempo de injertación promedio entre ambas técnicas de injertación (empalme y púa central); aunque sí se observó diferencias estadísticas significativas ($\alpha = 0.05$) en el tiempo de injertación promedio entre los sistemas sin protección (testigo) y con protección (bolsa plástica y parafilm).

Cuadro 12. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$), para el tiempo de injertación promedio (minutos) entre las técnicas de injertación y los sistemas de protección en el injerto de “bolaina blanca” (*G. crinita*), a los 100 días de injertación.

Tiempo de injertación en técnicas de injertación (A)	Tiempo de injertación (minutos) en los sistemas de protección (B)			
	Bolsa plástica (b ₁)	Parafilm (b ₂)	Sin Protección (b ₃)	Promedio
Púa central (a ₁)	3:27	3:31	1:50	2:56 (a)
Empalme (a ₂)	3:09	3:18	2:40	3:02 (a)
Promedio	3:18 (b)	3:25 (b)	2:15 (a)	

(a), (b) Letras diferentes muestran diferencias significativas ($\alpha=0.05$)

La Figura 11 corrobora, que no existen diferencias estadísticas significativas en el tiempo de injertación entre las dos técnicas de injertación ($\alpha=0.05$); por lo tanto, podría usarse cualquiera de las técnicas de injertación (empalme y púa central) para los injertos de “bolaina blanca”. Coincidiendo con HIDALGO (2009), quién afirma que realizar las técnicas de injerto por púa central y empalme, le tomó menor tiempo en comparación con la técnica de doble lengüeta, además con la técnica de púa central y empalme se tuvo mayor éxito en el prendimiento que con doble lengüeta.

RAMÍREZ (2005), señala que desde el inicio del corte hasta que el injerto este completamente terminado no deben transcurrir más de 20 segundos. QUIROS (2005), indica que con la técnica de púa central, las posibilidades de que el cambium del patrón entre en contacto con el cambium de la vareta son mayores; sin embargo, ROJAS *et al.* (2004) destacaron que la técnica de

empalme es más utilizado por su rapidez de ejecución, contrario a los resultados obtenidos en la injertación tipo empalme de “bolaina blanca”, evidentemente una combinación entre las eficiencias en el prendimiento y ahorro en el tiempo de la ejecución de la técnica y sistema de protección será lo óptimo a usar en la injertación de “bolaina blanca”.

Por otra parte, existe diferencias estadísticas significativas ($\alpha = 0.05$) en el tiempo de injertación entre los sistemas sin protección (testigo) y con protección (bolsa plástica y parafilm), pero los tratamientos con protección (bolsa plástica y parafilm) no muestran diferencias significativas en la injertación, pero lograron los mayores porcentajes de prendimiento para “bolaina blanca”, por lo tanto pueden usarse cualquiera de los dos sistemas con protección. Sin embargo, cuantitativamente el sistema de protección con bolsa plástica (3:18 minutos) se realizó en menor tiempo que el sistema con parafilm (3:25 minutos); esto último fue corroborado HIDALGO (2009), RAMÍREZ (2005) y ESTEVEZ (2004), quienes recomiendan usar bolsa plástica como sistema de protección, por ser fácil de obtener, tener un menor tiempo de colocación, ofrecer las condiciones adecuadas para la injertación y ser más económico. Por lo tanto, se confirma que usando la técnica púa central y el sistema de protección con bolsa plástica, sería la combinación más conveniente para el usuario que requiera injertar “bolaina blanca”.

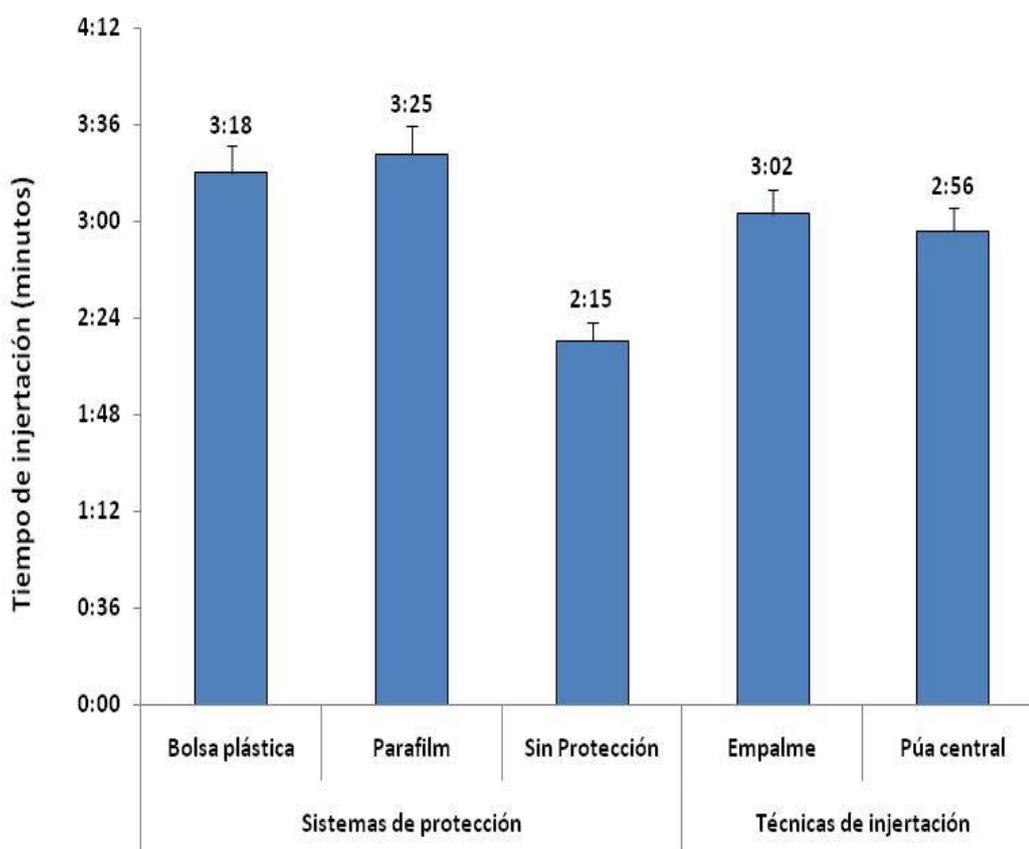


Figura 11. Comparativo del tiempo de injertación promedio, entre las técnicas de injertación y los sistemas de protección en injertos de “bolaina blanca” (*G. crinita*).

4.3. Número promedio de brotes por injerto

En el Cuadro 13, se observa el análisis de varianza del número promedio de brotes por injerto de “bolaina blanca”, el mismo que presentó diferencias estadísticamente significativas ($\alpha= 0.05$), respecto a los bloques (gradientes de sombra) y sistemas de protección (B), es decir, que los niveles de sombreado y los sistemas de protección colocados a los injertos, influyeron en la aparición del número promedio de brotes de esta especie. Sin embargo, para el factor técnicas de injertación (A) y la interacción (A)*(B), no existieron diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 13. Análisis de varianza del número promedio de brotes por injerto de “bolaina blanca” (*G. crinita*), a 100 días de injertación.

F.V.	GI	CM	Significación
Bloque	2	41.38	AS
Tratamientos	5	34.84	AS
A (técnicas de injertación)	1	0.24	NS
B (sistemas de protección)	2	86.21	AS
A x B (técnicas x sistemas)	2	0.76	NS
Error experimental	10	4.98	
Total	17		

CV=80.59% / NS= No significativo; AS= Significativo al 5% de probabilidad

La prueba de comparación de Duncan confirmó la existencia de diferencias estadísticas significativas ($\alpha= 0.05$) en el número promedio de brotes entre los sistemas de protección (B). Sin embargo, PEDROSO *et al.* (2004), en la injertación de *Citrus sinensis*, *Citrus reticulata* blanco y un híbrido [*Citrus clementina* x (*Citrus paradisi* x *Citrus tangerina*)], no encontraron diferencias estadísticas entre sistemas de protección con bolsa plástica y parafilm. Por otro lado, no se presentaron diferencias significativas para la misma variable entre las técnicas de injertación (A).

Además, se observó que numéricamente la mayor cantidad de brotes se obtuvo con la técnica de púa central (4.4), respecto de empalme (4.2); ambas técnicas se caracterizan por ofrecer las mejores condiciones de facilidad de corte, manipulabilidad y tiempos requeridos para el proceso de injertación. Por lo tanto, la aparición y desarrollo de los brotes en la injertación de “bolaina

blanca” se puede lograr realizando cualquiera de estas dos técnicas de injertación.

Los injertos que tuvieron protección (bolsa plástica y parafilm) son los que mostraron mayor número promedio de brotes por injerto (5.8 y 7.1, respectivamente); mientras que los injertos sin protección finalmente no mostraron ningún brote, debido a que sufrieron deshidratación de varas yemeras y mayor exposición a los factores bioclimáticos (radiación, temperatura, humedad relativa), así como el complejo hongo “Damping off”, que en su conjunto impiden la generación de brotes. Ambos sistemas de protección se caracterizan por la impermeabilización completa, tanto del corte por injerto, como de la mayor proporción de vara yemera y de la parte superior del patrón. Por lo tanto, cualquiera de estos dos sistemas puede ser usado como protección para favorecer la aparición y desarrollo de brotes en los injertos de “bolaina blanca”.

Cuadro 14. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$), para el efecto principal de técnicas de injertación (A) y sistemas de protección (B) en el número promedio de brotes por injerto de “bolaina blanca” (*G. crinita*), a los 100 días de injertación.

Nº de brotes en técnicas de injertación (A)	Número promedio de brotes en los sistemas de protección (B)			
	Bolsa plástica (b ₁)	Parafilm (b ₂)	Sin Protección (b ₃)	Promedio
Púa central (a ₁)	5.67	7.63	0.00	4.43 (a)
Empalme (a ₂)	6.00	6.59	0.00	4.20 (a)
Promedio	5.83 (a)	7.11 (a)	0.00 (b)	

(a), (b) Letras diferentes muestran diferencias significativas ($\alpha=0.05$)

En la Figura 12, se confirma que no existen diferencias significativas ($\alpha= 0.05$) en el número promedio de brotes por injerto de “bolaina blanca” entre técnicas de injertación, pero ambas se caracterizan por ofrecer las mejores condiciones de facilidad de corte, manipulación y tiempos mínimos requeridos para el proceso de injertación. VERA y LOPEZ (2007), determinaron que la injertación con púa central es el más empleada para la injertación de especies forestales; pero hubieron casos en que se registro una brotación incipiente, en estos, al examinar la zona del injerto, se observó que el área de contacto vivo a nivel de cambium fue insuficiente; ésta falta de unión limitó el crecimiento posterior de los leños y zonas cambiales. Por lo tanto, debido a que se comprobó que ambas técnicas de injertación favorecieron la aparición similar de brotes en la injertación de “bolaina blanca”, será posible usar cualquiera de éstas dos técnicas de injertación, considerando siempre que se realicen en el menor tiempo posible y reconocida habilidad del injertador.

La protección con bolsa plástica habría generado adecuadas condiciones ambientales, semejantes a una cámara húmeda (microclima de alta humedad relativa) y por tener un espacio libre que no impidiera el desarrollo de los brotes. QUIROS (2005), afirma que como parte de las prácticas que facilitan la brotación de la vareta, se le coloca una pequeña bolsa plástica tratando de cubrir el injerto completamente; esto evita la deshidratación de la vareta y genera un microclima estable el cual favorece la velocidad de la brotación. KISHINO *et al.*, (2000), en la injertación de “mango” (*Mangifera indica*), “palta” (*Persea americana*) y “macadamia” (*Macadamia integrifolia*), obtuvo mayor número de brotes con protección de bolsa plástica frente al uso de parafilm. Del

mismo modo, JACOMINO *et al.* (2000), al injertar “mango” (*Mangifera indica*), obtuvo 1.47 brotes con bolsa plástica, respecto al parafilm (1.28 brotes). Sin embargo, VERA y LOPEZ (2007) observaron, que la protección con bolsa plástica, a pesar de obtener los mejores resultados, mostraba algunas desventajas como un mayor manejo y más cuidado, además presenta pudrición fúngica a manera de un ennegrecimiento progresivo de los plantones injertados a partir de la zona de unión o desde el extremo superior, fue más notorio cuando los injertos se protegían con bolsa plástica, seguramente porque las condiciones de humedad favorecieron el desarrollo de hongos.

Con parafilm también se obtienen resultados satisfactorios, debido posiblemente a que aísla completamente el corte de la unión de los injertos y a la vara yemera, evitando cualquier tipo de deshidratación y contagio de plagas o insectos. En contraste, MORE (2002), menciona que la emisión de brotes es una característica que se encuentra mayormente influenciada por el factor genético y el medio ambiente; así mismo Kadje y Ngambi (1981), citado por VIDAL y ZÚÑIGA (1995), relaciona la aparición de los brotes de los injertos al efecto de algún factor ambiental sobre las varetas como puede ser la luminosidad. Por lo tanto, para la aparición y el desarrollo de los brotes es indispensable colocar algún tipo de protección en el injerto, que proteja la unión del corte y la vara yemera de la incidencia de los factores bioclimáticos, así como de ataques de plagas o insectos patógenos. La decisión de usar un tipo de protección también está directamente relacionada a los factores económicos y al uso de un sombreamiento adecuado para los plantones recién injertados, que los protejan de los rayos de luz extremos.

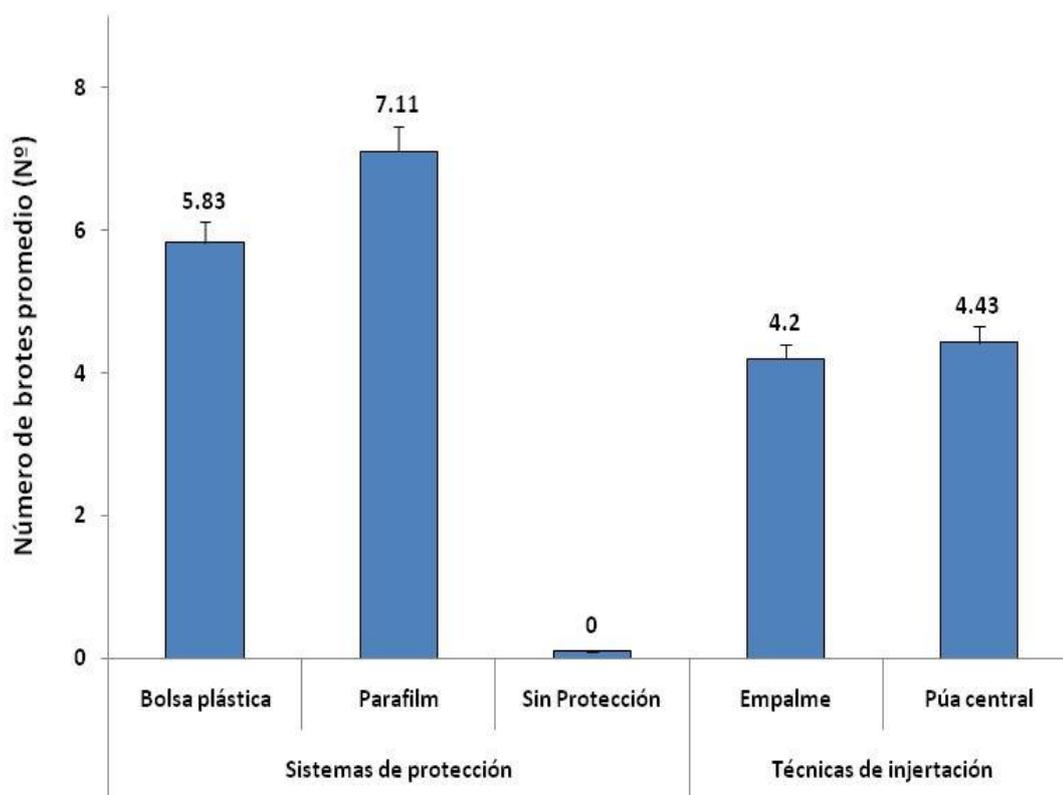


Figura 12. Efecto principal del número promedio de brotes por injerto, entre las técnicas de injertación y los sistemas de protección en injertos de “bolaina blanca” (*G. crinita*).

En el Cuadro 15, se observa la existencia de diferencias significativas en el número promedio de brotes por injerto de “bolaina blanca” tanto entre tratamientos, como entre bloques, según prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$). La diferencia significativa en el número promedio de brotes por injerto, se debería a la gradiente de sombreado, es decir, el número de mallas empleado en cada bloque correspondería a una respuesta particular en la aparición del número de brotes, donde se obtuvo hasta 7 brotes en los injertos de “bolaina blanca” con solo una malla (60% sombra); seguido por 4.2 brotes con dos

mallas (80% sombra); y finalmente 1.7 brotes con tres mallas (95% sombra). La sombra de 60%, permite un ingreso de luz de 5451 luxes, valor apropiado para la aparición y desarrollo de los brotes de “bolaina blanca”; del mismo modo, RAMIREZ (2005), indicó que una vez culminado el proceso de injertación, los injertos deben colocarse bajo media sombra (malla sarán 50%) para darles el cuidado necesario. Por lo tanto, la cantidad y buen desarrollo del número de brotes en injertos de “bolaina blanca”, estaría relacionado directamente al uso de un sombreamiento mínimo (60%), apropiado, tanto para controlar las altas temperaturas externas, como también para permitir un ingreso adecuado de luz parcial, muy similares a los requerimientos de “bolaina blanca” cuando se encuentra en estado juvenil. Al respecto, PALOMINO y BARRA (2003), mencionan que ecológicamente “bolaina blanca” es una heliófita efímera (intolerantes a la sombra), prefiriendo los sitios con abundante luz, donde se observa rápido crecimiento, aunque, en estado juvenil (plántula o plantón) también tolera sombra parcial en vivero.

