



**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA SECCIÓN DE INGENIERÍA
AGRARIA**

GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL

**Influencia de IBA y SEFEL en el enraizamiento de esquejes terminales y
subterminales de *Leucospermum* 'Ayoba Peach'**



**Raquel Del Toro Ramírez
La Laguna septiembre 2021**

**AUTORIZACIÓN DEL TRABAJO FIN DE GRADO
POR SUS DIRECTORES
CURSO 2020/2021**

DIRECTOR – COORDINADOR: Ana María de León Hernández

DIRECTOR: María de las Nieves Guzmán Reyes

como Director/es del alumno/a Raquel del Toro Ramírez en el TFG titulado:
**Influencia de IBA y SEFEL en el enraizamiento de esquejes terminales y
subterminales de *Leucospermum* 'Ayoba Peach'**

nº de Ref.....

doy/damos mi/nuestra autorización para la presentación y defensa de dicho TFG, a la vez que confirmo/confirmamos que el alumno ha cumplido con los objetivos generales y particulares que lleva consigo la elaboración del mismo y las normas del Reglamento de Trabajo Fin de Grado de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería.

La Laguna, a seis de Septiembre. de 2021



Fdo: Ana María de León Hernández



Fdo: María de las Nieves Guzmán Reyes

(Firma de los directores)

SR. PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE TRABAJO FIN DE GRADO

ACEPTACIÓN DE LA SOLICITUD DEL TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2020/2021

IMPRESO P11

DATOS DEL ALUMNO/A

D/Dª RAQUEL ISABEL DEL TORO RAMÍREZ			78728323J
Tfno. Fijo:	Tfno. 675968368	Móvil:	Correo-e: universacion@gmail.com

**TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA
AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL**

SOLICITA: Que, reunidos todos los requisitos establecidos y de acuerdo con la vigente normativa, le sea asignado y tramitado el TFG abajo especificado.

***TÍTULO: Influencia de IBA y SEFEL en el enraizamiento de Esquejes Terminales y Subterminales de *Leucospermum* 'Ayoba Peach'**

Tutor-Coordinador: Ana María de León Hernández

Titulación: Doctora Ingeniero Agrónomo. Área de conocimiento: Producción Vegetal

Departamento de la ULL: Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima

Correo-e: amleon@ull.es

Tfno.: 922318522

Tutor: María de las Nieves Guzmán Reyes

Titulación: Ingeniero Técnico Agrícola

Departamento de la ULL: Técnico de la Sociedad Cooperativa de Proteas de la Palma

Correo-e: maria@proteaslapalma.com

Tfno.: 922 415610

La Laguna, a 12 de Marzo de 2021

(Firma del alumno)

SR. PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE TRABAJOS FIN DE GRADO

TITULO: Influencia de IBA y SEFEL en el enraizamiento de esquejes apicales y subapicales de *Leucospermum* 'Ayoba Peach'

Autores: Del Toro Ramírez, R. I., León Hernández, A.M., Guzmán Reyes, M.

Palabras claves: *Proteaceae*, 'Ayoba Peach', propagación, estimulantes del enraizamiento, químico, orgánico.

Resumen:

Las Proteaceas son plantas originarias de África del Sur y Australia siendo de gran interés ornamental como flor cortada y follaje compuestas por unos 80 géneros y más de 1700 especies.

En Canarias estos cultivos se han extendido, sobre todo en La Palma, Tenerife y Gran Canaria.

La floración de estas variedades es en épocas invernales lo que es importante para revalorizar la comercialización de este cultivo y por lo tanto la actividad agrícola de las islas.

En concreto, la isla de La Palma, posee una mayor superficie de cultivo y unas condiciones de clima, humedad y características de los suelos que son adecuadas para desarrollar cultivares de *Leucospermum* como 'Tango', 'Succession II' entre otros y 'Ayoba Peach' objeto de este estudio. La creación de una cooperativa entre los propios agricultores (Sociedad Cooperativa de Próteas de La Palma) y la colaboración conjunta con la Universidad de La Laguna, ha hecho posible la realización de este ensayo.

Debido al uso que se está haciendo en los últimos años de la aplicación de diferentes tipos de enraizantes químicos y orgánicos como IBA y SEFEL (Sistema de Elaboración de Fertilizantes Ecológicos Líquidos), se decidió realizar este ensayo para estudiar la influencia de los mismos, así como, comparar cuál de ellos muestra un mayor potencial de enraizamiento bajo las mismas condiciones y el mismo medio de enraizamiento. En este ensayo se emplearon estacas apicales y subapicales con lesionado o sin él. Los datos obtenidos se sometieron a un estudio estadístico sobre el porcentaje de estacas con raíces trasplantables y el índice de enraizamiento, determinando cuál de los tratamientos ofrecía mejor comportamiento.

El enraizante que proporcionó mejores resultados respecto al porcentaje de estacas con raíz trasplantable fue el tratamiento con SEFEL + 4000 ppm de IBA lesionado tanto en esquejes apicales como en subapicales.

Title: Influence of IBA and SEFEL on the rooting by cuttings of apical and subapical stem of the *Leucospermum* 'Ayoba Peach'

Authors: Del Toro Ramírez, R.I., León-Hernández, A. M., Guzmán, M.

Key words: *Proteaceae*, 'Ayoba Peach', propagation, stimulating of rooting, chemical, organic

Abstract:

Proteaceae are a family of Angiosperms in the order Proteales. It consists of 80 genera and some 1,700 species native to South Africa and Australia. Among the most prominent genera we can mention: *Leucospermum*, *Leucadendron* and *Protea*.

This crop came to our islands through the Botanical Garden of La Orotava in the seventies through a program of introduction of Australian and African plants, but it was not until 1982 when field plantations were carried out in some mid-range areas of the island of Tenerife.

Its interest is ornamental, the most important characteristic being the floral stem, blooming in autumn-winter when other flowers are scarce. Another aspect to highlight is the long duration of the flower, which makes it very suitable for export (Rodríguez Pérez, 2007).

The main producing areas of economic importance are located in the southern hemisphere: South Africa, Australia, New Zealand, Zimbabwe; As for the northern hemisphere, they are located in Israel, California, Hawaii, Portugal and Spain, particularly in the Canary Islands.

This crop began in the Canary Islands in the 80s, with Tenerife and La Palma being the islands with the most cultivated area. On the island of La Palma it has been growing with greater boom due to the fact that farmers have joined with cooperatives, which has allowed it to promote its commercialization abroad and also because of the promotion by the Island Council, providing technical advice.

The cultivation of these for cut flower or for cut green (as floral complement plants) are an interesting alternative. For this reason, there are already more than 50 hectares in the Canary Islands, with *Proteaceae* crops on the islands of Tenerife, La Palma and Gran Canaria.

Consequently, with the increase in cultivation areas, a better knowledge of the crop, in all its aspects, including propagation, is necessary.

The rooting of cuttings is highly influenced by the environmental conditions in which it is carried out, such as high relative humidity, an adequate temperature of the substrate and air, aeration and availability of water in the substrate, air renewal and correct lighting, it is necessary control them as a mismatch could lead to total failure (Loach, 1988).

In addition to optimizing environmental conditions, the percentage of rooting of cuttings can be increased by making use of a number of additional techniques both physical and chemical. In different studies it is concluded that *Leucospermum* responds very well to propagation through terminal cuttings treated with 4000 ppm of IBA, in a rooting substrate composed of peat-polystyrene in the ratio 4: 6 (v / v).

However, due to the use that is being made lately with other growth regulators and with substances of proven efficacy on the rooting of some woody species, in addition to 4000 ppm of IBA was used, SEFEL (System for the Preparation of Liquid Ecological Fertilizers) (Acosta, 2013).

That is why the new exclusive variety of this project, *Leucospermum* "Ayoba peach", whose parents are *L. lineare* x *L. cordifolium* x *L. glabrum*, was the object of study, since there are no works yet that can demonstrate its capacity rooting in apical and subapical cuttings.

Currently, the use of organically grown products is also more demanding in the floriculture sector. For this reason, this study has experimented with the use of biofertilizers prepared according to the SEFEL methodology.

Based on a previous work on the application of IBA and SEFEL as rooting stimulants in the propagation of cuttings of the *Proteas* genus (Soriano Martín, B 2017.) it is concluded to carry out this study to compare how these rooting stimulants influence, in the cultivar of *Leucospermum* 'Ayoba Peach'.

AGRADECIMIENTOS

Recorrer este camino no ha sido nada fácil, pero sí tengo que agradecer a todas esas personas que me han acompañado en este proceso de estudio y aprendizaje, por ello, quiero hacer mención a mis compañeras de trabajo, amigas, familia y pareja.