También se observó diferencias significativas ($\alpha= 0.05$) entre tratamientos generales (Cuadro 15), siendo los tratamientos con protección del injerto los que mostraron mayor emisión de brotes los T_2 (púa central + parafilm) con 7.63 brotes, T_5 (empalme + parafilm) con 6.59 brotes, seguido de T_4 (empalme + bolsa plástica) con 6.00 brotes y finalmente T_1 (púa central + bolsa plástica) con 5.67 brotes; frente a los tratamientos sin protección T_3 y T_6 , donde no se observó brote alguno. No obstante, no hubo diferencias significativas ($\alpha= 0.05$), específicamente, entre los tratamientos que usaron ambas técnicas de injertación con protección; en consecuencia, sería posible usar cualquiera de

éstas dos técnicas de injertación (púa central y empalme) en combinación con cualquiera de los sistemas con protección (bolsa plástica y parafilm), de acuerdo a la conveniencia del usuario para favorecer la aparición y desarrollo de brotes injertados de “bolaina blanca”. Acerca de la combinación más adecuada, es conveniente usar el tipo de injerto púa central y con protección de bolsa plástica, considerando las ventaja económica y social, pues nos ayuda tanto a ahorrar agua, dado que permanece entre 20 y 30 días dentro de la bolsa plástica en total inmovilidad, como a ahorrar mano de obra y tiempo (ESTEVEZ, 2004). Por lo tanto, usar la técnica púa central en combinación con bolsa plástica sería lo más conveniente para el desarrollo del mayor número de brotes de “bolaina blanca”.

Cuadro 15. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$), para el efecto de los tratamientos y bloques, en el número promedio de brotes por injerto de “bolaina blanca” (*G. crinita*), a los 100 días de injertación.

Bloques (Sombreamiento)	Número de brotes						Promedio
	Técnicas injertación (A) + Sistemas protección (B)						
	T ₁ (a ₁ b ₁)	T ₂ (a ₁ b ₂)	T ₃ (a ₁ b ₃)	T ₄ (a ₂ b ₁)	T ₅ (a ₂ b ₂)	T ₆ (a ₂ b ₃)	
I (1 malla: 60%)	8.67	12.44	0.00	10.67	10.22	0.00	7.00 (a)
II (2 mallas: 80%)	6.89	7.44	0.00	4.33	6.67	0.00	4.22 (b)
III (3 mallas: 95%)	1.44	3.00	0.00	3.00	2.89	0.00	1.72 (c)
Promedio	5.67 (a)	7.63 (a)	0.00 (b)	6.00 (a)	6.59 (a)	0.00 (b)	

(a), (b) Letras diferentes muestran diferencias significativas ($\alpha=0.05$)

La Figura 13, es confirmativa para la existencia de diferencias significativas ($\alpha= 0.05$) en el número promedio de brotes por injerto de “bolaina

blanca” entre dos grupos de tratamientos, a los 100 días de evaluación, es decir, el primer grupo de tratamientos (T₂, T₅, T₄ y T₁ presentaron 7.63, 6.59, 6.00 y 5.67 brotes en el número de brotes promedio), seguido finalmente del segundo grupo (T₃ y T₆ con presencia nula de brotes). Estas diferencias se deben a que los injertos necesariamente requerirían protección, además de la presencia de otros factores propios del porta injerto y vara yemera. GRANDEZ (2005), menciona que el desarrollo de los brotes probablemente no se manifiesta por el tipo de injerto o tercio de la vara yemera y su interacción; sino esto podría deberse a otros factores como son hormonas reguladoras de crecimiento que tienen la capacidad de inducir en el alargamiento de las células del brote y también provocar letargo, que es el estado de crecimiento y metabolismo suspendido. Por lo tanto, para la aparición y desarrollo de los brotes en los injertos se requiere, tanto de cuidados necesarios en el proceso de injertación, como de una protección efectiva durante el período de prendimiento, así como también de los cuidados silviculturales previos (fertilidad del sustrato, riego y sanidad) indispensables para el crecimiento óptimo de las varas yemeras y porta injertos.

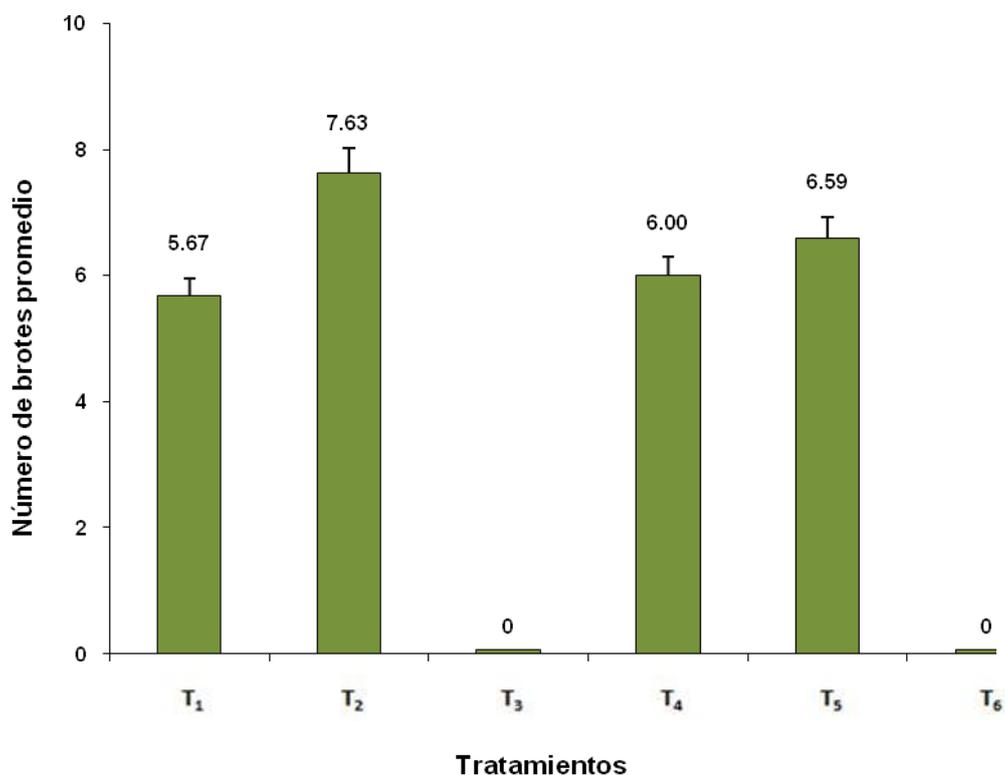


Figura 13. Número promedio de brotes por injerto de “bolaina blanca” (*G. crinita*), a 100 días de injertación.

En el Cuadro 16 y Figura 14, se observa la relación positiva entre el número promedio de brotes por injerto, tanto para los tratamientos (técnicas de injertación y sistemas de protección), como el número de mallas utilizadas por bloque, según el período de la evaluación realizada. En promedio, a los 7 días se determinó en promedio 2.2 y 2.7 brotes por injerto, con la técnica de empalme y púa central, respectivamente; a los 15 días 3.4 y 3.2 brotes; a los 30 días 3.8 y 3.9 brotes; y finalmente a los 100 días 4.2 y 4.4 brotes, en ambas técnicas, respectivamente (Figura 14a). El número promedio de brotes por injerto mostró una tasa promedio ascendente de 0.66 brotes cuando se usó la técnica de empalme y 0.56 brotes en la técnica de púa central, luego de cada evaluación.

Al igual que la anterior variable, cuando los injertos no tuvieron protección el número promedio de brotes por injerto disminuyó a 0%, después del quinceavo día; pero cuando las técnicas de injerto tuvieron protección, estas mostraron una tasa promedio ascendente en el número promedio de brotes, a razón de 1.56 brotes con bolsa plástica y 1.20 brotes con parafilm, luego de cada evaluación. Específicamente, a los 7 días con bolsa plástica y parafilm se tuvo 2.3 y 4.3 brotes por injerto; a los 15 días 4.3 y 5.6 brotes; a los 30 días con 6.4 y 5.2 brotes; y finalmente a los 100 días con bolsa plástica y parafilm se tuvo 5.8 y 7.1 brotes por injerto, respectivamente (Figura 14b).

Cuadro 16. Evolución del número promedio de brotes por injerto, según el período de evaluación (días).

Factores	Niveles	Número promedio de brotes			
		Período de evaluación (días)			
		7	15	30	100
Técnicas de injertación (A)	Empalme	2.2	3.4	3.8	4.2
	Púa central	2.7	3.2	3.9	4.4
Sistemas de protección (B)	Bolsa plástica	2.3	4.3	6.4	5.8
	Parafilm	4.3	5.6	5.2	7.1
	Sin protección	0.7	0.0	0.0	0.0
Bloques (Sombreamiento)	1 malla : 60%	2.9	3.3	4.1	7.0
	2 mallas : 80%	2.2	3.2	3.8	4.2
	3 mallas : 95%	2.2	3.4	3.7	1.7

El número de brotes por injerto mostró una tasa promedio ascendente de acuerdo al nivel de sombreado, es decir, con 60, 80 y 95% de sombra se obtuvo 2.9, 2.2 y 2.2 brotes a los 7 días; 3.3, 3.2 y 3.4 brotes a los 15 días; 4.1, 3.8 y 3.7 brotes a los 30 días; y finalmente, con 60, 80 y 95% de sombra se

obtuvo 7.0, 4.2 y 1.7 brotes a los 100 días, respectivamente. Podemos notar además que hasta los 100 días de evaluación con 60 y 80% de sombra el número promedio de brotes no varía y se mantiene en constante incremento, esto gracias a la importancia que tiene la intensidad lumínica en la aparición y desarrollo de brotes (Figura 14c) con tasas promedio ascendente de 1.36 (60% de sombra), ascendente de 0.66 (80% de sombra) y tasa promedio descendente de -0.16 brotes (95% de sombra), respectivamente. En consecuencia, la mayor tasa de variación en el número promedio de brotes por injerto, se obtuvo con sombreado de 95%, debido a que la luminosidad baja tiene efecto sobre un menor número de brotes.

Por lo tanto, en términos generales, podemos destacar la relación positiva entre el número promedio de brotes por injerto y el período total de evaluación hasta los 100 días, salvo cuando estas no tuvieron protección y con elevado sombreado, donde en ambos casos la tendencia fue inversa. KISHINO *et al.* (2000) observaron que el número de brotes por injerto *Manguifera indica* L; *Persea americana* y *Macadamia integrifolia* disminuyó progresivamente a partir del día 75, pero se mantiene constante desde el día 135 hasta los 180 días (último día).

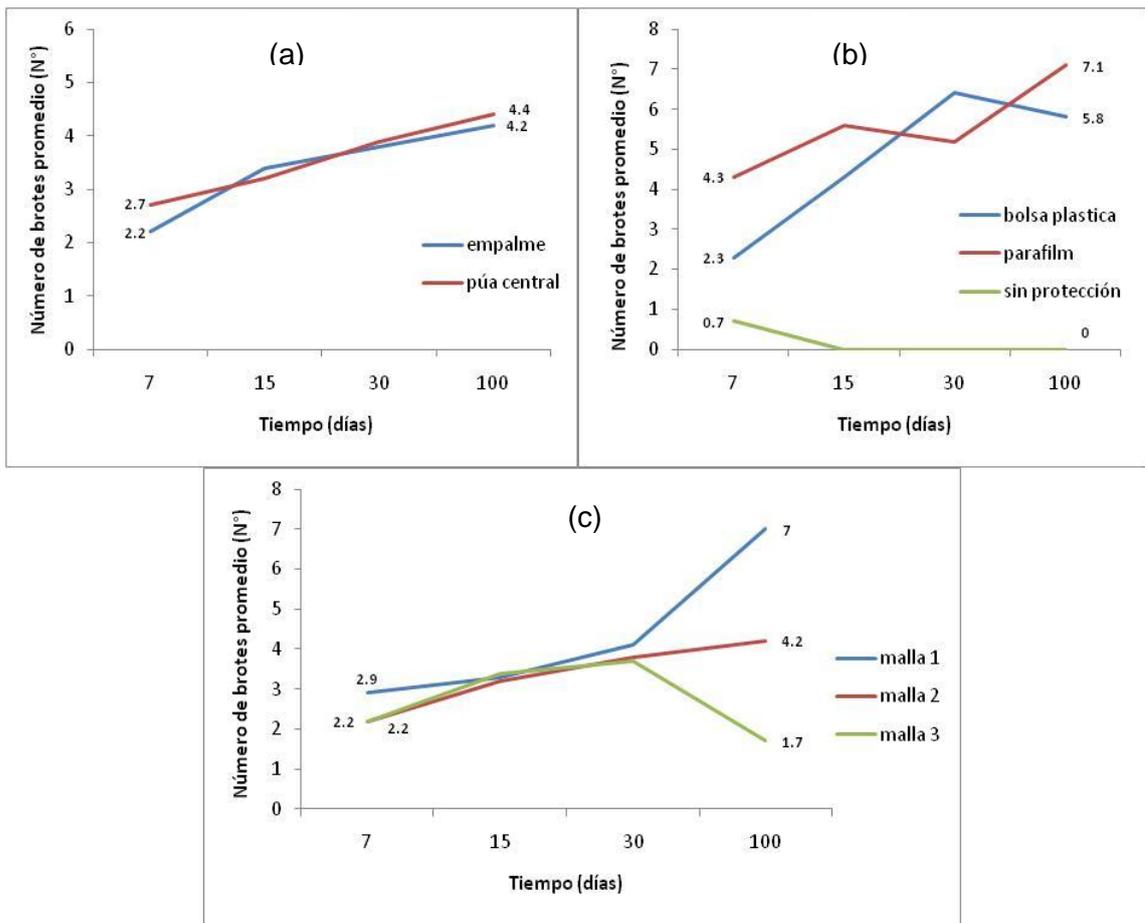


Figura 14. Variación del número promedio de brotes por injerto de “bolaina blanca” (*G. crinita*), por tiempo de evaluación según a) Técnicas de injertación, b) Sistemas de protección y c) Niveles de sombreadamiento.

4.4. Longitud promedio del brote mayor por injerto (cm)

En el Cuadro 17, se observa el análisis de varianza de longitud promedio del brote mayor en el injerto de “bolaina blanca”, el mismo que presentó diferencias estadísticamente significativas ($\alpha= 0.05$) en los sistemas de protección (B) y de los bloques (gradientes de sombra), es decir, que las sombras y la protección colocada a los injertos, influyeron en el desarrollo de la longitud promedio del brote mayor por injerto de esta especie.

Cuadro 17. Análisis de varianza de la longitud promedio del brote mayor por injerto (cm) de “bolaina blanca” (*G. crinita*), a 100 días de injertación.

F.V.	GI	CM	Significación
Bloque	2	1598.55	AS
Tratamientos	5	1582.37	AS
A (técnicas de injertación)	1	0.79	NS
B (sistemas de protección)	2	3930.90	AS
A x B (técnicas x sistemas)	2	24.64	NS
Error experimental	10	193.47	
Total	17		

CV= 71.14% / NS= No significativo; AS= Significativo al 5% de probabilidad

En el Cuadro 18, la prueba de comparación de Duncan ($\alpha= 0.05$) confirma que el desarrollo de la longitud promedio del brote mayor de injertos de “bolaina blanca”, está influenciado por el adecuado manejo en la protección de los injertos y no dependería de las técnicas de injertación.

Las diferencias estadísticas fueron observadas entre los sistemas con y sin protección, es decir, entre los injertos que tuvieron protección el crecimiento de longitud del brote mayor por injerto fue muy similar estadísticamente (44.4 cm con bolsa plástica y 44.3 con parafilm, respectivamente), pero cuando no fueron protegidos el crecimiento en la longitud de brote fue nulo; pues la falta de protección expuso al injerto a las continuas fluctuaciones térmicas y los agentes patógenos que progresivamente impidieron el desarrollo longitudinal de los brotes.

En ambos sistemas de protección (bolsa plástica y parafilm) la impermeabilización es completa en el sector que involucra el mismo corte del

injerto, la vara yemera y la parte superior del patrón. Por lo tanto, cualquiera de los dos sistemas de protección de los injertos puede ser usado como protección de los brotes en los injertos de “bolaina blanca”.