Por otro lado, agradecer a la Sociedad Cooperativa Próteas La Palma, a Ana y sobre todo a María porque sin ellos esto no hubiera sido posible.

Gracias por la comprensión y el apoyo recibido a lo largo de este tiempo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE FOTOGRÁFICO	12
ÍNDICE DE TABLAS.....	14
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	16
1.INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS	3
3.REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1.TAXONOMÍA, ECOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN	4
3.1.1.Familia Proteaceae	4
3.1.2. Género <i>Leucospermum</i>	6
3.1.2.1.Distribución y ecología.....	7
3.1.2.2. <i>Leucospermum cordifolium</i>	8
3.1.2.2.1.Distribución y ecología.....	9
3.1.2.3. <i>Leucospermum lineare</i>	10
3.1.2.3.1.Distribución y ecología.....	11
3.1.2.4. <i>Leucospermum glabrum</i>	12
3.1.2.4.1.Distribución y ecología.....	13
3.1.2.5.L. 'Ayoba Peach'.....	13
3.2.PROPAGACIÓN VEGETATIVA	15
3.2.1.Propagación por estacas	16
3.2.1.1.Tipos de estacas	16
3.2.1.1.1.Estacas de tallo.....	16
3.2.1.1.2.Estacas de raíz.....	17
3.2.1.1.3.Estacas de hoja.....	17
3.2.1.1.4.Estacas de hoja y yema.....	18
3.2.1.2.Selección de estacas	18
3.2.1.3.Preparación y obtención del material a propagar.....	21
3.2.2.Condiciones ambientales que afectan al enraizamiento	23
3.2.2.1.Condiciones ambientales	23
3.2.2.1.1.Humedad relativa.....	23
3.2.2.1.2.Luz.....	25
3.2.2.1.3.Temperatura.....	26
3.2.2.1.4.Aireación.....	26
3.2.2.1.5.Medidas sanitarias.....	27
3.2.3.Medio de enraizamiento	28
3.2.3.1.Tipos de sustratos	29
3.2.3.1.1Turba.....	29

3.2.3.1.2.Espuma de poliestireno (styromull).....	30
3.2.3.1.3.Piroclastos.....	31
3.....	31
2.3.2.Tratamientos químicos que mejoran el enraizamiento.....	31
3.2.3.2.1.Auxinas.....	32
3.2.3.3.Tratamientos orgánicos que mejora el enraizamiento.....	35
3.2.3.3.1.SEFEL.....	35
4. PARTE EXPERIMENTAL.....	38
4.1 MATERIAL Y MÉTODOS.....	38
4.1.1. Generalidades.....	38
4.1.2. Descripción del ensayo.....	42
4.1.3. Parámetros evaluados.....	48
4.1.3.1. Esqueje con raíz trasplantable.....	48
4.1.3.2 Índice de enraizamiento.....	48
4.1.4 Promedios de Temperaturas y HRs durante el ensayo. Poner en material y métodos.....	51
4.1.4. Análisis estadístico.....	53
4.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	55
4.2.1. Evolución de los tratamientos durante el ensayo.....	55
4.2.1.1. Tratamiento 0: Testigo sin lesionado no tratado. Esquejes apicales `Ayoba Peach´.....	55
4.2.1.2 Tratamiento 1: Testigo solución agua + alcohol sin lesionado. Esquejes apicales `Ayoba Peach´.....	56
4.2.1.3. Tratamiento 2: 4000 ppm de IBA sin lesionado. Esquejes apicales de `Ayoba Peach´.....	57
4.2.1.4. Tratamiento 3: SEFEL sin lesionado. Esquejes apicales de `Ayoba Peach´.....	58
4.2.1.5. Tratamiento 4: SEFEL + 4000 ppm de IBA sin lesionado. Esquejes apicales de `Ayoba Peach´.....	59
4.2.1.6. Tratamiento 5: Testigo solución agua + alcohol con lesionado. Esquejes apicales de `Ayoba Peach´.....	60
4.2.1.7. Tratamiento 6: 4000 ppm de IBA con lesionado. Esquejes apicales de `Ayoba Peach´.....	61
4.2.1.8. Tratamiento 7: SEFEL con lesionado. Esquejes apicales de `Ayoba Peach´.....	62
4.2.1.9. Tratamiento 8: SEFEL + 4000 ppm de IBA. Esquejes apicales de `Ayoba Peach´.....	63
4.2.1.10. Tratamiento 0: Testigo sin lesionado no tratado. Esquejes subapicales `Ayoba Peach´.....	64
4.2.1.11. Tratamiento 1: Testigo solución agua + alcohol sin lesionado. Esquejes subapicales `Ayoba Peach´.....	65
4.2.1.12. Tratamiento 2: 4000 ppm de IBA sin lesionado. Esquejes subapicales de `Ayoba Peach´.....	66
4.2.1.13. Tratamiento 3: SEFEL sin lesionado. Esquejes subapicales de `Ayoba Peach´.....	67
4.2.1.14. Tratamiento 4: SEFEL + 4000 ppm de IBA sin lesionado. Esquejes subapicales de `Ayoba Peach´.....	68
4.2.1.15. Tratamiento 5: Testigo solución agua + alcohol con lesionado. Esquejes subapicales de `Ayoba Peach´.....	69
4.2.1.16. Tratamiento 6: 4000 ppm de IBA con lesionado. Esquejes subapicales de `Ayoba Peach´.....	70
4.2.1.17. Tratamiento 7: SEFEL con lesionado. Esquejes subapicales de `Ayoba Peach´.....	71
4.2.1.18. Tratamiento 8: SEFEL + 4000 ppm de IBA. Esquejes subapicales de `Ayoba Peach´.....	72

4.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS OBTENIDOS	73
4.2.1. Estacas Apicales con raíz trasplantable a las 17 semanas de ensayo	73
4.2.2. Estacas SUB-apicales con raíz trasplantable a las 17 semanas de ensayo	74
4.2.3. Estacas Apicales con raíz trasplantable a las 20 semanas de ensayo	75
4.2.4. Estacas SUB-apicales con raíz trasplantable a las 20 semanas de ensayo	76
4.2.5. Estacas Apicales con raíz trasplantable a las 23 semanas de ensayo	77
4.2.6. Estacas SUB-apicales con raíz trasplantable a las 23 semanas de ensayo	78
4.2.7. Estacas Apicales con raíz trasplantable a las 26 semanas de ensayo	79
4.2.8. Estacas SUB-apicales con raíz trasplantable a las 26 semanas de ensayo	80
4.2.9. Estacas Apicales con raíz trasplantable a las 29 semanas de ensayo	81
4.2.10. Estacas Sub-apicales con raíz trasplantable a las 29 semanas de ensayo.....	82
4.3. ÍNDICE DE ENRAIZAMIENTO	83
5. DISCUSIÓN.....	85
6. CONCLUSIONES	87
7. BIBLIOGRAFÍA.....	89
8. ANEXOS.....	97
8.1. ANEXO FOTOGRÁFICO	97

ÍNDICE FOTOGRÁFICO

IMAGEN 1: FUENTE ARTÍCULO DE LA REVISTA TELOPEA AÑO 2006	5
IMAGEN 2: GARDENERS' WORLD MAGAZINE	9
IMAGEN 3: IZIKO MUSEUM OF SOUTH AFRICA, COLIN PATERSON-JONES	11
IMAGEN 4: IZIKO MUSEUM OF SOUTH AFRICA, COLIN PATERSON	13
IMAGEN 5: L. 'AYOBA PEACH' EN BREÑA ALTA	14
IMAGEN 6: L. 'AYOBA PEACH' EN BREÑA ALTA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
IMAGEN 7: SITUACIÓN EXACTA DE LA BASE DONDE SE REALIZÓ EL EXPERIMENTO. FUENTE GRAFCAN	38
IMAGEN 8: SISTEMA DE RIEGO INVERNADERO BREÑA ALTA	39
IMAGEN 9: SISTEMA DE RIEGO DE NEBULIZACIÓN EN EL INVERNADERO DE BREÑA ALTA (ARRIBA Y DERECHA) Y COLECTOR DEL SISTEMA DE RIEGO EN EL INVERNADERO (IZQUIERDA).	40
IMAGEN 10: INGREDIENTES EN LOS DEPÓSITOS (IZQUIERDA), MALLA ANTITRIPS (ARRIBA DERECHA), DEPÓSITOS DE MACERADO Y FABRICACIÓN SEFEL (CENTRO) Y DETALLE DE LA AIREACIÓN FORZADA (ABAJO DERECHA).....	41
IMAGEN 11: MEZCLA DE TURBA Y PERLITA (IZQUIERDA) Y SACO DE PERLITA EXPANDIDA (IZQUIERDA)	43
IMAGEN 12: TURBA SIN MEZCLAR (IZQUIERDA) Y BANDEJAS CON SUSTRATO PREPARADO E INTRODUCIDO EN LAS MACETAS DEL PROYECTO (DERECHA)	43
IMAGEN 13: MATERIAL VEGETAL DE 'AYOBA PEACH' ANTES DE PROCESARLA (ARRIBA IZQUIERDA), HERRAMIENTA DE CORTE (ARRIBA DERECHA), MATERIAL CORTADO (ABAJO IZQUIERDA) Y ESTACA PREPARADA PARA SU PUESTA EN TRATAMIENTO Y TRASPLANTE (ABAJO DERECHA Y CENTRO)	44
IMAGEN 14: ESTACAS APICALES TRASPLANTADAS Y DEBIDAMENTE IDENTIFICADOS LOS TRATAMIENTO CON ETIQUETA.....	44
IMAGEN 15: ESTACA SUBAPICAL (IZQUIERDA) Y ESTACA APICAL (DERECHA).....	45
IMAGEN 16: SELLANTE DE RESINA ECOLÓGICO (ARRIBA) Y MUESTRA SUBAPICAL SELLADA CON RESINA (ABAJO).....	46
IMAGEN 17: SISTEMA NEBULIZACIÓN, MIST SYSTEM, EN FUNCIONAMIENTO EN EL INVERNADERO	46
IMAGEN 18: ESTACAS MUERTAS	49
IMAGEN 19: ESTACAS SIN CALLO (IZQUIERDA) Y ESTACAS CON CALLO (CENTRO Y DERECHA)	49
IMAGEN 20: ESTACAS SIN CALLO (IZQUIERDA) Y ESTACAS CON CALLO (CENTRO Y DERECHA)	50
IMAGEN 21: SÍ TRASPLANTABLE CON MEDIA RAÍCES (IZQUIERDA) Y SÍ TRASPLANTABLE CON MUCHAS RAÍCES (DERECHA).....	50
IMAGEN 22: RECOLECTA DE LP. 'AYOBA PEACH' EN BREÑA ALTA, LA PALMA	97

IMAGEN 23: RECOLECTA DE LP. 'AYOBA PEACH' EN BREÑA ALTA, LA PALMA	97
IMAGEN 24: RECOLECTA DE LP. 'AYOBA PEACH' EN BREÑA ALTA, LA PALMA	98
IMAGEN 25: RECOLECTA DE LP. 'AYOBA PEACH' EN BREÑA ALTA, LA PALMA	98
IMAGEN 26: COLOCACIÓN EN MACETAS DE PLANTAS TRASPLANTADAS	99
IMAGEN 27: ESQUEJES APICALES TRASPLANTADOS EN MACETAS	99
IMAGEN 28: ESQUEJES SUBAPICALES EN MACETAS TRASPLANTADOS	100

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: PROMEDIOS DE TEMPERATURA Y HR DURANTE EL ENSAYO.....	51
TABLA 2: SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EL MÉTODO DE TUKEY A LAS 17 SEMANAS (LAS MEDIAS SEGUIDAS DE LA MISMA LETRA NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES A UN NIVEL DEL 5%).	73
TABLA 3: SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EL MÉTODO DE TUKEY A LAS 17 SEMANAS (LAS MEDIAS SEGUIDAS DE LA MISMA LETRA NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES A UN NIVEL DEL 5%).	74
TABLA 4: SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EL MÉTODO DE TUKEY A LAS 20 SEMANAS (LAS MEDIAS SEGUIDAS DE LA MISMA LETRA NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES A UN NIVEL DEL 5%).	75
TABLA 5: SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EL MÉTODO DE TUKEY A LAS 20 SEMANAS (LAS MEDIAS SEGUIDAS DE LA MISMA LETRA NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES A UN NIVEL DEL 5%).	76
TABLA 6: SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EL MÉTODO DE TUKEY A LAS 23 SEMANAS (LAS MEDIAS SEGUIDAS DE LA MISMA LETRA NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES A UN NIVEL DEL 5%).	77
TABLA 7:SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EL MÉTODO DE TUKEY A LAS 23 SEMANAS (LAS MEDIAS SEGUIDAS DE LA MISMA LETRA NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES A UN NIVEL DEL 5%).	78
TABLA 8:SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EL MÉTODO DE TUKEY A LAS 26 SEMANAS (LAS MEDIAS SEGUIDAS DE LA MISMA LETRA NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES A UN NIVEL DEL 5%).	79
TABLA 9:SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EL MÉTODO DE TUKEY A LAS 26 SEMANAS (LAS MEDIAS SEGUIDAS DE LA MISMA LETRA NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES A UN NIVEL DEL 5%).	80
TABLA 10:SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EL MÉTODO DE TUKEY A LAS 29 SEMANAS (LAS MEDIAS SEGUIDAS DE LA MISMA LETRA NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES A UN NIVEL DEL 5%).	81
TABLA 11: SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EL MÉTODO DE TUKEY A LAS 29 SEMANAS (LAS MEDIAS SEGUIDAS DE LA MISMA LETRA NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES A UN NIVEL DEL 5%).	82

TABLA 12: EFECTO DEL TRATAMIENTO SOBRE EL ÍNDICE DE ENRAIZAMIENTO DE LAS ESTACAS APICALES Y SUBAPICALES DE LEUCOSPERMUM 'AYOBA PEACH'. SEPARACIÓN POR EL MÉTODO TUKEY AL 5%	84
---	----

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1: EVOLUCIÓN DE LAS TEMPERATURAS PROMEDIOS DURANTE TODO EL ENSAYO	52
GRÁFICA 2: : EVOLUCIÓN DE LOS PROMEDIOS DE LAS HRS DURANTE TODO EL ENSAYO	53
GRÁFICA 3: REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO DEL T0 DURANTE TODO EL ENSAYO	55
GRÁFICA 4: REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO DEL T1 DURANTE TODO EL ENSAYO	56
GRÁFICA 5: REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO DEL TRATAMIENTO 2 DURANTE TODO EL ENSAYO	57
GRÁFICA 6: REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO DEL TRATAMIENTO 3 DURANTE TODO EL ENSAYO	58
GRÁFICA 7: REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO DEL TRATAMIENTO 5 DURANTE TODO EL ENSAYO	59
GRÁFICA 8: REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO DEL TRATAMIENTO 5 DURANTE TODO EL ENSAYO	60
GRÁFICA 9: REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO DEL TRATAMIENTO 6 DURANTE TODO EL ENSAYO	61
GRÁFICA 10: REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO DEL TRATAMIENTO 7 DURANTE TODO EL ENSAYO	62
GRÁFICA 11: REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO DEL TRATAMIENTO 8 DURANTE TODO EL ENSAYO	63
GRÁFICA 12: REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO DEL TRATAMIENTO 0 DURANTE TODO EL ENSAYO	64
GRÁFICA 13: REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO DEL TRATAMIENTO 1 DURANTE TODO EL ENSAYO	65
GRÁFICA 14: REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO DEL TRATAMIENTO 2 DURANTE TODO EL ENSAYO	66
GRÁFICA 15: REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO DEL TRATAMIENTO 3 DURANTE TODO EL ENSAYO	67
GRÁFICA 16: REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO DEL TRATAMIENTO 4 DURANTE TODO EL ENSAYO	68
GRÁFICA 17: REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO DEL TRATAMIENTO 5 DURANTE TODO EL ENSAYO	69
GRÁFICA 18: REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO DEL TRATAMIENTO 6 DURANTE TODO EL ENSAYO	70

GRÁFICA 19: REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO DEL TRATAMIENTO 7 DURANTE TODO EL ENSAYO	
.....	71
GRÁFICA 20: REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO DEL TRATAMIENTO 8 DURANTE TODO EL ENSAYO	
.....	72

1.INTRODUCCIÓN

Las Proteaceas son una familia de Angiospermas del orden Proteales. Consta de 80 géneros y unas 1700 especies originarias de África del Sur y Australia. Entre los géneros más destacados se puede citar: *Leucospermum*, *Leucadendron* y *Protea*.

Este cultivo llegó a nuestras islas por medio del Jardín Botánico de La Orotava en los setenta mediante un programa de introducción de plantas australianas y africanas, pero no es hasta 1982 cuando se realizan plantaciones en campo en algunas zonas de medianías de la isla de Tenerife. Su interés es ornamental, siendo la característica más importante el tallo floral, floreciendo en otoño-invierno cuando escasean otras flores. Otro aspecto a destacar es la larga duración que tiene la flor lo que la hace muy adecuada para la exportación (Rodríguez Pérez, 2007).