Cuadro 18. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$), para el efecto principal de técnicas de injertación (A) y sistemas de protección (B) de longitud promedio de brote mayor por injerto (cm) de “bolaina blanca” (*G. crinita*), a los 100 días de injertación.

Longitud brote > en técnicas de injertación (A)	Longitud de brote mayor en los sistemas de protección (B)			
	Bolsa plástica (b ₁)	Parafilm (b ₂)	Sin Protección (b ₃)	Promedio
Púa central (a ₁)	42.04	46.00	0.00	29.40 (a)
Empalme (a ₂)	46.70	42.59	0.00	29.80 (a)
Promedio	44.40 (a)	44.30 (a)	0.00 (b)	

(a), (b) Letras diferentes muestran diferencias significativas ($\alpha=0.05$)

En la Figura 15, se confirma que no existe diferencia significativa ($\alpha= 0.05$) en la longitud promedio de brote mayor por injerto de “bolaina blanca” entre las técnicas de injertación; ambas técnicas se caracterizan por ofrecer las mejores condiciones de practicidad en el corte, manipuleo y tiempos adecuados para el proceso de injertación. No obstante, VERA y LOPEZ (2007) observaron brotación incipiente con injertos de púa central, debido a que el contacto vivo a nivel de cambium fue insuficiente y limitó el crecimiento posterior de los leños y zonas cambiales, a pesar de que esta técnica viene siendo la más empleada para la injertación de especies forestales. Por lo tanto, para que el crecimiento en la longitud del brote en injertos de “bolaina blanca” sea más exitoso con

cualquiera de las técnicas (púa central o empalme), debe tomarse en cuenta el uso de material vegetativa de buena calidad y además que la operación se realice en menos de tres minutos (preferentemente con un operario calificado).

En términos generales, el desenvolvimiento de bolsa plástica y parafilm son las adecuadas para “bolaina blanca”, puesto que ambas tienen un buen comportamiento frente a las condiciones ambientales a favor de los injertos, es posible que ambos permitan un ingreso suficiente de oxígeno y dióxido de carbono, mantienen un adecuado nivel de humedad, y al mismo tiempo estimulan a las células a su crecimiento en longitud de “bolaina blanca”.

Sin embargo, no todas las especies leñosas responden de igual forma frente a diferentes sistemas de protección, fue el caso de injertos de marmeleiro japonés (*Chaenomeles sinensis*) con la mejor longitud de brote mayor (45.7 cm) a los 150 días de evaluación, empleando protección con bolsa plástica (PIO *et al.*, 2008). En cambio, otros autores, registraron sus mejores resultados empleando parafilm, al injertar aguacate (UBIRAJARA *et al.* 2004) y macadamia (JACOMINO *et al.* 2000), quienes explican que la presión que ejerce el parafilm sobre el injerto genera menor número de brotes, favoreciendo la mayor nutrición y crecimiento longitudinal sobre los pocos brotes existentes.

En contraste, se pudo constatar que el uso bolsa plástica en injertos de sachá Inchi genera un débil crecimiento en longitud del brote, al proporcionar deficiente luz, debido a la mayor tiempo de exposición de la bolsa plástica con el injerto y sumado a esto la sombra del vivero (HIDALGO, 2009). Esto se comprueba con lo indicado por Efron (2000), citado por MORE (2002), quien afirma que el crecimiento del injerto en longitud y diámetro depende de su

constitución genética y el ambiente. Del mismo modo, la diferencia en cuanto a crecimiento en longitud de los brotes son varietales y pueden depender de la capacidad de adaptación de la planta para desarrollarse ante ciertas condiciones de clima y suelo (VIDAL y ZÚÑIGA, 1995).

Por lo tanto, en general, el uso de la protección en los injertos siempre será favorable para el desarrollo de los brotes, pero para un mejor crecimiento deberá tenerse en cuenta la particular constitución anatómica y genética de cada especie, así como el ambiente donde se realiza la injertación y obviamente el costo de implementar el sistema de protección.

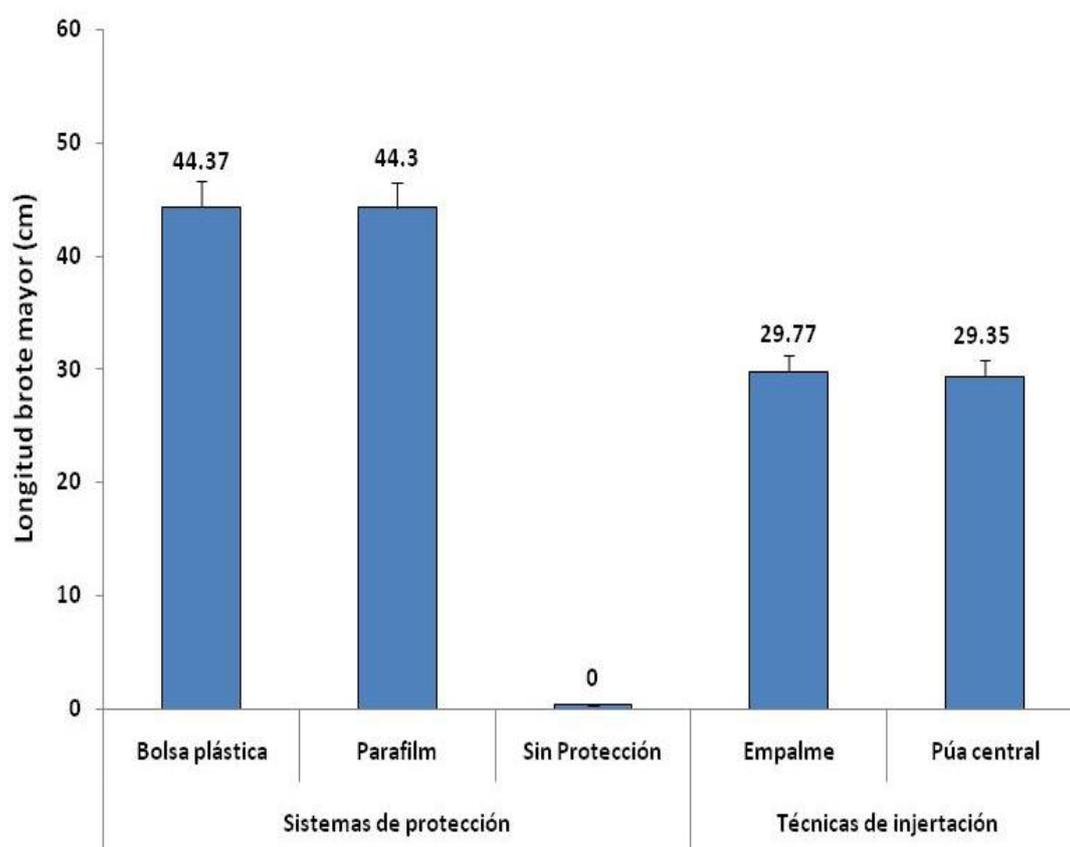


Figura 15. Efecto principal de la longitud promedio de brote mayor por injerto (cm) en las técnicas de injertación y los sistemas de protección en “bolaina blanca” (*G. crinita*), a los 100 días de injertación.

En el Cuadro 19, se observa la existencia de diferencias significativas ($\alpha = 0.05$) en la longitud promedio del brote mayor por injerto de “bolaina blanca” tanto entre tratamientos, como entre bloques. La diferencia significativa en la longitud promedio del brote mayor promedio por injerto, se debe a que cada bloque generó una particular respuesta en el crecimiento longitudinal de los brotes, es decir, donde el sombreado fue de 60% los brotes decrecieron 42.2 cm, con 80% sombra alcanzaron 35.3 cm, y finalmente 95% de sombra solo 11.1 cm, siendo solo este último, significativamente diferente al resto.

Por lo tanto, el sombreado de 60% y 80% de sombra, son los que más contribuirían en el desarrollo de la longitud del brote mayor de “bolaina blanca”, por lo cual es importante mencionar que el ingreso de luminosidad promedio que deja pasar cada una es de 5451 y 1887 luxes, respectivamente, este sería el rango de luminosidad más apropiado para el desarrollo de la longitud de brote mayor por injerto de “bolaina blanca”. Similar recomendación fue hecha por RAMIREZ (2005), quien indica colocar bajo media sombra (malla serán 50 %) luego de terminar el injerto. En consecuencia, el desarrollo y buen crecimiento longitudinal del brote mayor por injerto de “bolaina blanca” habría sido favorecido por una luminosidad intermedia, que a su vez, habría permitido controlar las altas temperaturas de un ambiente descubierto.

Además, se observó que el grupo de tratamientos conformados por el T_4 (empalme + bolsa plástica) con 46.7 cm, T_2 (púa central + parafilm) con 46.0 cm, seguido de T_5 (empalme + parafilm) con 42.6 cm y finalmente T_1 (púa central + bolsa plástica) con 42.0 cm, presentaron diferencias significativas ($\alpha = 0.05$) en la longitud promedio del brote mayor por injerto de “bolaina blanca”, frente al grupo de los tratamientos que no tuvieron protección (T_3 y T_6), los

cuales no mostraron ningún brote. Todos los tratamientos que tuvieron protección mostraron un mayor crecimiento longitudinal del brote mayor y no existieron diferencias estadísticas significativas, entre sí. Por lo que sí deseamos favorecer el desarrollo longitudinal del brote mayor del injerto de “bolaina blanca” se podrían usar cualquiera de éstas dos técnicas de injertación (púa central y empalme) en combinación con cualquiera de los sistemas con protección (bolsa plástica y parafilm). Por ejemplo, se recomienda usar el tipo de injerto púa central (por su rapidez de ejecución y requerimiento mínimo de mano de obra) y protección con bolsa plástica (considerando el beneficio económico) (ESTEVEZ, (2004). Similares criterios son aplicables al injertamiento de “bolaina blanca”, por lo que sería conveniente usar la técnica púa central junto a la protección con bolsa plástica, como una combinación rentable y eficiente para el desarrollo longitudinal del brote mayor de “bolaina blanca”.

Cuadro 19. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$), para el efecto de los tratamientos y bloques, en la longitud promedio de brote mayor por injerto (cm) de “bolaina blanca” (*G. crinita*), a los 100 días de injertación.

Bloques (Sombreamiento)	Longitud promedio del brote mayor						Promedio
	Técnicas injertación (A) + Sistemas protección (B)						
	T ₁ (a ₁ b ₁)	T ₂ (a ₁ b ₂)	T ₃ (a ₁ b ₃)	T ₄ (a ₂ b ₁)	T ₅ (a ₂ b ₂)	T ₆ (a ₂ b ₃)	
I (1 malla: 60%)	58.44	63.67	0.00	74.11	57.00	0.00	42.20 (a)
II (2 mallas: 80%)	59.89	53.22	0.00	46.11	52.78	0.00	35.33 (a)
III (3 mallas: 95%)	7.78	21.11	0.00	19.89	18.00	0.00	11.13 (b)
Promedio	42.04(a)	46.00 (a)	0.00 (b)	46.70 (a)	42.59 (a)	0.00 (b)	

(a), (b) Letras diferentes muestran diferencias significativas ($\alpha=0.05$)

En la Figura 16, se confirma la existencia de diferencias significativas ($\alpha= 0.05$) en la longitud promedio del brote mayor por injerto de “bolaina blanca” entre grupos de tratamientos, luego de 100 días de evaluación, es decir, el primer grupo de tratamientos (T_4 , T_2 , T_5 y T_1 alcanzaron 46.7, 46.0, 42.6 y 42.0 cm de longitud de brote mayor), seguido finalmente del segundo grupo (T_3 y T_6 con ninguna presencia de brotes). Las condiciones en las que fueron producidos los injertos y portainjertos, es un factor que habría determinado el desarrollo favorable en la longitud del brote mayor de los injertos. Esto fue confirmado por GRANDEZ 2005, quien afirma que el desarrollo longitudinal del brote no se manifiesta por el tipo de injerto, sino por las hormonas reguladoras de crecimiento. Por lo tanto, en la injertación se debe contar con portainjertos y varetas muy selectas, producidas bajo estándares de manejo adecuado.

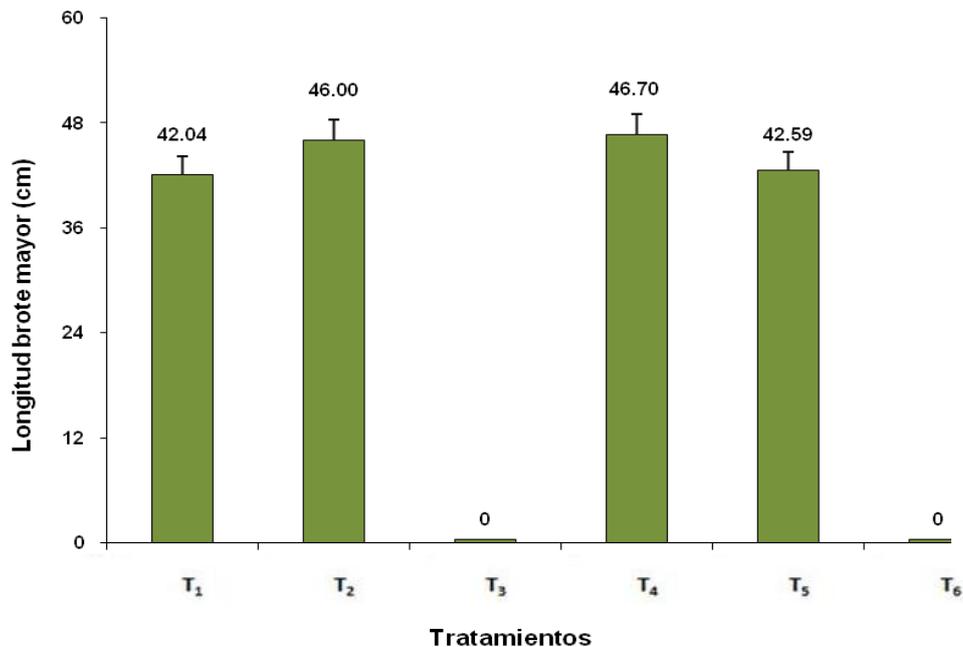


Figura 16. Longitud promedio de brote mayor por injerto (cm), en injertos de “bolaina blanca” (*G. crinita*), a los 100 días de injertación.

En el Cuadro 20 y Figura 17, se observa la variación de la longitud de brote mayor por injerto según el período de evaluación realizada, debido al tratamiento (técnicas de injertación y sistemas de protección) y el número de mallas utilizadas por bloque. Existe relación positiva entre el incremento de la longitud de brote mayor por injerto y el tiempo de evaluación, la cual muestra por cada evaluación una tasa promedio ascendente en el crecimiento longitudinal del brote mayor de 9.93 cm para empalme y 9.76 cm para púa central; específicamente, para empalme y púa central se obtuvo 2.6 y 3.4 cm de longitud de brote mayor a 15 días; con 10.5 y 13 cm a 30 días; y 29.8 y 29.3 cm de longitud de brote mayor a los 100 días, respectivamente (Figura 17 a).

Al comparar el comportamiento, por sistema de protección, fueron los injertos con protección quienes mostraron un incremento sostenido de la longitud de brote mayor por injerto a lo largo de las cuatro evaluaciones realizadas, respecto de los injertos sin protección que no mostraron brote alguno; con bolsa plástica y parafilm se tuvieron 2.2 y 6.7 cm, a los 15 días; 13.1 y 22.1 cm a los 30 días; y 44.4 y 44.3 cm a los 100 días, respectivamente (Figura 17b); respecto a la tasa promedio de crecimiento en longitud del brote mayor, en cada evaluación, fue siempre la misma (14.8 cm), tanto con bolsa plástica, como con parafilm.

Cuadro 20. Evolución de la longitud promedio del brote mayor por injerto (cm), según el período de evaluación (día).

Factores	Niveles	Longitud de brote mayor (cm)			
		Período de evaluación (días)			
		7	15	30	100
Técnicas de injertación (A)	Empalme	0.0	2.6	10.5	29.8
	Púa central	0.0	3.4	13.0	29.3
Sistemas de protección (B)	Bolsa plástica	0.0	2.2	13.1	44.4
	Parafilm	0.0	6.7	22.1	44.3
	Sin protección	0.0	0.0	0.0	0.0
Bloques (Sombreamiento)	1 malla : 60%	0.0	3.5	13.3	42.2
	2 mallas : 80%	0.0	3.1	10.9	35.3
	3 mallas : 95%	0.0	2.3	11.0	11.1

Las variaciones en la longitud promedio de brote mayor por injerto, según sombreamiento, muestra una tendencia al incremento, siendo que con 60, 80 y 95% de sombra el día 15 se obtiene 3.5, 3.1 y 2.3 cm, seguido de 30 días con 13.3, 10.9 y 11.0 cm y finalmente a los 100 días se tuvo 42.2, 35.3 y 11.1 cm de longitud promedio de brote mayor, respectivamente. Se evidencia que a los 100 días, con 60 y 80% de sombra, la longitud promedio de brote mayor sigue en crecimiento ascendente, debido a la particular importancia de la intensidad lumínica en su crecimiento (Figura 17c), con tasas promedio ascendente de 14.0 cm (60% de sombra), 11.8 (80% de sombra) y 3.7 cm (95% de sombra); el valor obtenido con 3 mallas, se debe a que la influencia del exceso de sombra sobre los injertos genera un menor ingreso de luminosidad y se expresa por un crecimiento mínimo en la longitud de brote mayor.

Así mismo, PIO *et al.* (2008) evaluaron la longitud del brote mayor de *Chaenomeles sinensis* a los 60, 90, 120 y 150 días y encontraron brotes de

11.3, 31.7, 43.1 y 45.7 cm, respectivamente, con una tasa longitudinal promedio por evaluación de 11.4 cm. Por lo tanto, destacamos la relación positiva entre el desarrollo de la longitud de brote mayor y el período de evaluación; no obstante, se advierte la fluencia negativa de ausencia de protección (Figura 17b) y el sombreamiento excesivo de 95% (figura 17c) que afecta el incremento en longitud de brote mayor desde el día 30 en adelante.

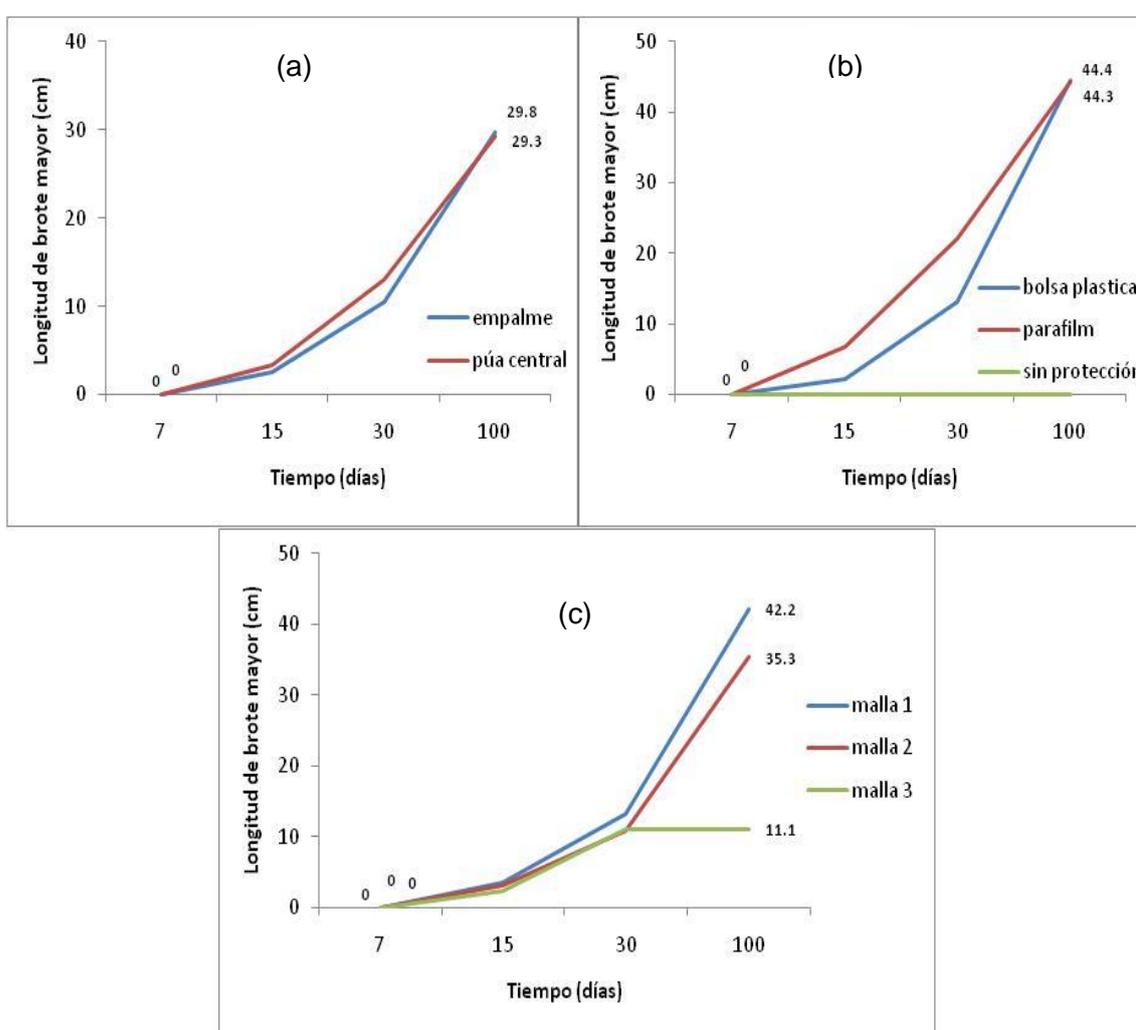


Figura 17. Variación de la longitud promedio del brote mayor por injerto (cm) de “bolaina blanca” (*G. crinita*), por tiempo de evaluación según a) Técnicas de injertación, b) Sistema de protección y c) Niveles de sombreamiento.

4.5. Diámetro promedio del brote mayor por injerto (mm)

En el Cuadro 21, se observa que el análisis de varianza del diámetro promedio del brote mayor por injerto de “bolaina blanca” presenta diferencias estadísticamente significativas ($\alpha= 0.05$), respecto a los bloques (gradientes de sombra) y sistemas de protección (B), es decir, que los niveles de sombreado y los sistemas de protección colocados a los injertos, influyeron en el desarrollo del diámetro promedio del brote mayor por injerto de esta especie.

Cuadro 21. Análisis de varianza del diámetro promedio de brote mayor por injerto (mm) de “bolaina blanca” (*G. crinita*), a 100 días de injertación.

F.V.	GI	CM	Significación
Bloque	2	9.16	S
Tratamientos	5	10.22	AS
A (técnicas de injertación)	1	0.01	NS
B (sistemas de protección)	2	25.50	AS
A x B (técnicas x sistemas)	2	0.04	NS
Error experimental	10	1.28	
Total	17		

CV= 74.58% / NS= No significativo; S= Significativo al 5% de probabilidad

En el Cuadro 22, la prueba de comparación de Duncan confirma la existencia de diferencias estadísticas significativas ($\alpha= 0.05$) en los sistemas de protección (B). Los injertos que tuvieron protección (bolsa plástica y parafilm) mostraron los mayores diámetros de brote por injerto, mientras que los injertos sin protección finalmente no mostraron diámetro del brote mayor por injerto, debido a que sufrieron deshidratación de las varas yemeras y mayor exposición

a los factores bioclimáticos (radiación, temperatura, humedad relativa y complejo hongo *Damping off*), que impiden la generación de brotes. Ambos sistemas de protección se caracterizan, por la impermeabilización completa, tanto del corte por injerto, como de la mayor proporción de vara yemera y de la parte superior del patrón. Por lo tanto cualquiera de estos dos sistemas puede ser usado como protección para fomentar el crecimiento en diámetro de brote mayor en los injertos de “bolaina blanca”.

Cuadro 22. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$), para el efecto principal de técnicas de injertación (A) y sistemas de protección (B) del diámetro promedio de brote mayor por injerto (mm) de “bolaina blanca” (*G. crinita*), a los 100 días de injertación.

Diámetro brote > en técnicas de injertación (A)	Diámetro promedio del brote mayor en los sistemas de protección (B)			Promedio
	Bolsa plástica (b ₁)	Parafilm (b ₂)	Sin Protección (b ₃)	
Púa central (a ₁)	3.27	3.78	0.00	2.35 (a)
Empalme (a ₂)	3.50	3.69	0.00	2.40 (a)
Promedio	3.40 (a)	3.70 (a)	0.00 (b)	

(a), (b) Letras diferentes muestran diferencias significativas ($\alpha=0.05$)

En la Figura 18, se confirma que no existen diferencias significativas ($\alpha= 0.05$) en el diámetro promedio de brote mayor por injerto de “bolaina blanca”, entre técnicas de injertación; ambas técnicas se caracterizan por ofrecer las mejores condiciones de facilidad de corte, manipulabilidad y tiempos cortos requeridos para el proceso de injertación. VERA y LOPEZ (2007), determinaron que la injertación con púa central son los más empleados para la

injertación de especies forestales; pero cuando la brotación fue incipiente, se observó que el área de contacto vivo a nivel de cambium fue insuficiente, ésta falta de unión limitó el crecimiento posterior de los leños y zonas cambiales. Por lo tanto, para un desarrollo adecuado del diámetro del brote mayor podría usarse tanto púa central o empalme, siempre que el área de contacto vivo sea el suficiente entre la vara injertera y el portainjerto.

Se confirma la existencia de diferencias significativas ($\alpha= 0.05$) en el diámetro promedio del brote mayor entre los sistemas con y sin protección. Los buenos resultados de protección con bolsa plástica (3.4 mm) y parafilm (3.7 mm) se deben probablemente al buen comportamiento frente a las condiciones ambientales, que permite el paso de los gases (oxígeno y dióxido de carbono) y por mantener la humedad en el tiempo que estimulan las células el crecimiento diametral de los brotes. Los resultados obtenidos en este ensayo con sistemas de protección parafilm son similares a los resultados obtenidos por UBIRAJARA *et al.* (2004), quien trabajó con aguacate y obtuvo mejores resultados con parafilm para la protección de injertos en comparación con bolsa de polietileno; es decir, con parafilm encontró mayor diámetro promedio de brotes (4.60 mm) y el menor diámetro de brotes lo obtuvo con bolsa de polietileno (3.31 mm). Así mismo, los resultados obtenidos en este ensayo concuerdan con los obtenidos por JACOMINO *et al.* (2000), quien realizó un trabajo con mango, aguacate y macadamia, y observó que el mayor diámetro promedio de brotes, lo obtuvo con parafilm en comparación con bolsa de polietileno. Esto se constata con el hecho de que KISHINO *et al.* (2000), en el injertamiento de macadamia (*Macadamia integrifolia*), obtuvieron mejor

diámetro promedio de brote mayor, utilizando el sistema de protección de parafilm con respecto a bolsa plástica. Por lo tanto, es importante usar el sistema de protección más adecuado para cada especie, permitiendo un desarrollo apropiado del diámetro de brote.

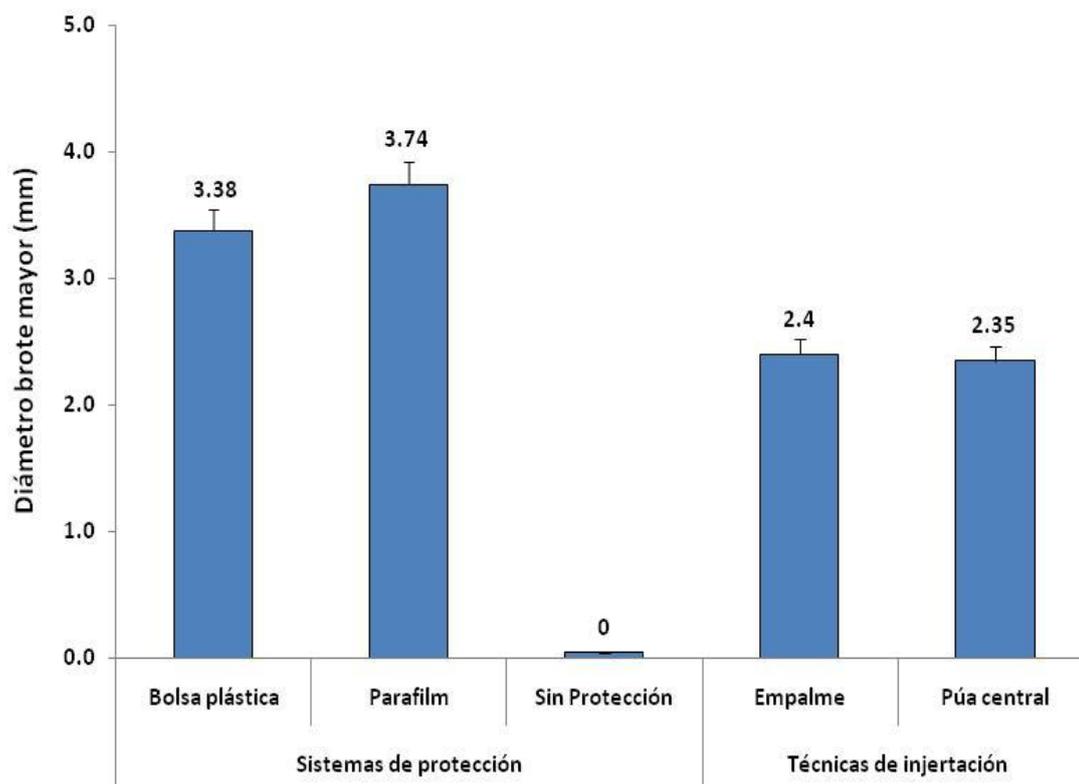


Figura 18. Efecto principal del diámetro promedio de brote mayor por injerto, entre las técnicas de injertación y los sistemas de protección en injertos de “bolaina blanca” (*G. crinita*), a 100 días de injertación.

En el Cuadro 23, se observa la existencia de diferencias significativas del diámetro promedio de brote mayor por injerto de “bolaina blanca” tanto entre tratamientos, como entre bloques, según prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$). La diferencia significativa del diámetro promedio de brote mayor en la injertación de “bolaina blanca”, se debe a la gradiente de sombreamiento, es decir, la sombra empleada en cada bloque generó a una respuesta particular en el

desarrollo del diámetro de brote mayor por injerto, con 60% sombra (5451 lux promedio) permitió 3.25 mm y con 80% (1887 lux promedio) se obtuvo 2.91 mm, frente a solo 0.96 mm de diámetro de brote que fue obtenido con 95% sombra. RAMIREZ (2005), indica que una vez culminado el proceso de injertación, los injertos deben colocarse bajo media sombra (malla sarán 50%) para darles el cuidado necesario. Por lo tanto, el desarrollo del diámetro de brote mayor de “bolaina blanca”, estaría relacionado directamente al uso de sombreamiento cercano a 60%, necesarios para disminuir las altas temperaturas y el ingreso de luz controlada. PALOMINO y BARRA (2003), menciona que “bolaina blanca” es una heliófita efímera y crece en lugares donde existe abundante luz, tolerando en su estadio inicial una sombra parcial.

También se confirma la existencia de diferencias significativas en el diámetro promedio de brote mayor por injerto entre los tratamientos conformados por técnicas con y sin protección ($\alpha= 0.05$). Los mejores tratamientos los conforman el T₂ (púa central + parafilm) con 3.78 mm, T₅ (empalme + parafilm) con 3.69 mm, seguido de T₄ (empalme + bolsa plástica) con 3.50 mm y finalmente T₁ (púa central + bolsa plástica) con 3.27 mm, frente a los que no tuvieron protección T₃ (0) y T₆ (0) y la mayor parte murieron.

De acuerdo a éstos resultados se podrían usar cualquiera de éstas dos técnicas de injertación (púa central y empalme) en combinación con los sistemas con protección (bolsa plástica y parafilm) y de acuerdo a la conveniencia del usuario para favorecer el desarrollo del diámetro promedio de brote mayor en injertos de “bolaina blanca”. ESTEVEZ (2004), recomienda usar la técnica de púa central y la protección con bolsa plástica por que se ahorra en

mano de obra y tiempo, además por ser un material barato que se encuentra en el mercado local. Por lo tanto, la técnica de púa central y protección con bolsa plástica sería lo adecuado para favorecer el diámetro del brote.

Cuadro 23. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$), para el efecto de los tratamientos y bloques, en el diámetro promedio de brote mayor por injerto (mm) de “bolaina blanca” (*G. crinita*), a los 100 días de injertación.

Bloques (Sombreamiento)	Tratamientos						Promedio
	Técnicas injertación (A) + Sistemas protección (B)						
	T ₁ (a ₁ b ₁)	T ₂ (a ₁ b ₂)	T ₃ (a ₁ b ₃)	T ₄ (a ₂ b ₁)	T ₅ (a ₂ b ₂)	T ₆ (a ₂ b ₃)	
I (1 malla : 60%)	4.27	4.29	0.00	5.50	5.42	0.00	3.25 (a)
II (2 mallas : 80%)	4.89	4.83	0.00	3.41	4.33	0.00	2.91 (a)
III (3 mallas : 95%)	0.64	2.21	0.00	1.58	1.32	0.00	0.96 (b)
Promedio	3.27 (a)	3.78 (a)	0.00 (b)	3.50 (a)	3.69 (a)	0.00 (b)	

(a), (b) Letras diferentes muestran diferencias significativas ($\alpha=0.05$)

La Figura 19 es confirmativa para la existencia de diferencias significativas ($\alpha= 0.05$) para el diámetro promedio de brote mayor por injerto de “bolaina blanca” entre dos grupos de tratamientos, luego de 100 días de evaluación, es decir, el primer grupo los tratamientos conformado por T₂ (3.78 mm), T₅ (3.69 mm), T₄ (3.50 mm) y T₁ (3.27 mm); son los que más diámetro de brote mayor mostraron finalmente, frente a los tratamientos T₃ y T₆ que no presentaron respuesta alguna. Por lo tanto, el parafilm y la bolsa plástica proporcionan las mejores condiciones ambientales para el desarrollo del diámetro promedio de brote mayor por injerto, y generan adecuadas

condiciones de luminosidad al brote, sumado a las buenas condiciones generadas por el nivel de sombreamiento. Efron (2000), citado por MORE (2002), afirma que el crecimiento del injerto en longitud y diámetro depende de su constitución genética y del ambiente en que se desarrollan. En consecuencia, se requiere los cuidados adecuados en el proceso de injertación y de protección efectiva durante el período de prendimiento.