Las principales zonas productoras de importancia económica se localizan en el hemisferio sur: Sudáfrica, Australia, N. Zelanda, Zimbabwe; en cuanto al hemisferio norte se ubican en Israel, California, Hawai, Portugal y España, particularmente, en Canarias. Este cultivo se inició en Canarias en los años 80, siendo Tenerife y La Palma las islas con más superficie cultivada. En la isla de La Palma ha ido creciendo con mayor auge debido a que los agricultores se han unido en una cooperativa, Cooperativa Próteas La Palma, lo que ha permitido impulsar su comercialización en el exterior y además por la promoción por parte del Cabildo de la isla, aportando asesoramiento técnico.

El cultivo de éstas para flor cortada o para verde de corte (como plantas de complemento floral) son una alternativa interesante. Existen en Canarias más de 50 Ha, con cultivos de Proteaceas en las islas de Tenerife, La Palma (30 Has) y Gran Canaria, debido a este aumento de la superficie de cultivo es necesario un mejor conocimiento del mismo, en todos sus aspectos, incluida la propagación.

El enraizamiento de estacas está muy influenciado por las condiciones medioambientales en las que se realice como una elevada humedad relativa, una adecuada temperatura del sustrato y del aire, aireación, disponibilidad de agua en el sustrato, renovación de aire y una correcta iluminación (Loach, 1988). Además de optimizar las condiciones medioambientales, el porcentaje de enraizamiento de las estacas se puede aumentar haciendo uso de una serie de técnicas adicionales tanto físicas como químicas. En

diferentes estudios se concluye que el *Leucospermum* responde muy bien a la propagación mediante estacas terminales tratadas con 4000 ppm de IBA en un sustrato de enraizamiento compuesto por turba-poliestireno en la proporción 4:6 (v/v). No obstante, debido al uso que se está haciendo últimamente con otros reguladores de crecimiento y con sustancias de probada eficacia sobre el enraizamiento de algunas especies leñosas, se empleó además de 4000 ppm de IBA el uso de biofertilizantes elaborados según la metodología SEFEL (Sistema de Elaboración de Fertilizantes Ecológicos Líquidos)(Acosta, 2013).

Es por ello que la nueva variedad de este proyecto, *Leucospermum* `Ayoba Peach`, cuyos parentales son *L. lineare* x *L. cordifolium* x *L. glabrum*, fue objeto de estudio, puesto que no hay trabajos aún que puedan poner en evidencia su capacidad de enraizamiento en estacas apicales y subapicales con lesionado y sin él.

Basándonos en un trabajo anterior sobre la aplicación de IBA y SEFEL como estimulantes de enraizamiento en la propagación de esquejes del género *Protea* (Soriano Martín, B. 2017) se concluye realizar este estudio para comparar cómo influyen dichos estimulantes de enraizamiento, en el cultivar de *Leucospermum* `Ayoba Peach`.

2. OBJETIVOS

Los objetivos que se pretenden alcanzar en este Trabajo Fin de Grado son los siguientes:

- Estudiar la influencia del IBA, SEFEL con tratamientos solos o combinados en el enraizamiento de estacas apicales y subapicales con lesionado o sin lesionar del cultivar *Leucospermum* `Ayoba Peach`.
- Comprobar el potencial de enraizamiento de este nuevo cultivar bajo las mismas condiciones de propagación.

3.REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1.Taxonomía, ecología y distribución

3.1.1.Familia Proteaceae

Esta familia es una de las más antiguas del mundo, en la actualidad se encuentran 76 géneros y más de 1400 especies (Johnson y Briggs, 1975).

En un principio, en el siglo XIX esta familia se dividía en dos subfamilias, *Grevilleoideae* y *Proteoideae*. Esta división se hizo tomando en cuenta sólo los caracteres morfológicos por lo que con los años se ha ido modificando las clasificaciones de esta familia.

En 1975, Johnson y Briggs, realizan una de las últimas clasificaciones supragenéricas más recientes y completas de las Proteaceae, teniendo en cuenta su morfología, caracteres anatómicos y citológicos, aunque también tomaron en cuenta otros atributos mico-moleculares y asociaciones bióticas.

Esta clasificación, convertida en un marco sistemático de las siguientes generaciones de investigadores, ha sido modificada desde entonces como por ejemplo Douglas en 1998, dejando como válida la división de esta familia en cinco subfamilias: *Bellendenioideae*, *Persoonioideae*, *Symphionematoideae*, *Proteoideae* y *Grevilleoideae*.

Actualmente, existe una nueva clasificación supragenérica de esta familia como se muestra en la siguiente imagen donde se han tomado como muestras casi 190.000 ejemplares igualmente parsimoniosos teniendo en cuenta filogenias moleculares.

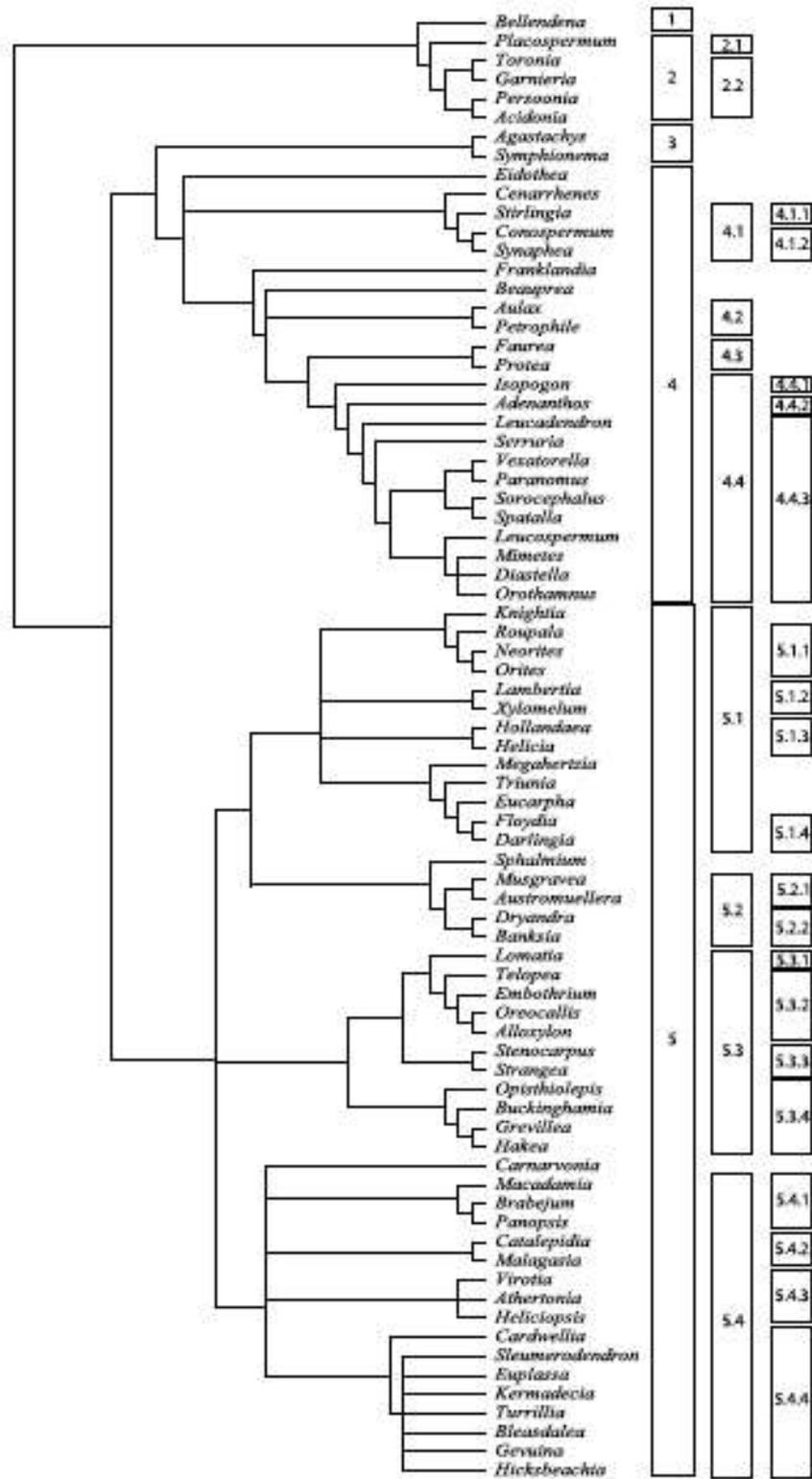


Imagen 1: Fuente Artículo de la revista TELOPEA año 2006

Los números de la derecha son las subfamilias (1-5) siendo las siguientes familias:

1. *Bellendenioideae*
2. *Persoonioideae*
3. *Symphionematoideae*
4. *Proteoideae*
5. *Grevilleoideae*

Los números que se encuentran en el medio corresponden a las tribus (2,1-5,4) y los que se encuentran a la izquierda son subtribus.

Dentro de la subfamilia *Proteoideae*, los géneros más importantes desde un punto de vista comercial en Canarias son *Leucospermum*, *Protea* y *Leucadendron*.

3.1.2. Género *Leucospermum*

Son árboles arbustos monotallo o múltiple desde su base con una altura de alrededor de entre 1 y 5 metros. Los arbustivos son postrados, extendidos y con tallos decumbentes de 1 a 5 metros de diámetro.

Sus hojas son alternas laxamente ascendentes o imbricadas, sésiles o pecioladas, de entre 14-15 cm de longitud, elípticas o lineares, oblongo lanceoladas, ovales, obovadas o espatuladas; enteras con hasta 17 dientes en el ápice, glabras, pubescentes con mucha frecuencia recubiertas de un indumento corto de pelos finos, crispados con tricomas erectos y sedosos.

La inflorescencia está dispuesta en capítulos axilares, sésiles a pedunculadas, solas o en grupos de hasta 10 por rama florífera, globosa ovoide, deprimidas de 2-15 cm.

Su receptáculo involucral cilíndrico, cónico, globoso o aplastado con brácteas involucrales lineares u ovadas, subescuarrosas, cartilaginosas o membranosas, glabras o pubescentes, pequeñas verdosas incospicuas cuando están frescas.

Las bracteolas son lanosas en la base, pubérulas o glabras apicalmente, que de manera ocasional pueden agrandarse y hacerse leñosas después de la polinización, con un

periantio de 1.5-5.5 cm de longitud, tubularcilíndrico en botón, recto o adaxialmente curvado, de colores blanco, rosa, amarillo, naranja o escarlata, con tres uñas adaxiales unidas para formar una vaina. La uña adaxial solo está unida en la base a las otras tres.

El tubo del periantio de 0.3-1.0 cm de longitud, cilíndrico o angosto en la base e inflado en el ápice. Limbos de los periantios ovados o lanceolados, agudos. Las anteras son sésiles o subsésiles con el conectivo prolongado en una protuberancia apuntada o redondeada. El estilo curvado adaxialmente o recto, de 1-8 cm de longitud, alargándose muy rápido y arqueándose hacia arriba entre las tres uñas fusionadas y la uña libre, pudiendo ser a menudo ahusado subterminalmente. Dispone el polen de forma cilíndrica, clavada, ovoide, cónica u oblicuamente turbinada. La hendidura estigmática es terminal u oblicua. El ovario de 1-2 mm de diámetro pubérulo, diferenciado de manera escasa desde la base del estilo, locular, con un sólo óvulo, péndulo. Escamas hipogíneas 4, de 1-3 mm de longitud, lineares a deltoide-subuladas. Fruto en aquenio, ovoide a cilíndricos, de 4-8 mm de longitud, ampliamente emarginados en la base, glabros o diminutamente pubescente Rourke (1972).

3.1.2.1. Distribución y ecología

El género *Leucospermum* incluye 48 especies procedentes del sur de África. Su ubicación se localiza desde las tierras altas de Zimbabwe, a través de la parte oriental de Transavaal Drakensberg hasta Zwaziland a Natal, y desde allí, se distribuye a lo largo y ancho del cinturón costero del Este y Sudeste del Cabo, hasta el Sudeste de dicha provincia, con ciertas poblaciones apartadas en Naqualand.

Sólo hay tres especies (*L. saxosum*, *L. gerrardi*, y *L. Innovans*) localizadas fuera de los límites del Cabo, mientras que el 92 % de las especies conocidas se encuentran en Port Elizabeth y en la desembocadura del Oliphants River.

La mayor parte de las especies se hallan en un cinturón a lo largo de la costa sur del Cabo, entre Stanford y la desembocadura de Breede River, donde aproximadamente se encuentra el 30 % de las especies conocidas. Los rangos geográficos de la mayoría de las especies son pequeños, pudiendo darse el caso de que muchas de ellas se ubiquen en una milla cuadrada. Serán pocas las especies que dispongan de rangos más amplios de distribución.

Es por ello que en muchos aspectos, la distribución de *Leucospermum* es paralela a la de muchos géneros típicos del Cabo, como *Phyllica*, *Muraltia*, *Cliffortia* y *Ariste*. Los suelos en que se desarrolla la mayor parte de las especies en el Cabo, son de tipo muy ácido derivados de areniscas procedentes de Table Mountain.

Serán pocas las que se desarrollen sobre sustrato silíceo proveniente de la descomposición de cuarcitas lavadas. Fuera de los límites del Cabo, las especies se encontrarán sobre suelos derivados de areniscas y cuarcitas. Hay varias especies que viven sobre suelos pesados arcillosos, como es el caso de *L. grandifolium*, *L. lineare*. También se da el caso de que vivan sobre arenas estabilizadas parcialmente, de origen terciario o de reciente formación.

3.1.2.2. *Leucospermum cordifolium*

Es un arbusto extendido y redondeado que puede llegar a medir 2 metros de diámetro y 1.5 m de altura, presentando un tallo principal único con ramas secundarias que se pueden extender horizontalmente, inclinándose hacia el suelo en muchos casos.

Las ramas floríferas serán subrectas o extendidas horizontales, con unos 5-8 mm de diámetro, provistas de un corto indumento de pelos finos, crispados tendiendo a glabras.

Las hojas son, ovadas o cordadas y enteras a oblongo-obtusas con hasta seis dientes en el ápice de 2-4.5 cm de ancho y de 2-8 cm de largo, pubescentes al principio, y luego glabras, oblongo-obtusas en la parte más baja de las ramas, pasando a ovado-cordadas y enteras debajo de la inflorescencia. Inflorescencia globosa-deprimida, de 10-12 cm de diámetro, solitarias o en grupos de 2-3, normalmente dispuestas en ángulo recto con las ramas floríferas, pedunculadas, con los pedúnculos de hasta 1.5 cm de longitud.

El receptáculo involucral es estrechamente cónico, agudo, de hasta 3-3.5 cm de largo y 8 mm de ancho. Sus brácteas involucrales ovado-acuminadas, de 4-5 mm de anchura y 8 mm de longitud, cercanamente adpreso-imbricadas cartilaginosas, finamente tomentosas. Bracteolas obtuso-acuminadas, cóncavas, con el ápice incurvado, de 7 mm de ancho y 8-10 mm de largo, cartilaginosas, gruesamente lanosas basalmente.

Periantio de 3-3.5 de largo, de color amarillo, naranja o escarlata. Tubo del perianto de 8-10 mm de longitud, cilíndrico, glabro. Las tres uñas adaxiales unidas en una vaina

sigmoidalmente curvada, glabra, pero hispida en los márgenes de las dos uñas laterales, fuertemente enrollada subterminalmente en dirección adaxial. La uña adaxial esparcidamente pulverulenta.

Limbos del periantio ovado-agudos, de 3 mm de longitud y 2 mm de ancho, hispídos. Anteras subsésiles, obovadas. Los filamentos de 1 mm de largo, con dos protuberancias carnosas en la base. Estilo de 4.5-6 cm de longitud, situado horizontalmente, pero curvado oblicuamente turbinado, con el ápice truncado que lleva una hendidura estigmática en posición oblicua. Escamas hipogíneas subuladas, de 2 mm de largo Rourke (1972).



Imagen 2: Gardeners' World Magazine

3.1.2.2.1. Distribución y ecología

La población de *Leucospermum cordifolium* situada más al norte se puede observar en Aries Kraal, en las estribaciones Sudorientales de Kogelberg. Desde aquí se expande hacia el Sur, a través de Bot River, Onrus, Shaws's Pass, Caledon y Standford hasta Napier, Bredasdorp y Elim.

La concentración más al sur está en el borde meridional de Soetany'sberg, localizándose todas estas zonas en la República de Sudáfrica. Los grupos que aparecen son densos, de hasta 100 ejemplares, o también, formando grupos donde los individuos aparecen algo más esparcidos.

La especie sólo se desarrollará en suelos ácidos, derivados de las areniscas de Table Mountain, en terrenos montañosos, abiertos, a altitudes entre 30 y 450 m. La floración comienza desde el final del invierno hasta el verano. A pesar de que el color del perianto y el estilo podrán variar de amarillo a escarlata, el naranja vivo será el más frecuente.