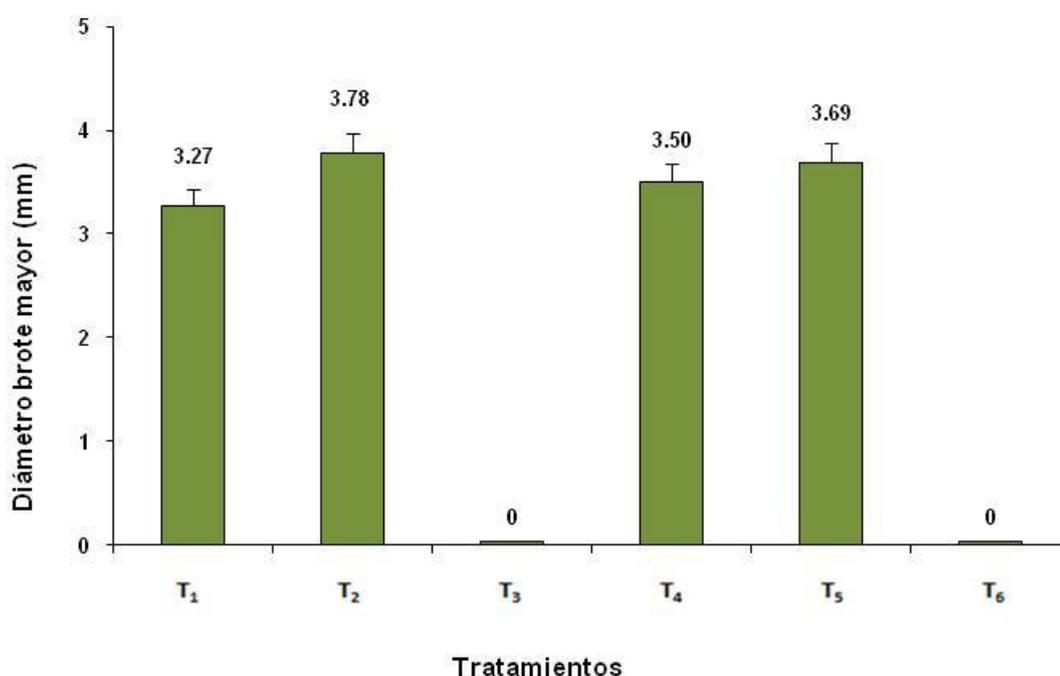


Figura 19. Diámetro promedio de brote mayor por injerto (mm) de “bolaina blanca” (*G. crinita*), a los 100 días de injertación.

En el Cuadro 24 y Figura 20, se observa la relación positiva entre el diámetro promedio de brote mayor por injerto y el período de evaluación, debido al tratamiento (técnicas de injertación y sistemas de protección) y el nivel de sombreamiento. Se confirma la relación positiva entre el incremento del diámetro promedio del brote mayor por injerto y el tiempo de evaluación, la

cual muestra una tasa promedio de incremento diamétrico de 0.8 mm para empalme y 0.76 mm para púa central, por cada evaluación; por otro lado, a los 15 días la tasa de incremento diametral fue la misma para empalme (1.4 mm) y púa central (1.4 mm); seguido por 1.4 y 1.6 mm a los 30 días; y finalmente la mayor tasa de incremento diametral se presentó a los 100 días con 2.4 mm para empalme y 2.3 mm para púa central, respectivamente (Figura 20a).

Los injertos con protección mostraron un incremento sostenido en el diámetro promedio del brote mayor por injerto a lo largo de los 100 días, frente al diámetro promedio de brote mayor de injertos sin protección que no mostró valor alguno por la muerte de todos los injertos. Con bolsa plástica y parafilm obtuvo 2.1 y 2.2 mm, a los 15 días; 1.9 y 2.6 mm, a los 30 días; y finalmente, 3.4 y 3.7 mm de diámetro promedio de brote mayor, a los 100 días, respectivamente (Figura 20b); la tasa promedio de crecimiento diametral del brote, por evaluación, fue 1.26 mm con bolsa plástica y 1.23 mm con parafilm.

Cuadro 24. Evolución del diámetro promedio brote mayor por injerto (mm), según el período de evaluación (días).

Factores	Niveles	Diámetro de brote mayor (mm)			
		Período de evaluación (días)			
		7	15	30	100
Técnicas de injertación (A)	Empalme	0.0	1.4	1.4	2.4
	Púa central	0.0	1.4	1.6	2.3
Sistemas de protección (B)	Bolsa plástica	0.0	2.1	1.9	3.4
	Parafilm	0.0	2.2	2.6	3.7
	Sin protección	0.0	0.0	0.0	0.0
Bloques (Sombreamiento)	1 malla : 60%	0.0	1.6	1.8	3.2
	2 mallas : 80%	0.0	1.4	1.5	2.9
	3 mallas : 95%	0.0	1.3	1.3	1.0

Las variaciones del diámetro promedio del brote mayor por injerto, según el sombreado, muestra una tendencia al incremento, siendo que con 60, 80 y 95% de sombra se obtuvo 1.6, 1.4 y 1.3 mm, a los 15 días; seguido de 1.8, 1.5 y 1.3 mm, a los 30 días; y finalmente se obtuvo 3.2, 2.9 y 1.0 mm en el diámetro promedio del brote, a los 100 días, respectivamente. Destacamos que con 60 y 80% de sombra el diámetro del brote mayor no incremento a los 100 días (Figura 20c). La tendencia es positiva entre el diámetro de brote mayor y el período de evaluación; no obstante, existe influencia negativa por el sistema sin protección (Figura 20b) y por el sombreado de 95% (figura 20c). Similar tendencia fue encontrada luego de 60, 90, 120 y 150 días de injertar a *Ch. sinensis* determinando 1.82, 3.42, 4.46 y 4.97 mm en el diámetro del brote mayor y una tasa diametral de 1.24 mm por evaluación (PIO *et al.* 2008).

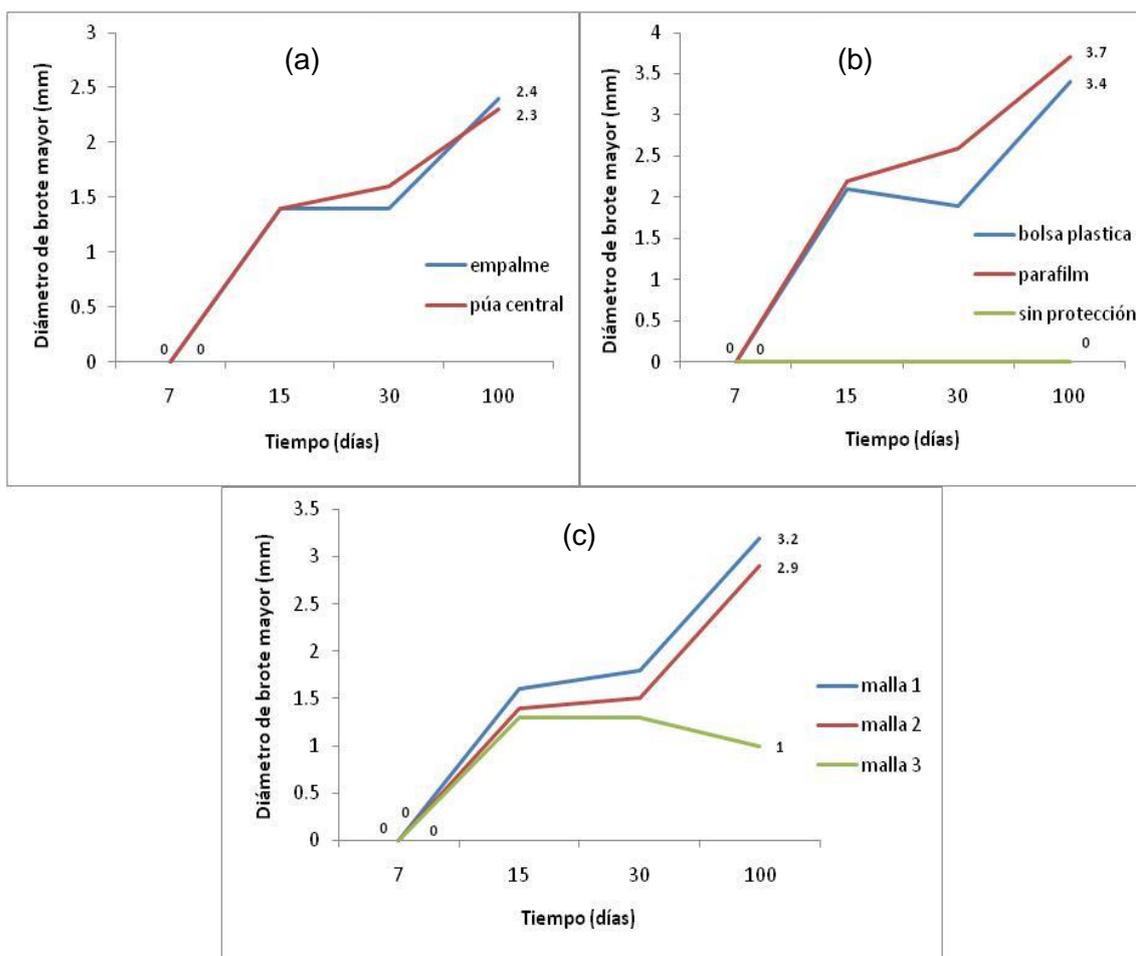


Figura 20. Variación del diámetro promedio del brote mayor por injerto (mm) de “bolaina blanca” (*G. crinita*), por tiempo de evaluación según a) Técnicas de injertación, b) Sistemas de protección y c) Niveles de sombreamiento.

4.6. Número promedio de hojas del brote mayor por injerto

El análisis de varianza del número promedio de hojas del brote mayor por injerto de “bolaina blanca” muestra diferencias significativas ($\alpha = 0.05$), respecto a los bloques (gradientes de sombra) y sistemas de protección (B) (Cuadro 25). Por lo tanto, la sombra y la protección instalada a los injertos, influyeron en la producción del número de hojas del brote mayor por injerto de esta especie.

Cuadro 25. Análisis de varianza del número promedio de hojas de brote mayor por injerto de “bolaina blanca” (*G. crinita*), a 100 días de injertación.

F.V.	GI	CM	Significación
Bloque	2	105.21	S
Tratamientos	5	143.15	AS
A (técnicas de injertación)	1	7.87	NS
B (sistemas de protección)	2	351.11	AS
A x B (técnicas x sistemas)	2	2.83	NS
Error experimental	10	18.94	
Total	17		

C.V. = 91.31% / NS= No significativo; S= Significativo al 5% de probabilidad

En el Cuadro 26, se aprecia que ambas técnicas de injertación ofrecen, por igual, la posibilidad de producir el mayor número de hojas de brote mayor.

La prueba de comparación de Duncan confirma la existencia de diferencias significativas ($\alpha= 0.05$) en los sistemas de protección (B), donde los injertos que tuvieron protección (bolsa plástica y parafilm) son los que mayor número de hojas de brote mayor tuvieron, en cambio, el sistema sin protección no mostró valor alguno en el número promedio de hojas de brote mayor por injerto, debido a la deshidratación de varas yemeras y una mayor exposición a los factores bioclimáticos (radiación, temperatura, humedad relativa y complejo hongo *Damping off*), que afectan su sobrevivencia. Por lo tanto, para obtener un mayor número de hojas del brote mayor en la injertación de “bolaina blanca”, es posible usar parafilm ó bolsa plástica, a fin de asegurar primero la aparición de los brotes y su desarrollo, para luego obtener el número de hojas del brote mayor.

Cuadro 26. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$), para el efecto principal de técnicas de injertación (A) y sistemas de protección (B) del número hojas de brote mayor por injerto de “bolaina blanca” (*G. crinita*), a los 100 días de injertación.

Nº hojas brote > en técnicas de injertación (A)	Número de hojas de brote mayor en los sistemas de protección (B)			
	Bolsa plástica (b ₁)	Parafilm (b ₂)	Sin Protección (b ₃)	Promedio
Púa central (a ₁)	10.89	13.44	0.00	8.11 (a)
Empalme (a ₂)	13.63	14.67	0.00	9.43 (a)
Promedio	12.26 (a)	14.06 (a)	0.00 (b)	

(a), (b) Letras diferentes muestran diferencias significativas ($\alpha=0.05$)

En la Figura 21, se confirma que no existen diferencias significativas ($\alpha= 0.05$) en el número de hojas de brote mayor por injerto, entre técnicas de injertación, ambas se caracterizan por facilitar el corte, la manipulabilidad, y el tiempo requerido para el proceso de injertación. VERA y LOPEZ (2007), determinaron que la técnica de púa central son los más empleados para la injertación de especies forestales. Por lo tanto, se comprobó que ambas técnicas de injertación favorecen el mayor número de hojas del brote mayor, además del ahorro por tiempo de ejecución del injerto y economía.

El número promedio de hojas del brote por injerto obtenido con parafilm (14.06 hojas), fue similar ($\alpha= 0.05$) al obtenido con bolsa plástica (12.26 hojas); pero ambas fueron diferentes ($\alpha= 0.05$) al número de hojas obtenidas cuando los injertos no fueron protegidos (0 hojas). QUIROS (2005), enfatiza que el desarrollo de los brotes podría deberse a otros factores como las hormonas reguladoras de crecimiento que tienen la capacidad de inducir el alargamiento

de las células del brote. VERA y LOPEZ (2007) observaron, que la protección con bolsa plástica requieren un mayor manejo y cuidado (a pesar de obtener los mejores resultados con este material), porque presenta pudrición fúngica, un ennegrecimiento progresivo de los plántones injertados a partir de la zona de la unión. Por lo tanto, con un adecuado manejo y cuidado de los injertos en la fase de prendimiento se podría obtener mayor número de hojas en el brote mayor usando bolsa plástica o parafilm, en combinación con la técnica de púa central que no requiere de personal especializado. Es importante el uso de sombreado durante el tiempo que dure cicatrización de los cortes (prendimiento), luego de ese período “bolaina blanca” requiere de luz total.

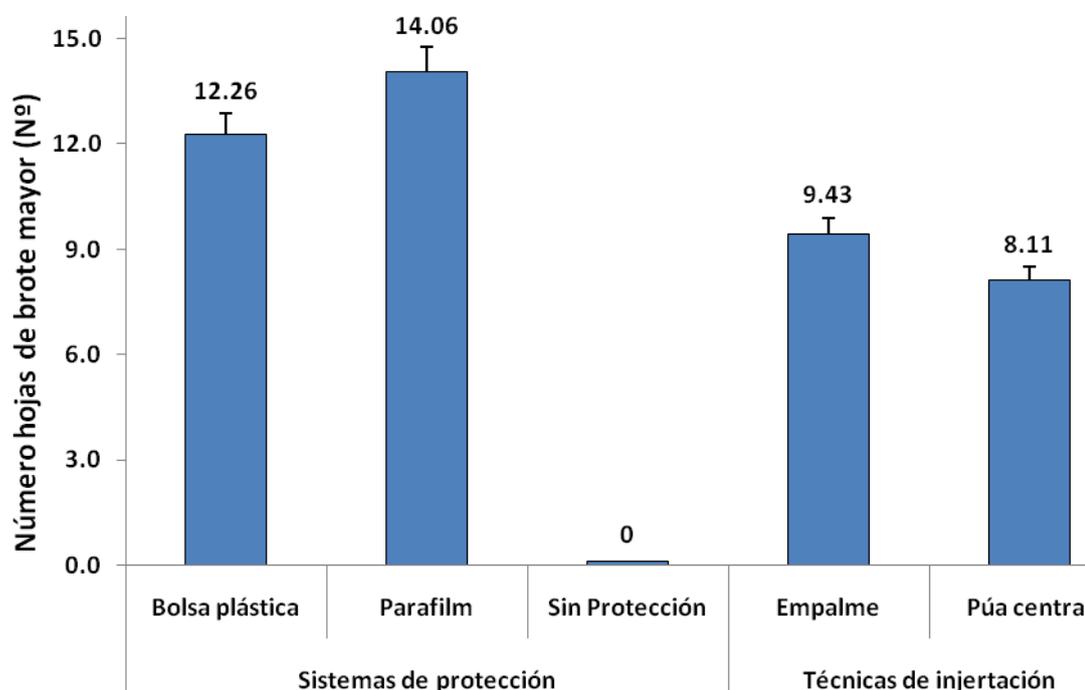


Figura 21. Efecto principal del número de hojas de brote mayor por injerto, entre las técnicas de injertación y sistemas de protección en injertos de “bolaina blanca” (*G. crinita*), a los 100 días de injertación.