3.1.2.3. *Leucospermum lineare*

Son arbustos erectos o extendidos, pudiendo llegar a medir hasta 2 metros de alto, y 3-4 m de ancho si es extendido.

Las ramas floríferas son erectas, extendiéndose horizontalmente, glabras de 2 a 5 mm de diámetro provisto de hojas lineares, planas o canalizadas, con una envoltura marginal de 4 a 10 cm de longitud, 2 a 7 cm de ancho, carentes de vellosidad con extremo entero o con 2-3 dientes.

Inflorescencia globosa deprimida, de 6 a 9 cm de diámetro normalmente solitarias pero ocasionalmente en grupos de dos o tres. Pedunculadas de 1 a 4 cm de longitud.

Receptáculo involucral estrechamente cónico en el extremo, con 2 o 3 cm de longitud, y 3 a 5 cm de ancho. Sus brácteas involucrales son ovadas hacia el extremo, de 1.5 cm de longitud y 1 cm de ancho, imbricadas cartilaginosas, tomentosas en su superficie. Las bracteolas ovadas en el extremo de 1 cm de longitud, 5 a 6 mm de ancho, cartilaginosas, gruesamente lanosa en su base.

Perianto de 3 cm de largo de color amarillo pálido a naranja. El tubo del perianto tiene 7-8 mm de largo, delgado y glabro. Uñas de los periantos unidos subterminalmente. Limbos del perianto lanceolados, de 3 mm de longitud, hispídeos con anteras subsésiles. El estilo es de 5 a 5,5 cm de longitud, situado horizontalmente, pero oblicuamente turbinado. Presentadores del polen hacia el extremo, de 1,5 mm de longitud. Ranura estigmática terminalmente oblicua. Dimensión hipogínea lineal 2 mm de longitud.



Imagen 3: Iziko museum of South Africa, Colin Paterson-Jones

3.1.2.3.1. Distribución y ecología

El rango de distribución del *Leucospermum lineare* se extiende desde Bain's Kloof en el norte, hacia el sur de Paarl, Klein Drakenstein, las montañas French Hoek, y a Jonkershoek. Dos formas son muy conocidas, unas de las cuales se extiende horizontalmente con estilos y periantos dorados, siendo lo más generalizado.

En Assegaaibos Kloof, French Hoek, habita una de las formas más erectas que existe, con un profundo color naranja en el estilo y el perianto. La agrupación de *L. lineare* se da en las montañas del país entre los 1000 y 3000 pies por encima del nivel del mar, donde el viento y la lluvia son de 30-50 mm según los datos existentes.

En particular es notable el efecto que produce en estas especies los particulares suelos derivados de la meteorización de la capa granítica. Se producirán arcillas de la rotura y caída de estos materiales. Por ello hay pocos lugares donde habita el *L. lineare* en Table Mountain Sandstone, siendo estos generalmente debajo de los depósitos de roca granítica meteorizada. La floración será irregularmente desde enero a julio pero puede dirigirse desde marzo a abril.

3.1.2.4. *Leucospermum glabrum*

Es un arbusto erecto, redondeado, de hasta 2.5 metros de altura, con tallo único que parte desde la base, de unos 10 cm de diámetro y corteza de color rojizo-marrón.

Presenta tallos florales erectos, leñosos y con un diámetro de 5 a 10 cm, siendo piloso al principio para luego pasar más tarde a ser glabro. Hojas ligeramente ascendentes, subsésiles, de ovadas a muy ovadas, acuminadas en la base y de 8 a 12 cm de longitud por 3 a 5 cm de ancho; glabras, presentando de 7 a 14 dientes en los bordes floral y de un color verde intenso en estado silvestre.

Sus inflorescencias ovoides, de 7 a 9 cm de diámetro, subsésiles y generalmente solitarias aunque en ocasiones se pueden presentar formando grupos de 2 o 3 flores. Receptáculo involucral cónico, de unos 4.5 cm de largo por 1.3 cm de ancho, con ápice curvado en la punta; tormentosas, cartilaginosas e imbricadas fuertemente. Las bracteolas con ápice acuminado-caudal, de 1.5 cm de largo por 1 cm de ancho, fuertemente curvado; con bordes ciliados y presentando a su vez una superficie adaxial, rizada de color carmín intenso en estado silvestre.

Periantio de color carmesí intenso y de unos 3.5 cm de longitud, siendo las "cintas" ligeramente vellosas y del mismo color. El tubo polínico es glabro y mide unos 10 mm de largo. Los limbos del periantio son agudos y ligeramente estrechos, vellosos y muchos de ellos (los adaxiales) presentan poco vello. Los estilos son de 5 a 6 cm de longitud, robustos (2-3 mm de diámetro) y ligeramente arqueados.

El presentador de polen es cónico, agudo y de 6 mm de longitud por 3 mm de ancho; mientras que los estigmas presentan estrías en su parte más externa. El ovario es hipogino, de 1.5 mm de longitud y de un color crema-marfil.



Imagen 4: Iziko museum of South Africa, Colin Paterson

3.1.2.4.1. Distribución y ecología

Las poblaciones de *Lp. glabrum*, se distribuyen irregularmente por las colinas a lo largo del sureste de las montañas de Outeniqua desde Cradockberg pasando por George y luego pasando hacia el este por la bahía de Plettenberg hasta el área del Príncipe Alfred.

Las especies aparecen en zonas resguardadas del frío, en las caras sur de las colinas, desde los 150 hasta los 500 m. La precipitación anual es de unos 30 a 40 mm en estas zonas pero distribuidos más o menos uniformes a lo largo de todo el año.

El *Lp. glabrum*, para obtener un buen desarrollo, crece en suelos húmedos y turbosos del Fynbos. Generalmente el tipo de finbos viven asociados otro tipo de especies como: *Berzelia sp*, *Leucadendron spp*, *Erica spp* y *Laurophyllus capensis*. Siendo la época de floración en estas regiones desde febrero hasta abril.

3.1.2.5.L. 'Ayoba Peach'

L. 'Ayoba Peach' es un atractivo y nuevo híbrido entre *L. lineare x L. glabrum x L. cordifolium*.

Es un arbusto redondeado con un porte vigoroso con tallos largos coronados por una cabeza acérica de color naranja de forma general con tonos dorados y melocotón. Se adapta muy bien a zonas donde su situación es a pleno sol. Requiere de suelos ligeramente ácidos y con drenaje libre. Su floración es en primavera-verano. Su ciclo es anual, siendo su época de cosecha entre diciembre y marzo teniendo una vida útil de diez a 12 años

Son cultivares comercialmente interesantes porque tienen una duración de 3 semanas en flor cortada. Se comercializa con una longitud de entre 40, 50 60 e incluso 70 cm de longitud.



Imagen 5: L. 'Ayoba Peach' en Breña Alta



Imagen 6: L. 'Ayoba Peach' en Breña Alta

3.2. Propagación vegetativa

Existen especies capaces de sobrevivir en el tiempo desarrollando órganos especializados para reproducirse genéticamente. Esta peculiaridad se ha aprovechado en cultivos.

La propagación vegetativa es un sistema de multiplicación que consiste en utilizar hojas, tallos, raíces, cormos, etc., de la planta madre con el fin de acelerar el proceso de producción y abaratar costes del mismo y reproducir nuevas plantas saltándose el proceso de recolección de semillas, selección, germinación, etc. Así con una planta adulta, sus partes vegetativas, se pueden obtener plantas nuevas.

Además, con esto se consigue mantener genéticamente los caracteres deseados conseguidos en la planta madre, lo que quiere decir que no habrá variabilidad genética, por lo que los caracteres perdurarán dando una seguridad y estabilidad al cultivo.

Existen diferentes técnicas de propagación como son "in vitro" o micropropagación; y multiplicación de tallos y raíces especializadas con diversos métodos como por ejemplo el estaquillado, acodos, injertos, etc. La multiplicación por esquejes o estacas es la que se ha realizado en este estudio.

Según Vogts (1982), Hartman y Kester (1981) será necesario usar material de propagación asexual en los siguientes casos:

- Para evitar periodos juveniles prolongados, las plantas florecen con mucha anterioridad que cuando se desarrolla en semilla
- Por razones económicas, puesto que la propagación por semilla de ciertas especies es difícil y poco remunerada
- Especies extrañas o en peligro de extinción, ya que la obtención de semillas es muy baja y eso casi obliga a utilizar otras técnicas
- En todos los cultivares e híbridos, aún si producen semillas viables, pueden dar lugar a caracteres no deseables

3.2.1.Propagación por estacas

Las próteas se propagan mediante esquejes de tallos. Usualmente de tallos terminales o subterminales.