El Cuadro 27, muestra que la diferencia significativa en el número promedio de hojas de brote mayor por injerto de “bolaina blanca”, se debe a la gradiente de sombreamiento, donde con 60% de sombra se logró 10.90 hojas, similar ($\alpha= 0.05$) a lo obtenido con 80% de sombra con 11.40 hojas; pero ambas fueron diferentes ($\alpha= 0.05$) a lo obtenido con 95% de sombra con 3.94 hojas. RAMIREZ (2005), indica que una vez culminado el proceso de injertación, los injertos deben colocarse bajo media sombra (malla sarán de 50%) para darles el cuidado necesario. Por lo tanto, la cantidad del número de hojas del brote mayor de bolaina blanca estaría relacionado al uso de sombreamiento hasta de 80%, condición que se ajusta al requerimiento de esta especie que es una heliófita efímera, pero puede tolerar sombra parcial en fase de vivero (PALOMINO y BARRA, 2003).

En el mismo cuadro 27, se observa que dos grupos de tratamiento presentaron diferencias significativas ($\alpha= 0.05$), entre sí; el primero está conformado por los tratamientos con los más altos números promedio de hojas del brote mayor por injerto son: T₅ (Empalme + Parafilm) con 14.67 hojas, T₄ (Empalme + Bolsa plástica) con 13.63 hojas, seguido de T₂ (Púa central + Parafilm) con 13.44 hojas y finalmente T₁ (Púa central + bolsa plástica), con 10.89 hojas de brote mayor por injerto; frente al segundo grupo de tratamientos conformados por los que no mostraron ningún valor de número de hojas de brote mayor por injerto, como el T₃ (Púa central + Sin protección) y T₆ (Empalme + Sin protección). Fue este primer grupo de tratamientos, conformados por injerto tipo Púa central o Empalme, en combinación con Bolsa plástica ó Parafilm, que afectados por sombreamiento de entre 60 ó 80%, los

que más influyeron en el desarrollo del máximo número promedio de hojas del brote mayor del injerto de “bolaina blanca”. De forma similar, ESTEVEZ (2004) recomienda usar el tipo de injerto púa central y protección con bolsa plástica, considerando el aporte económico y social que ésta combinación puede ofrecer. Por lo tanto, la técnica de injertación de púa central, con protección de bolsa plástica y sombreado hasta de 80%, sería la opción más promisoría para obtener el máximo número de hojas promedio del brote mayor, luego del injerto de “bolaina blanca”.

Cuadro 27. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$), para el efecto de los tratamientos y bloques, en el número promedio de hojas de brote mayor por injerto de “bolaina blanca” (*G. crinita*), a los 100 días de injertación.

Bloques (Sombreamiento)	Tratamientos						Promedio
	Técnicas injertación (A) + Sistemas protección (B)						
	T ₁ (a ₁ b ₁)	T ₂ (a ₁ b ₂)	T ₃ (a ₁ b ₃)	T ₄ (a ₂ b ₁)	T ₅ (a ₂ b ₂)	T ₆ (a ₂ b ₃)	
I (1 malla: 60%)	10.89	14.11	0.00	20.56	20.11	0.00	10.94(a)
II (2mallas: 80%)	19.67	18.22	0.00	13.56	17.11	0.00	11.43(a)
III (3mallas: 95%)	2.11	8.00	0.00	6.78	6.78	0.00	3.94 (b)
Promedio	10.89 (a)	13.44 (a)	0.00 (b)	13.63 (a)	14.67 (a)	0.00 (b)	

(a), (b) Letras diferentes muestran diferencias significativas ($\alpha=0.05$)

La Figura 22 confirma la existencia de diferencias significativas ($\alpha= 0.05$) en el número promedio de hojas de brote mayor por injerto de “bolaina blanca” entre los dos grupos de tratamientos, luego de 100 días de evaluación, es decir, el primer grupo de tratamientos (T₅, T₄, T₂ y T₁ presentaron 14.67, 13.63,

13.44 y 10.89 hojas de brote mayor, respectivamente), seguido del segundo grupo (T_3 y T_6 con presencia nula de hojas de brote mayor). GRANDEZ (2005), menciona que el desarrollo de los brotes y sus hojas no se manifiesta por el tipo de injerto o tercio de la vara yemera; sino a otros factores como hormonas reguladoras de crecimiento que inducen el alargamiento de las células del brote y también provocar letargo. ROJAS (1994), indica que el número de hojas por brote mayor, muestra el mismo patrón de la altura y diámetro de brote, donde a mayores concentraciones de hormonas auxínicas, tienen como resultado mayores números de hojas de brote mayor. Por lo tanto, es indispensable generar adecuadas condiciones de nutrición en los portainjertos y varas yemeras, antes del injertamiento, asegurando un buen desarrollo de los brotes en longitud, diámetro y número de hojas, luego del prendimiento.

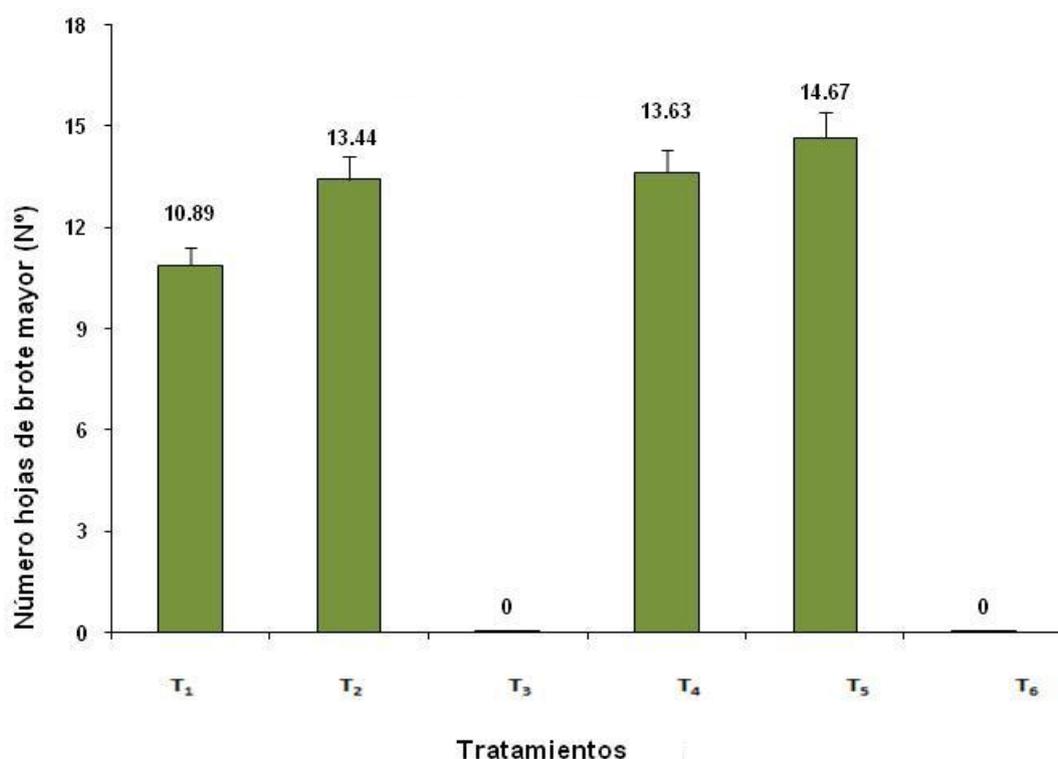


Figura 22. Número promedio de hojas de brote mayor por injerto de “bolaina blanca” (*G. crinita*), a los 100 días de injertación.

En el Cuadro 28 y Figura 23, se observa la variación en el número promedio de hojas del brote mayor por injerto, según evaluaciones realizadas, en la injertación (técnicas de injertación y sistemas de protección) y intensidad de sombra. En términos generales, existe una relación positiva entre el número promedio de hojas de brote mayor y el tiempo de evaluación, generando para empalme (1.8 hojas del brote mayor) y púa central (2.1), a los 15 días, respectivamente; seguido de 3.9 y 4.1 hojas, a los 30 días; y finalmente, con 9.4 y 8.1 hojas, a los 100 días, respectivamente; asimismo, se determinó una tasa promedio general ascendente en el número de hojas del brote mayor por injerto de 3.13 para empalme y 2.70 para púa centra, en cada evaluación (Figura 23a).

Los injertos con protección muestran un incremento sostenido en el número promedio de hojas de brote mayor por injerto a lo largo de las cuatro evaluaciones realizadas, frente a ninguna cantidad de hojas obtenidas en los injertos sin protección. Con bolsa plástica y parafilm se obtuvieron 2.6 y 3.3 hojas del brote mayor, a los 15 días; seguido con 5.3 y 6.7 hojas, a los 30 días; y finalmente, con 12.3 y 14.1 hojas de brote mayor, a los 100 días, respectivamente (Figura 23b); la tasa promedio de incremento en el número de hojas del brote mayor por injerto, por evaluación, fue 4.1 con bolsa plástica y 4.7 hojas con parafilm.

Cuadro 28. Evolución del número de hojas promedio del brote mayor por injerto (N^o), según el período de evaluación (día).

Factores	Niveles	Número de hojas del brote mayor			
		Período de evaluación (días)			
		7	15	30	100
Técnicas de injertación (A)	Empalme	0.0	1.8	3.9	9.4
	Púa central	0.0	2.1	4.1	8.1
Sistemas de protección (B)	Bolsa plástica	0.0	2.6	5.3	12.3
	Parafilm	0.0	3.3	6.7	14.1
	Sin protección	0.0	0.0	0.0	0.0
Bloques (Sombreamiento)	1 malla : 60%	0.0	2.0	4.5	10.9
	2 mallas : 80%	0.0	2.3	4.1	11.4
	3 mallas : 95%	0.0	1.6	3.4	3.9

Las variaciones en el número de hojas del brote mayor por injerto según el nivel de sombreado muestran tendencia al incremento, siendo que con 60, 80 y 95%, se obtuvo 2.0, 2.3 y 1.6 hojas del brote mayor, al día 15; luego 4.5, 4.1 y 3.4 hojas, a los 30 días; y finalmente, se obtuvo 10.9, 11.4 y 3.9

hojas, a los 100 días, respectivamente. Además, a los 100 días, el número de hojas del brote fue máximo cuando los injertos fueron cubiertos con 60 y 80% de sombra, debido a la importancia de la intensidad lumínica en el desarrollo del número de hojas (Figura 23c). Las menores tasas promedio de incremento en el número de hojas producidas del brote mayor por injerto fue obtenido con sombra de 95%, con 3.63, 3.80 y 1.30 hojas, en cada evaluación, posiblemente debido a la relación entre la menor tasa fotosintética y la menor incidencia lumínica. En términos generales, podemos destacar la relación positiva entre el número de brotes por injerto y el período de evaluación, salvo la incidencia negativa sin la protección del injerto (Figura 23b) y el nivel excesivo de sombra, luego del día 30 (Figura 23c). KISHINO *et al.* (2000) observaron que la brotación después de 75 días de injertar *Manguifera indica*, *Persea americana* y *Macadamia integrifolia* disminuyó progresivamente, pero se mantuvo constante entre los 135 hasta los 180 días (último día de evaluación).

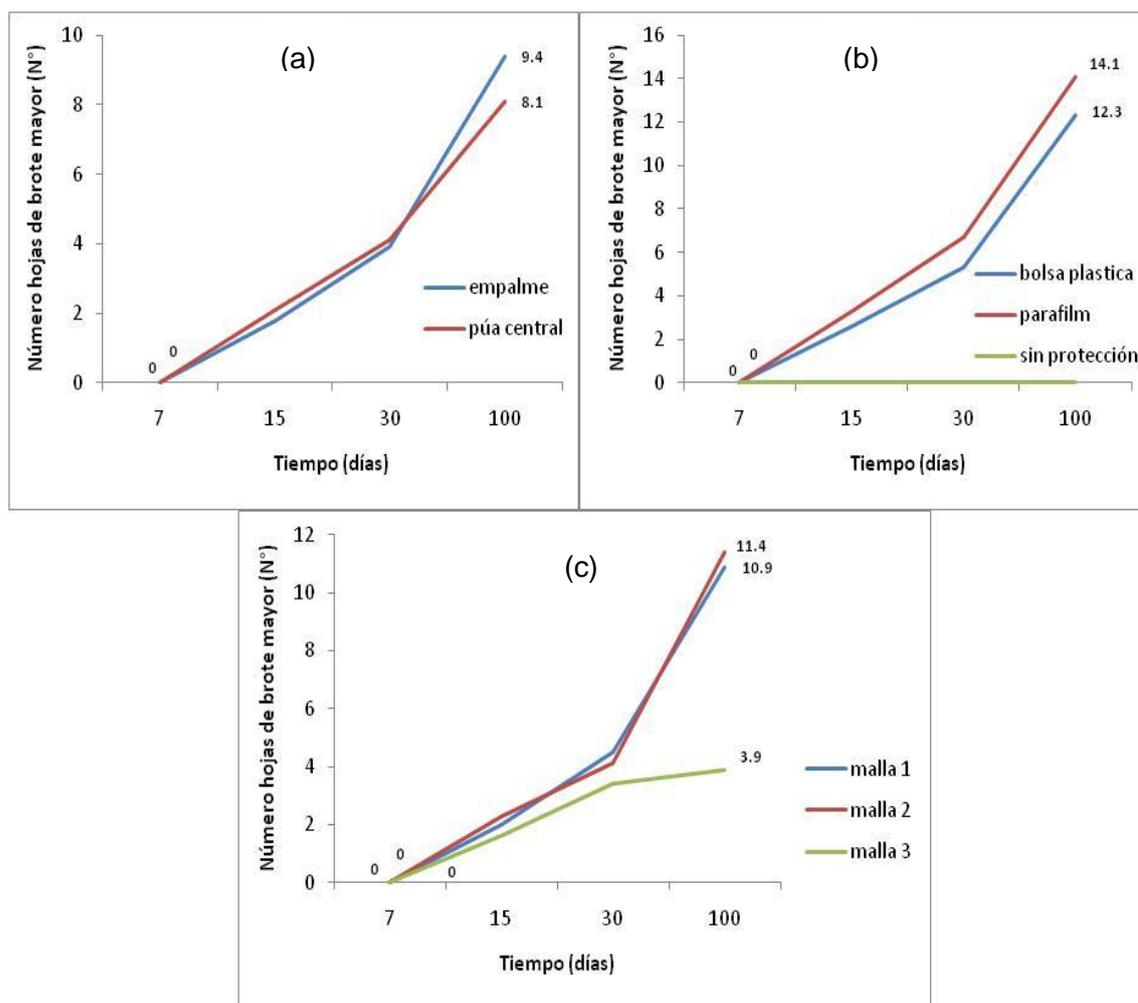


Figura 23. Variación del número de hojas promedio del brote mayor por injerto de “bolaina blanca” (*G. crinita*), por tiempo de evaluación según a) Técnicas de injertación, b) Sistemas de protección y c) Niveles de sombreado.

4.7. Relaciones entre el diámetro de la vara yemera y las variables respuesta luego de injertación.

La Figura 24 muestra las relaciones lineales positivas altamente significativas ($\alpha = 0.05$) entre el diámetro de la vara yemera empleada para el injerto y el número promedio de brotes por injerto ($R^2 = 0.82$), longitud promedio del brote mayor ($R^2 = 0.92$), diámetro promedio del brote mayor ($R^2 = 0.87$) y

número promedio de hojas del brote mayor ($R^2 = 0.72$); es decir, una evidente tendencia al incremento en casi todas éstas variables conforme el diámetro de la vara yemera de “bolaina blanca” presentó los mayores diámetros. Como consecuencia de una mejor condición nutricional y reservas (GRANDEZ 2005; ROJAS 1994). Posiblemente, por un manejo adecuado, antes del propio injerto.