Según Hartman y Kester (1981) las estacas de tallo y acodos son capaces de desarrollar raíces adventicias.

3.2.1.1.Tipos de estacas

3.2.1.1.1.Estacas de tallo

Es el tipo de propagación más utilizado en próteas. Según Martínez y Águila (1.989), Hartman y Kester (1.981), se puede dividir en cuatro grupos de acuerdo con la naturaleza de la madera que se use.

- Estacas de madera dura de especies caducas: las estacas se obtienen de la planta madre cuando se encuentran en el periodo de reposo por lo que están desprovistas de hojas. En general, se utiliza la madera del año anterior, en ocasiones y según la cantidad del material vegetal de partida se puede utilizar de más edad, lo importante es que tengan un buen almacenamiento, además se debe de tener en cuenta no escoger ramas con entrenudos muy largos y los fragmentos a utilizar deben de llevar como mínimo dos nudos para cubrir las necesidades energéticas y materiales durante el enraizamiento.

- Estacas de madera dura de especies perennes: se emplean en especies como las coníferas, en este caso se utilizan estacas de menos de un año de edad, aunque en algunas ocasiones se recurra a material más viejo, las estacas se recolectan a finales de otoño invierno. En estos casos el lesionado puede dar buenos resultados, Martínez y Águila (1989)
- Estacas de madera semidura: se obtienen de especies leñosas perennes o caducas. Se toman en verano de ramas nuevas, después de que haya habido un periodo de crecimiento y la madera este parcialmente madura, en este caso las ramas deben de medir entre 7 y 15 cm de longitud, conservando unas pocas hojas en la parte superior. Este tipo de estacas es la más utilizada en propagación vegetativa de próteas
- Estacas de madera blanda: son las que se toman de plantas leñosas caducas o perennes a partir de las ramas procedentes del crecimiento de primavera. Enraízan con cierta facilidad y rapidez aunque requieren de muchos cuidados. No se deben eliminar las hojas completamente.
- Estacas de madera herbácea: son procedentes de plantas herbáceas y suculentas, suelen ir provistas de hojas, aunque a veces se obtienen por troceado y defoliación de los tallos. Normalmente se podrán enraizar durante todo el año. No se usan en la propagación de próteas

3.2.1.1.2.Estacas de raíz

Para obtener los mejores resultados se han de tomar secciones de raíz de plantas madres jóvenes a finales de invierno o principios de primavera, cuando las raíces están bien provistas de nutrientes almacenados, pero antes de que se inicie el nuevo crecimiento Hartman y Kester (1981).

3.2.1.1.3.Estacas de hoja

Se utilizará el limbo de la hoja o el del peciolo para obtener nuevas plantas. El número de plantas que se pueden multiplicar de esta forma es reducido y limitado, ya que el éxito de la técnica está en función de diversos factores ambientales, así como de la madurez de la hoja Mac Millan (1.990).

3.2.1.1.4. Estacas de hoja y yema

Hartman y Kester (1981). Este tipo de material se compone de una hoja, una yema en la axila foliar y una pequeña porción de tallo.

La hoja será la que aporte los nutrientes para el sustento de la estaca y para los necesarios procesos regenerativos, la yema es el núcleo del nuevo sistema caulinar, y en la porción del tallo se producirán las raíces Mac Millan (1990).

Este tipo de estacas se debe hacer solamente sobre el material que tenga yemas bien desarrolladas y hojas sanas y en crecimiento activo.

Las estacas de hoja con yema se han utilizado para propagar algunas proteas como son: *Telopea specisissima* x *T. mongaensis*, *Leucadendron* 'Safari Sunset', *Leucospermum patersonii* y *Protea obtusifolia*, Rodríguez Pérez (1.989).

Las ventajas son:

- Se puede obtener un número elevado de plantas a partir de poco material vegetal
- Las estacas de hoja con yema ocupan menos que las estacas de tallo, en las camas de propagación

Los inconvenientes son:

- El proceso es más lento que con las estacas de tallo
- Las plántulas obtenidas son más débiles y requerirán de más atención y cuidados

3.2.1.2. Selección de estacas

Es conveniente tener en cuenta las condiciones fisiológicas en que se encuentren las plantas madres, siendo muy importante que se encuentren libres de enfermedades o

patógenos, así como en unas condiciones nutricionales adecuadas, ya que esto condiciona tanto el porcentaje de enraizamiento como el desarrollo de raíces y tallos de las estaquillas.

Se aconseja recoger las estaquillas por la mañana temprano, de modo que el material vegetal esté turgente, debido a que el déficit hídrico produce una reducción del enraizamiento.

La nutrición también ejercerá una gran influencia en el desarrollo de raíces y tallos de las estacas. Este efecto se verá asociado con las relaciones existentes de carbohidratos/nitrógeno, de manera que el contenido de carbohidratos en la estaca influirá en la iniciación radicular. Una baja concentración de carbohidratos dará como resultado estacas suaves y flexibles, sin embargo, una concentración alta, hará que las estacas sean firmes y rígidas, quebrando cuando se doblan. La firmeza se puede confundir con la maduración de los tejidos, debido al engrosamiento y lignificación de las paredes celulares Hartman y Kester (1.981).

La presencia de hojas en los esquejes parece que también juega un papel importante en el desarrollo de las raíces ya que ésta aumenta el enraizado. Según Hartman y Kester (1981) las hojas producen un cofactor de enraizamiento que es responsable del aumento del enraizado en los esquejes.

La época de recolección de las estacas también es importante aunque en algunas plantas la recolección de las estacas puede llevarse a cabo en cualquier época del año, será lógico que existan periodos más apropiados que otros Hartmann y Kester (1981).

Malan (1.992), estudió la propagación vegetativa de próteas, e indicó que varios factores indirectos, como es la madurez fisiológica de la planta madre, pueden contribuir a un menor enraizamiento de las estacas. Una propagación sucesiva de plantas madres, dará como resultado una madurez continuada de la madera que posteriormente se utiliza como material para estaca.

Dependiendo del lugar de la rama donde se tome la estaca, hay una variación en la producción de raíces. No se pueden establecer unas reglas fijas para seleccionar el tipo de material a usar, ya que esto depende de las especies o cultivares.

En próteas, diversos autores han estudiado este tema e ilustran lo siguiente:

- Según Meynhardt (1.974), el mejor tipo de estacas son los brotes jóvenes desarrollados poco después de la floración. Sin embargo, las estacas no se deberían tomar de brotes muy jóvenes y blandos, sino a partir de brotes algo leñosos, normalmente recolectados alrededor de seis semanas después de la floración

- Jacobs y Steenkamp (1.975), indicaron que las estacas de madera semidura preparadas a partir de material de la estación de crecimiento en curso dan resultados satisfactorios, pero sería más aconsejable para las especies más difíciles de enraizar, utilizar estacas de madera algo más blanda. Las mejores estacas se obtienen de aquellos brotes que han completado un flujo de crecimiento y la rama tiene tal firmeza que se rompe al doblar. La época del año en que están disponibles los brotes adecuados para la preparación de estacas, dependerá de la especie, y en menor grado, de las condiciones climáticas. Especies como *Leucospermum cordifolium*, *L. lineare*, *L. totum* y sus híbridos, crecen activamente en primavera y verano, pero su crecimiento se detiene hacia el final del verano (febrero-marzo, en el hemisferio Norte agosto-septiembre), el material posee entonces las condiciones adecuadas para la preparación de las estacas. También se han obtenido buenos resultados con estacas tomadas más tarde hasta el mes de mayo, (en el Hemisferio Norte en noviembre). La mayoría de las especies del género *Protea* dan más de un flujo en una estación de crecimiento, pudiendo preparar las estacas a partir de cualquiera de estos flujos. El periodo comprendido entre febrero y mayo (agosto a noviembre en el Hemisferio Norte), es generalmente, el más adecuado para la obtención de estacas, aunque también se pueden conseguir en otras épocas del año, dependiendo de las especies

- Jacobs y Steenkamp (1.976), utilizaron para la preparación de estacas de *Leucospermum* y algunos híbridos, brotes de la estación de crecimiento en curso. Utilizaron brotes para la preparación de estacas de *Leucospermum cordifolium*. Esta especie forma yemas conspicuas durante el invierno desarrollándose éstas en primavera, los correspondientes brotes continúan creciendo hasta febrero (agosto en el Hemisferio Norte). Aunque hay bastante variación del momento en que los brotes detienen su crecimiento de forma individual, hay suficiente material vegetativo disponible desde enero (julio en el Hemisferio Norte).