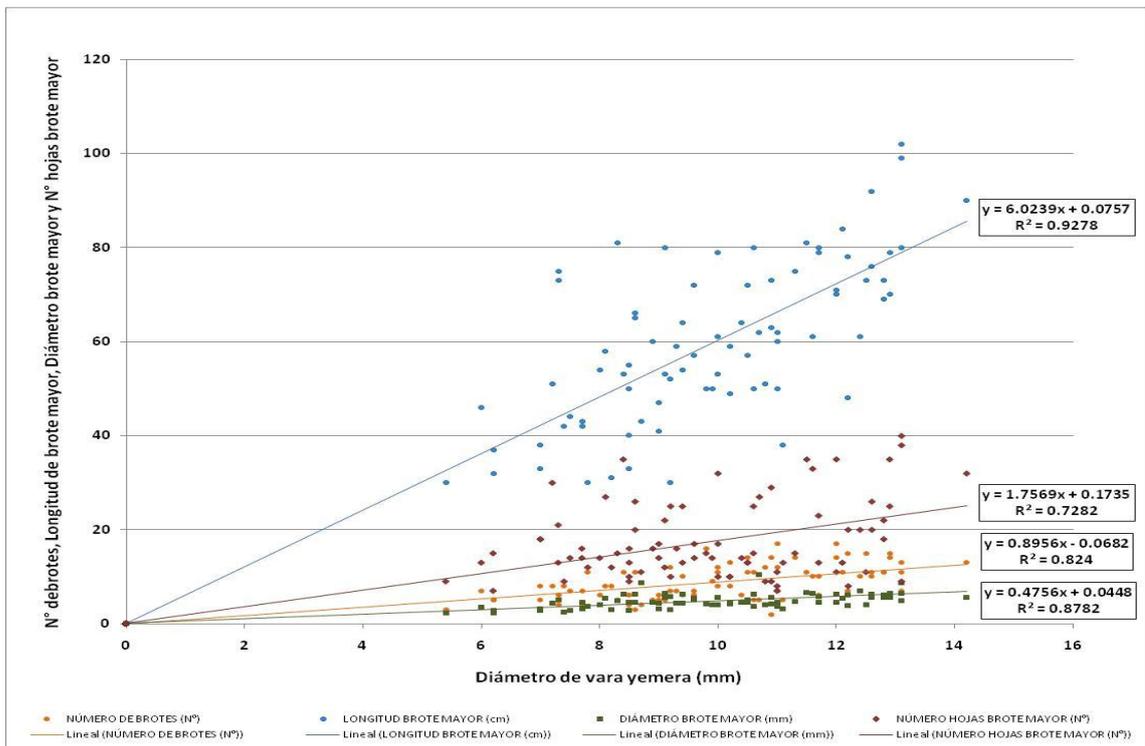


Figura 24. Regresión lineal entre número de brotes, longitud de brote mayor, diámetro de brote mayor y número de hojas de brote mayor por injerto con el diámetro de vara yemera.

V. CONCLUSIONES

1. Se comprobó que ambas técnicas de injertación (púa central y empalme) mostraron ser igual de exitosas para el injertamiento “bolaina blanca” (*Guazuma crinita*), con cualquiera de los dos sistemas de protección empleados (bolsa plástica ó cinta parafilm), obteniendo un porcentaje de prendimiento promedio de 76.7%, a las 14 semanas, y los mejores resultados promedio en el número de brotes, longitud del brote mayor, diámetro del brote mayor y número de hojas del brote mayor. En contraste, el injerto sin ningún sistema de protección (testigo) no presentó prendimiento alguno.
2. Se demostró la relación positiva entre el nivel de luminosidad y el porcentaje de prendimiento, número de brotes, longitud del brote mayor, diámetro del brote mayor y número de hojas del brote mayor, luego del injertamiento de bolaina blanca. Bajo el sombreado medio (60%) se garantiza las mejores condiciones promedio de luminosidad (2,565 luxes), temperatura media (30°C) y humedad relativa (74%) para la progreso del injerto de “bolaina blanca”.
3. La juvenilidad y el diámetro de la vara yemera son características propias del material vegetativo que influyen significativamente en la injertación de “bolaina blanca”.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda usar la técnica de injerto en púa central y el sistema de protección con bolsa plástica, considerando la facilidad, el menor tiempo de su ejecución, practicidad en el manipuleo y bajo costo.
2. Realizar injertamientos con menores niveles de sombreamiento que los usados en el presente trabajo; además de probar el injertamiento sin ninguna sombra.
3. Identificar la edad óptima del patrón y de las varas yemeras para optimizar el proceso de injertación. Además, realizar ensayos de injertación de “bolaina blanca” en otras épocas del año, para las condiciones de Pucallpa.
4. Se recomienda el uso de varas yemeras en estado fisiológico adecuado, vigoroso, de estructura ligeramente semileñosa (sin llegar a la succulencia), de diámetro promedio (7.82 mm) libre de plagas y enfermedades; es conveniente que las varas yemeras presenten yemas axilares a punto de salir.

VII. RESUMEN

El objetivo fue determinar la técnica de injertación y el sistema de protección más adecuado para bolaina blanca (*Guazuma crinita*), bajo condiciones controladas de vivero. El trabajo se realizó en el vivero forestal del IIAP, con sede en Ucayali. Se empleó el diseño de bloques completo al azar, con arreglo bifactorial (2a x 3b), con seis tratamientos que derivan de la combinación de: a) dos técnicas de injertación (púa central y empalme) y b) tres sistemas de protección del injerto (bolsa plástica, cinta parafilm y sin protección); los bloques resultaron de exponer los injertos a tres condiciones controladas de sombra (60, 80 y 95%); y con unidades experimentales de 9 plantas injertadas. Se usó varetas de 35 cm de longitud, procedentes de brotes juveniles de 4 meses originados de tocones previamente manejados. Los portainjertos fueron plantones de "bolaina blanca" de 1.5 años, cortados a 1 m de altura. Se determinó que ambas técnicas de injertación (púa central y empalme) mostraron ser igual ($\alpha= 0.05$) de exitosas, en combinación con el sistema de protección bolsa plástica ó cinta parafilm y bajo sombra de hasta 80%, obteniendo un porcentaje de prendimiento promedio (76%); en contraste, la combinación de las mismas técnicas de injertación, sin ningún sistema de protección (testigo) no presentaron prendimiento alguno (0%). Se concluye que la técnica de injertación, el sistema de protección, el nivel de sombra, la juvenilidad y el diámetro de la vara yemera, son los principales factores que influyen en la injertación de "bolaina blanca". Se recomienda usar el injerto en púa central y el sistema de protección con bolsa plástica.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ACOSTA, A.; JARAMILLO, M. 2001. Crecimiento de la papaya (*Carica papaya* L.) en las diferentes fases de la luna en la Zona Atlántica. Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad Earth, Costa Rica. 54p.
2. AROSTEGUI, A. 1990. Características tecnológicas y usos de la madera de 145 especies del Perú. UNALM - Ministerio de Agricultura, Perú. 257p.
3. BALDOCEDA, R. 1993. Diagramas bioclimáticas de la zona de Pucallpa y Atalaya. Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, Perú. 21p.
4. CABELLO, A. 2000. Propagación Asexual. Apuntes de clase N° 2. Departamento de Silvicultura. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. 10p.
5. CAMACHO, F.; FERNÁNDEZ, E. 1997. Influencia de patrones utilizados en el cultivo de sandía bajo plástico sobre la producción, precocidad y calidad del fruto en Almería. [En Línea]: (http://www.Larural.es/servagro/sta/publicaciones/sandia/pub/9708_homepage/, Doc. 08 Jul. 2009).
6. CESARE, G. 1973. Obtención de plantas cítricos en Tingo María. Divulgación agropecuaria N° 16, Perú. 10p.
7. CUCULIZA, P. 1956. Propagación de plantas. Talleres gráficos F. L. Villanueva. Lima, Perú. 169p.
8. CRUZ, M.; CRUZ, C.; CASTILLANOS, I. 1998. Propagación de la macadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden y Betche) por injertación y estacado. Memoria Fundación Salvador Sánchez Colin CICTAMEX S.C. Coatepec Harinas, México. 8p.

9. DACOSTA, R.; VILELA, N.; MANICA, I.; PEIXOTO, J.; PEREIRA, A.; DEFREITAS, J. 2004. Injerto de maracuyá Sour (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg.) en estacas enraizadas de especies passifloras nativas. Rev. Bras., Jaboticabal - SP, V. 26, Nº 1, p. 120-123.
10. ENCISO, R. 1998. Propagación del camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) por injerto. Informe Técnico Nº 18. Programa de Investigación en cultivos tropicales. INIA. Lima. 17p.
11. ESTEVEZ, E. 2004. Injerto del mamey colorado por la vía de cuña con patrón decapitado en cámara antitranspiratoria. XV Fórum de Ciencia y Técnica, Villa Clara, Cuba. 20 (3): 12-15.
12. FLORES, Y. 1997. Comportamiento fenológico de 88 especies forestales de la Amazonía peruana. INIA – EE Pucallpa, Lima, Perú. 124p.
13. GRANDEZ, G. 2005. Comparativo de cinco métodos de injerto en cacao, utilizando el clon CC-51 en San Martín. 65p.
14. HARTMANN, T.; KESTER, E. 1990. Propagación de plantas: Principios y prácticas. Editorial continental S.A. 4^{ta} edición. México, D.F. SECSA. 760p.
15. HARTING, C. 1975. Traslocation of e insugar cane plant physical. Nº 38. 236p.
16. HIDALGO, L. 2009. Efecto de técnicas y sistemas de protección en la injertación de sachá Inchi (*Plukenetia Volubilis* L.), bajo condiciones de vivero. Tesis Ing. Agrónomo, San Martín, Perú. Universidad Nacional de San Martín. 104p.

17. INIA-OIMT.1996. Manual de identificación de especies forestales de la Sub-Región Andina. Lima, Perú. 489p.
18. IIAP. 2003. Propuesta de zonificación ecológica y económica del fundo Villa Rica. Pucallpa, Perú. 125p.
19. INFOSTAT. 2004. Software estadístico (disco compacto). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional Córdoba, Argentina.
20. JACOMINO, A.; HIJO, A.; BLUGE, R. 2000. Los casos de protección por injerto de mango (*Mangifera indica* L.). Scientia Agrícola. Piracicaba, V.57, N° 1. Rev. Bras. Sci. Agric. 6p.
21. KAINS, M.; McQUESTEN, L. 1938. Propagation of plants. New York. USA. Orange Judo Publishing Company, INC. 639 p.
22. KALIL FILHO, A.; HOFFMANN, H.; RODRIGUES, F. 2001. Mini-injertos: Un nuevo método para el injerto de América del Sur de Caoba (*Swietenia macropylla* King). Comunicado Técnico N° 62. Brasil, Embrapa Floresta. 4p.
23. KISHINO, A.; GLUGER, R.; MINAMI, K.; JACOMINO, A. 2000. Métodos de propagación del injerto en la producción de mango (*Mangifera indica* L.), palto (*Persea americana* L.) y macadamia (*Macadamia integrifolia* M.B.). Pesquisa Agropecuaria Brasileira. Brasília, V. 35, N° 10. Rev. Bras. Pesq. Agropec., p. 1985-1990. [En línea]: (<http://www.scielo.br/pab/v35n10/35n10a09pdf/>, Doc.20 Dec.2009).
24. MORIN, CH. 1980. Cultivo de cítricos. Universidad Nacional Agraria de La Molina. 2da. Ed. Lima, Perú. 180p.

25. MORE, M. 2002. Inducción e injertación de brotes ortotrópicos con fines de renovación en el cacaotero (*Theobroma cacao* L.). Tesis Ing. Agrónomo, Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 101p.
26. MOSTACERO, J.; MEJIA, F.; GAMARRA, O. 2002. Taxonomía de las fanerógamas útiles del Perú. Ed. Normas Legales. CONCYTEC. Vol. I y II. Trujillo, Perú. 674 p.
27. MESEN, F. 1998. Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: Uso de propagadores de sub-irrigación. Manual técnico N° 30. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 36 p.
28. MESÉN, F.; VÍQUEZ, E. 2003. *Bombacopsis quinata*: Un árbol maderable para reforestar. Oxford Forestry Institute Tropical Forestry Paper N° 39. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 5p.
29. ODA, M. 1995. New grafting methods for fruits bearing vegetables in Japan Agricultural Research Quarterly 29:187-194. [[Links](#)]
30. PROAMAZONIA. 2004. Manual del cultivo del cacao. Programa para el desarrollo de la Amazonia. Ministerio de Agricultura. Perú. 83p.
31. PALOMINO, J.; BARRA, M. 2003. Especies forestales nativas con potencial para reforestación en la provincia de Oxapampa y fichas técnicas de las especies de mayor prioridad. Programa Selva Central. PRONATURALEZA. Oxapampa, Perú. 109p.
32. PAREDES, O.; SOUDRE M. 2009. Ensayos previos de injertación de especies forestales nativas. Informe técnico N° 6. Proyecto silvicultura de bolaina. Programa de Investigación en Manejo Integral de Bosques y Servicios Ambientales. IIAP. Ucayali. 10p.

33. PEREIRA, F.; GUIMARALES, A.; SILVA, H.; MENDONCA, A.; RODRIGUES, G. 2009. Estudio anatómico de los cafetos injertados. Rev. Bras. Cienc. Agrotec., Lavras, V. 33, Nº 3. 8p.
34. PEDROSO, R.; BUENO, W.; ROSA, J. 2004. Cinta plástica y cinta degradables en los injertos de cítricos (*Citrus sinensis* L. /*C. reticulata* Blanco/*C. limonia* Osbeck). Comunicación Científica. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal-SP, V. 26, Nº 2, p. 564-566.
35. PIO, R.; ALVES, E.; BARBOSA, W.; SIGNORINI, G.; ALBÉRICO, A.; BRAHAO, E.; ALBUQUERQUE, F. 2008. Métodos de injertos por injerto de cultivares de membrillo (*Chaenomeles sinensis* Koehne) en portainjertos "Japonés". Comunicación Científica. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal- SP, V. 30, Nº 1, p. 267-270.
36. QUIROS, C. 2005. El injerto: Alternativa de propagación vegetativa en el cultivo de la uva (*Vitis vinífera* L.). Información Técnica. Rev. Agro. Trop. Nº 35: 101-106. Costa Rica. 6p. [En Línea]: (<http://www.latindex.ucr.ac.cr/>, Doc. 01 May. 2009).
37. RAMÍREZ, T. 2005. El injerto de púa: Un excelente método para la propagación vegetativa del rambután (*Nephelium lappaceum*, L.). La Lima, Cortes, Honduras C.A. FHIA. Programa de Diversificación. 12p. [En línea]: (<http://www.fhia.org.hn/>, Doc. 02 May. 2009).
38. RESTREPO, J. 2005. La luna y su influencia en la agricultura. Fundación Juqira Candirú, Colombia. 86p. [En Línea]: <http://www.agronet.com.mx/articulos/luneta00.htm/>, Doc. 15 Jun. 2009).

39. REYNEL, C.; PENNINGTON, R.; PENNINGTON, T.; FLORES, C.; DAZA, A. 2003. Árboles útiles de la Amazonia Peruana y sus usos. Lima, Perú. 50p.
40. ROJAS, L. 1994. Influencia del 2,4-diclorofenoxiacético y manejo del patrón en el crecimiento y desarrollo en injertos de cítricos (*Citrus jambhiri* Lush/*Citrus sinensis* Losbeck) var. `Valencia`. Tesis Ing. Agrónomo, Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 71p.
41. RODRIGUEZ, G.; GAUCHAT, M. 2005. Subprograma de producción de material de propagación de pinos (*Pinus taeda*) mejorado genéticamente. INTA EEA Montecarlo-Argentina. 40p. [En línea]: (<http://www.montecarlo.inta.gov.ar/>, Doc. 21 Ene. 2010).
42. ROJAS, S.; GARCIA, J.; ALARCON, M. 2004. Propagación asexual de plantas. Conceptos básicos y experiencias en especies amazónicas. CORPOICA/PRONATA/MADR. Colombia. 55p. [En línea]:([http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/publicaciones/propagacion de plantas.pdf](http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/publicaciones/propagacion_de_plantas.pdf)), Doc. 29 Dic. 2009).
43. RUIZ, H. 2009. Efecto de cuatro dosis de ácido indolbutírico y tres tipos de estacas en el enraizamiento de sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.). Tesis Ing. Agr. San Martín, Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. 123p.
44. SOUDRE, M.; PORTAL, E. 2007. Propagación vegetativa de estaquillas de tornillo (*Cedrelinga cateniformis*) en cámaras de subirrigación. Memoria Institucional del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, Ucayali. 9p.

45. UBIRAJARA, M.; LOULA, A.; HIRANO, E.; BALBINOT, A.; OSNI, I.; PETERS, E. 2004. Influencia de la protección del injerto en la producción de plántulas de aguacate cv. 'Herculano' (*Persea americana* L.). Comunicación científica, V. 26, Nº 1. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal. 2p.
46. UMAÑA, C. 2000. Injertación del zapote (*Pouteria sapote* Jacq). H.E. Moore y Stearn, Turrialba, C.R: CATIE. Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales. IPGRI: BID.15p. [En Línea]: (<http://www.Catie.ac.cr/reprodoc/A0886E.PDF/>, Doc. 20 Jun. 2009).
47. VERA, C.; LOPEZ, J. 2007. Propagación vegetativa por injerto de concordia (*Grevillea robusta* Cunn). XXII Jornadas Forestales entre Ríos. INTA EEA Bella Vista-Argentina. 5p. [En línea]: (<http://www.inta.gov.ar/bellavista/Congreso/2007/jor.ftL01.pdf/>, Doc. 27Jul. 2009).
48. VÁSQUEZ, C.; OROZO, M.; SANCHÉZ, M. 1997. La reproducción de las plantas: Semilla y meristemas. Fondo de cultura económica. México. 167p.
49. VÁSQUEZ, A. 2009. Propagación vegetativa de caoba (*Swietenia macrophylla*) mediante enraizamiento de estacas juveniles en cámaras de subirrigación. Tesis Ing. Forestal, Pucallpa, Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. 57p.
50. VOZMEDIANO, J. 1982. Fruticultura: Fisiología, ecología del árbol frutal y tecnología aplicada. México. 521p.

51. VIDAL, E.; ZUÑIGA, L. 1995. Desarrollo inicial de nueve clones de cacao injertados sobre patrones clonales en San Carlos, Alajuela. Rev. Agro. Costarricense, Costa Rica. 19(2): 45-51.
52. VIDAL, L. 2002. Aislamiento y cuantificación de catequinas involucradas con la incompatibilidad en injertos de guanábano (*Annona muricata* L.). Tesis de doctorado en Biotecnología, Tecomán, Colima, México. Universidad de Colima. 100p.
53. ZOBEL, B.; TALBERT, J. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. México. Ed. Limusa. 554 p. [En línea]: (<http://www.inta.gov.ar/bellavista/Congreso/>, Doc. 29 May. 2009).

IX. ANEXO

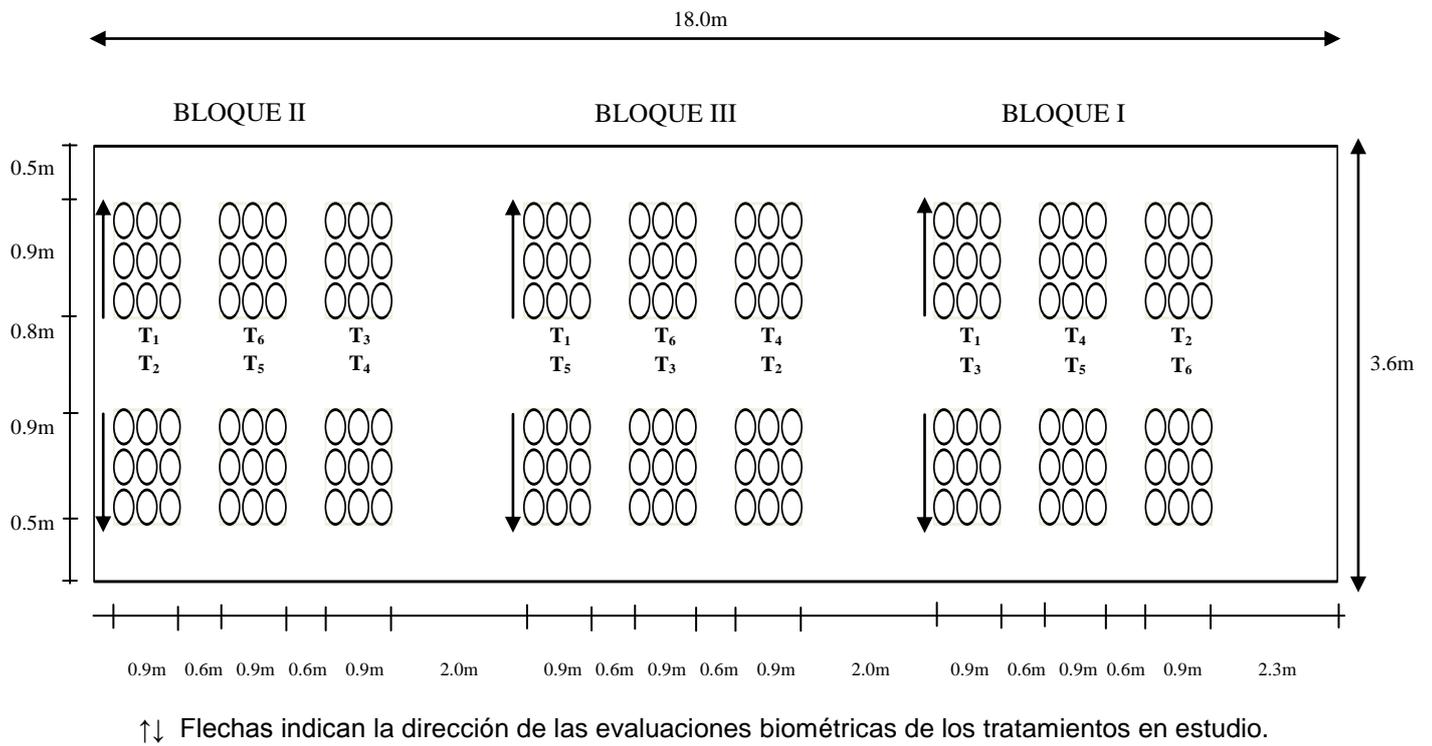


Figura 25. Croquis del experimental del ensayo de injertación de “bolaina blanca”, bajo condiciones controladas.



Figura 26. Distribución de los tratamientos y niveles de sombreadamiento en el experimento de injertación de “bolaina blanca”, bajo condiciones controladas.



Figura 27. Aclimatación de plantones repicados de “bolaina blanca”.



Figura 28. Manejo de plantones de “bolaina blanca” para labores de injertación.



Figura 29. Manejo de plantones para portainjertos de “bolaina blanca”.



Figura 30. Manejo del huerto yemero para varas yemeras de “bolaina blanca”.



Figura 31. Varas yemeras de “bolaina blanca” en condiciones deseadas.



Figura 32. Cosecha de varas yemeras de “bolaina blanca” en huerto yemero.



Figura 33. Traslado de varas yemeras en cajas de tecnopor.



Figura 34. Preparación y desinfección de varas yemeras.



Figura 35. Materiales y equipos para injertación.



Figura 36. Preparación del portainjerto de "bolaina blanca".



Figura 37. Preparación del corte de varas yemas.



Figura 38. Operación de injertación mediante la técnica púa central.



Figura 39. Operación de injertación mediante la técnica de empalme.



Figura 40. Operación de amarre con cinta borrull en la técnica de púa central.



Figura 41. Operación de amarre con cinta borrull en la técnica de empalme.



Figura 42. Injerto sin protección (testigo).



Figura 43. Sistema de protección empleando la cinta parafilm.



Figura 44. Sistema de protección empleando bolsa plástica.



Figura 45. Medición del diámetro y longitud del injerto.



Figura 46. Toma de datos bioclimáticos (temperatura y humedad) usando el termohigrómetro.



Figura 47. Registro de datos de intensidad lumínica (luxes).



Figura 48. Prendimiento exitoso de injertos de “bolaina blanca” con las técnicas de púa central y empalme a 100 días de injertación.



Figura 49. Injerto de “bolaina blanca” con excelente desarrollo de brotes y buen estado de vigor luego de 100 días de injertación.



Figura 50. Secuencia de la operación del injerto de “bolaina blanca”.
Elaborado por: Soudre, 2010.

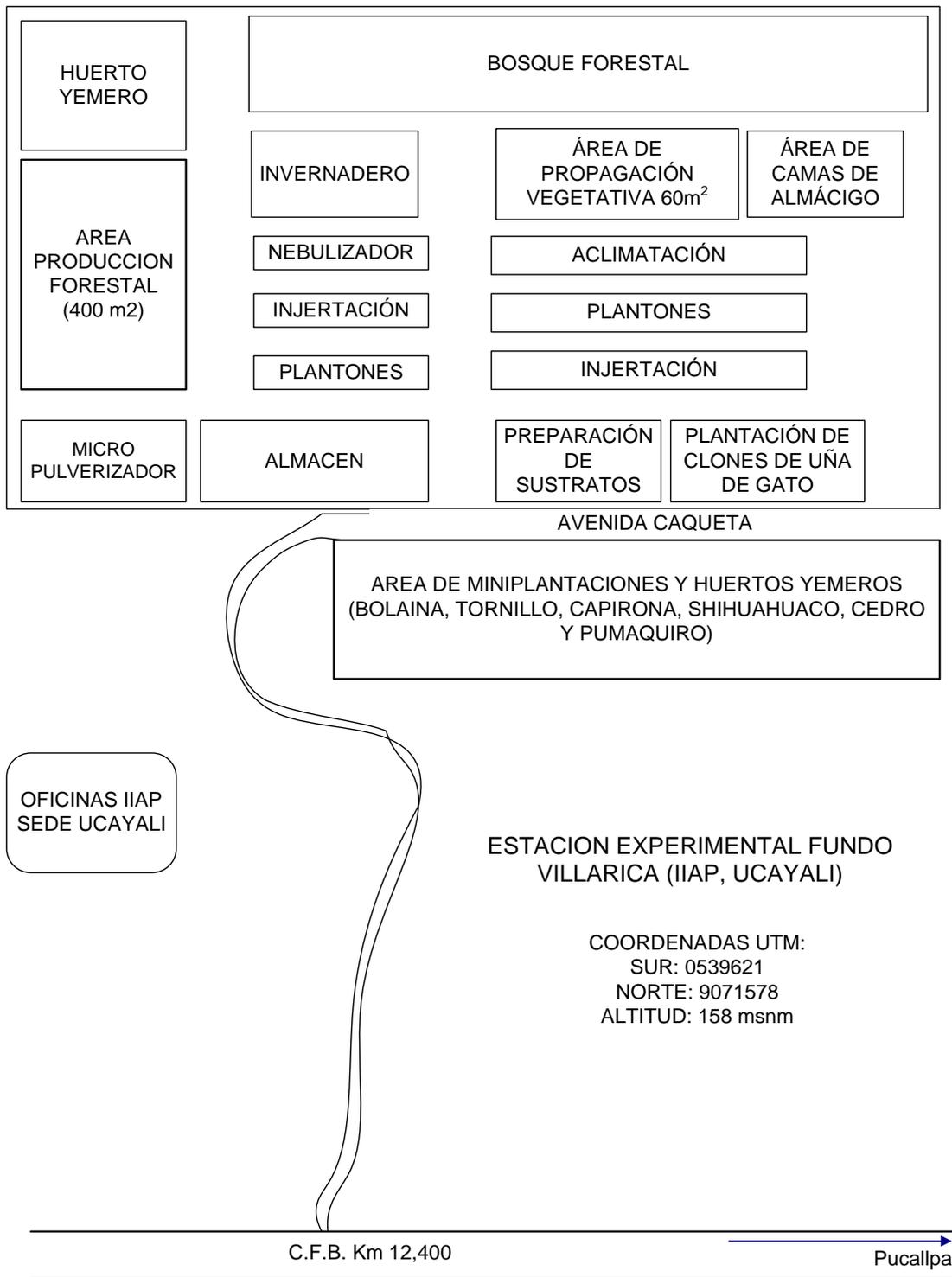


Figura 51. Croquis de ubicación de las cámaras de injertación y huerto yemero de “bolaina blanca” en el vivero Forestal del IIAP, Pucallpa.

Cuadro 29. Valores promedio de temperatura media (°C), humedad relativa media (%) e intensidad lumínica (luxes).

Intensidad lumínica (lux)	Temperatura media (°C)	Humedad relativa media (%)	Intensidad lumínica (lux)	Temperatura media (°C)	Humedad relativa media (%)	Intensidad lumínica (lux)	Temperatura media (°C)	Humedad relativa media (%)
119	27	83	1458	33	52	2756	28	82
129	23	84	1492	28	76	2771	30	71
194	26	82	1574	27	86	2818	33	60
298	24	90	1577	26	94	2910	32	57
559	27	79	1604	37	44	2916	29	81
639	26	77	1646	30	78	2951	30	89
648	25	84	1669	33	60	3042	28	77
668	37	48	1682	27	89	3090	33	56
684	33	79	1733	35	50	3177	35	51
742	25	93	1832	26	82	3232	34	50
769	34	63	1847	27	79	3660	29	77
831	25	94	1854	29	80	3768	28	84
836	24	94	1858	31	84	4065	32	63
836	24	94	1867	25	90	4140	37	82
836	24	94	1867	25	90	4156	33	56
844	32	61	1928	31	73	4427	28	80
904	29	75	1945	29	90	4521	32	72
951	27	85	1961	34	57	4704	33	63
1005	29	74	2011	30	73	4976	35	44
1095	27	84	2134	30	65	5108	27	80
1101	33	51	2178	27	82	5118	30	66
1160	27	84	2198	27	87	5579	31	62
1172	32	60	2201	29	77	5848	33	62
1175	29	81	2230	28	77	6273	34	85
1175	29	81	2303	28	81	6478	32	70
1175	29	81	2391	26	83	8116	33	57
1208	28	77	2438	34	51	8260	32	65
1262	27	79	2476	29	74	8405	36	57
1388	29	76	2628	26	92	8443	32	74
1408	27	80	2687	31	68	10059	35	59

Cuadro 30. Valores promedio de temperatura media (°C) y humedad relativa media (%) con respecto a los días evaluados.

Evaluación (días)	Temperatura media (°C)	Humedad relativa media (%)	Evaluación (días)	Temperatura media (°C)	Humedad relativa media (%)	Evaluación (días)	Temperatura media (°C)	Humedad relativa media (%)
12-10-09	37	48	22-10-09	28	77	03-11-09	30	73
	35	50		28	82		33	56
	37	44		29	81		35	51
13-10-09	28	77	23-10-09	24	94	04-11-09	27	79
	33	63		24	94		27	83
	25	94		24	94		23	84
14-10-09	24	90	24-10-09	29	81	05-11-09	25	84
	26	92		29	81		28	80
	25	93		29	81		27	79
15-10-09	25	90	25-10-09	28	84	06-11-09	27	80
	25	90		27	85		32	74
	31	62		27	84		32	72
16-10-09	27	82	26-10-09	26	83	07-11-09	26	77
	34	57		33	62		29	74
	30	71		33	60		31	73
17-10-09	29	75	27-10-09	28	76	09-11-09	29	77
	33	60		35	44		36	57
	32	61		33	52		34	63
18-10-09	27	79	28-10-09	30	65	10-11-09	28	81
	28	77		33	56		35	59
	29	76		33	51		34	50
19-10-09	27	80	29-10-09	29	74	11-11-09	30	66
	31	68		27	87		34	51
	32	63		31	84		32	57
20-10-09	29	77	30-10-09	29	90	12-11-09	27	84
	32	65		34	85		30	78
	26	82		37	82		32	70
21-10-09	26	82	02-11-09	26	94	13-11-09	27	86
	33	57		30	89		27	89
	32	60		33	79		29	80

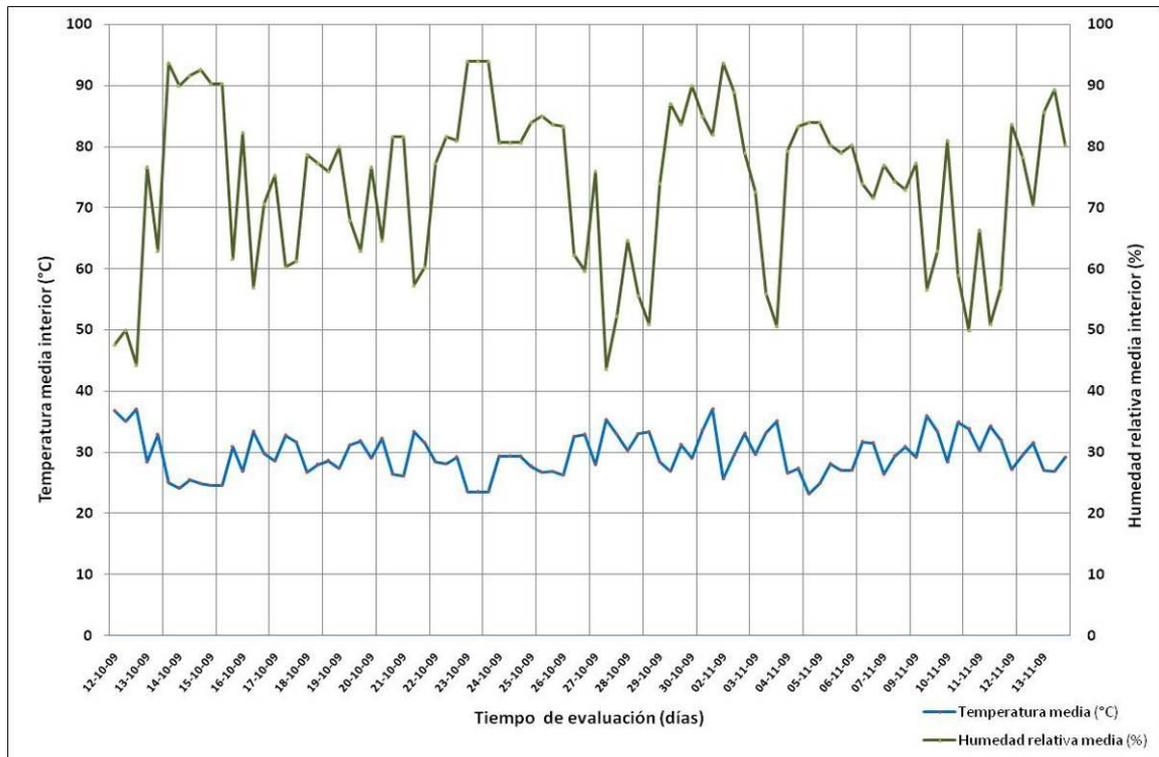


Figura 52. Variación de la temperatura media (°C) y humedad relativa media (%) con respecto al tiempo de las evaluaciones (días).