- Vogts (1.982), sugirió que donde sea posible, es mejor tomar brotes terminales o brotes laterales con un desarrollo vertical, que aquellos brotes que tengan un desarrollo horizontal, ya que los primeros formarán una planta vertical sin ramas extendidas sobre el suelo
- Según Jacobs (1983), la mejor época para tomar las estacas depende de dos factores: la madurez que tenga la madera hacia el final del ciclo vegetativo, y el tiempo que necesiten las estacas para enraizar. El ciclo vegetativo de todas las Proteas está comprendido en el periodo que va desde noviembre y final de abril (mayo y final de octubre en el Hemisferio Norte). Observó que especies como *Protea neriifolia*, *P. grandiceps* y *P. magnifica* tienen un enraizamiento lento, y es recomendable coger las estacas entre noviembre y diciembre, (mayo y junio en el Hemisferio Norte). Otras como *P. repens*, *P. cynaroides*, *P. effusa*, *P. compacta* y *P. eximia*, enraízan más rápidamente y se pueden tomar las estacas en enero y febrero, (junio y julio en el Hemisferio Norte). En especies de *Leucospermum* y *Leucadendron*, las cuales tienen un ciclo vegetativo tardío y un periodo de enraizamiento de dos meses o dos meses y medio, las estacas se deben tomar en marzo y abril, (septiembre y octubre en el Hemisferio Norte)

3.2.1.3.Preparación y obtención del material a propagar

El corte para separar el material vegetal, de la planta madre, deberá ser recto, ayudado por una navaja u otro instrumento. El corte basal debe ser limpio y localizado justo por debajo de un nudo.

Por lo general, las estacas deben de tener dos nudos como mínimo, excepto en las estacas de hoja con yema, y una longitud variable en relación a la de los entrenudos que la forman, oscilando entre 5 y 70 cm. Martínez y Águila (1.989).

En la mayoría de los casos se extraen algunas hojas de la parte basal del esqueje para evitar así la pudrición debido al contacto con el sustrato húmedo. En algunas ocasiones estas hojas son suprimidas para reducir la transpiración, y también para aumentar las

densidades de plantación. En todo caso debe evitarse que se realicen en exceso puesto que se elimina la actividad fotosintética. Martínez y Águila. (1989).

Muchos autores dan su opinión en cuanto a la obtención y preparación de las estacas: Jacobs y Steenkamp (1.975), sugirieron que la longitud de la estaca debe estar comprendida entre 10 y 20 cm., ya que si son de mayor longitud, no sólo enraízan con más dificultad sino que su supervivencia es menor después del trasplante.

Se eliminarán las hojas de la parte basal hasta la mitad o los dos tercios de la longitud de la estaca. En ciertas especies como *Leucospermum lineare*, las hojas se pueden quitar a mano, pero en otras como *L. cordifolium*, deben de ser cortadas, ya la corteza podría ser dañada.

Según Meynhardt (1.974), las estacas deben de prepararse y colocarse en las camas de propagación lo más pronto posible tras de la recolección. Sin embargo, en el caso de no ser así, se podría almacenar dentro de bolsas de plástico en un lugar frío.

Harré (1988), recomienda la recolección de estacas de *Leucospermum* justo después de la mitad del verano. Según este autor, la longitud de las estacas de *Leucospermum* debe estar comprendida entre los 10 y 12.5 cm, la mayoría de las estacas de este género presentan una concentración muy pequeña de nudos de hojas en la base de los tallos. Es en dicha área donde tendrá lugar la mayor actividad de enraizamiento, debiendo ser seleccionadas las estacas de manera que en esta zona se formen los primeros 2 cm de la base de las mismas. Esto resultará un mejor enraizamiento en comparación con las estacas provenientes de zonas más altas del tallo donde el material usado no es tan maduro.

Las hojas en la base de la estaca se deben reducir lo máximo posible, dejando de cinco a siete hojas. Siendo muy importante que las hojas no estén en contacto con el medio de enraizamiento.

Malan (1988), recomienda que la recolección de las estacas se haga a primera hora de la mañana, y se guarden en frío hasta su preparación y colocación en el sustrato. Él recomienda una buena desinfección mojando las estacas cuando llegan de la plantación. Debiendo cortarse cada hoja de forma individual con unas tijeras, ya que al arrancarlas pueden causar profundas heridas en la corteza de las estacas.

3.2.2. Condiciones ambientales que afectan al enraizamiento

3.2.2.1. Condiciones ambientales

Para que en el enraizado de las estacas obtenga notoriedad, se debe mantener un control de las condiciones ambientales durante todo el proceso de multiplicación, además de un control físico y químico.

Los factores ambientales influyentes en el enraizado son los siguientes:

- Humedad relativa de la atmósfera
- Correcta iluminación
- Temperatura del sustrato y del aire
- Disponibilidad de aire y agua en el sustrato

3.2.2.1.1. Humedad relativa

Los esquejes de tallo al no poseer raíces, las condiciones de humedad relativa y disponibilidad de agua deben ser absolutas, puesto que, de no ser así, se producirá un desecamiento y como consecuencia no formarán raíces.

Esto es un aspecto importante en los esquejes con hojas, sobre todo los herbáceos y semileñosos. Para que no se origine la desecación se pueden utilizar una aspersion intermitente “nebulización” o “mist system”. De este modo se consigue que el esqueje esté cubierto permanentemente de una delgada capa que anula o disminuye radicalmente la transpiración y que el ambiente se mantenga a humedades relativas entre el 99% y 95%. Evitará también el aumento de la temperatura de las hojas y del aire, con el aumento consecuente de fotosíntesis y disminución de la respiración Martínez y Águila (1989).

Los sistemas de nebulizadores utilizados normalmente consiguen proyectar el agua a una presión elevada (de 6 a 12 atmósferas) que sale por un estrecho orificio.

Estos nebulizadores se suelen colocar a un metro sobre las estacas. Una vez en funcionamiento, se forma una nube y se precipita sobre los esquejes dando lugar a una fina capa de agua.

Hay dos formas de nebulización que son, continua y discontinua. Se ha comprobado que la nebulización continua presenta grandes desventajas frente a la discontinua, y son las siguientes:

- Mayor gasto de agua
- Enfriamiento excesivo del sustrato
- Riesgo de asfixia radicular.

La cantidad de agua a aplicar además depende de otros factores como son el genotipo de la planta, humedad del aire y temperatura.

Estos factores van a determinar el sistema de nebulización, es decir, un sistema simple regando poco tiempo al día, o un sistema más complejo con un control de las intermitencias. La nebulización no debe realizarse por la noche.

Las instalaciones de multiplicación con nebulización deben poseer un excelente drenaje, que permita que el agua circule rápidamente y no rellene los poros de aire que existen en el sustrato. De no ser así se puede producir asfixia de las nuevas raíces o de la base de la estaca con fatales consecuencias en la multiplicación. Es importante que el agua utilizada esté libre de patógenos Hartman y Kester (1981).

Debido a que las estacas de numerosas especies de proteas tienen cierta dificultad en enraizar, resultará adecuada la instalación de sistemas de nebulización Jacobs (1983), ya que la niebla que se condensa y evapora, suministra humedad y refresca la atmósfera disminuyendo así las pérdidas por transpiración.

Dichos sistemas deben funcionar a plena luz del día, desconectándose por la noche o en días muy oscuros puesto que el exceso de humedad es perjudicial para las próteas según Vogts (1982).

Parvin (1982), propagó por estacas especies de *Leucadendron* y *Leucospermum* en mesas de enraizamiento o con un sistema de nebulización que funcionaba durante 2.5s cada 5 min a lo largo de las horas de luz diurna.

En Elsenburg, funciona durante 1-5 min cada hora durante el día Rodríguez Pérez et al. (1993).

Harré (1988), recomienda la utilización de sistemas de nebulización cada 30-40 minutos, en las estacas del género *Leucospermum*.

3.2.2.1.2.Luz

Este factor ambiental con un cierto grado de temperatura, la luz sana el medio de vida de la planta, ya que un medio húmedo y oscuro favorece el desarrollo de numerosas enfermedades criptogámicas.

La intensidad de luz influye en la tasa de fotosíntesis. Un aumento de esta tasa supondrá un aumento en el aporte de las sustancias orgánicas consumidas para la formación y crecimiento de las raíces.

Además suministrada en la cantidad suficiente y en buenas condiciones de humedad ambiente, activa la vegetación al favorecer la función clorofílica Martínez y Águila (1989).

En cantidad suficiente y buenas condiciones de humedad ambiental, se activa la vegetación al favorecer la función clorofílica. Una insolación demasiado intensa es perjudicial para la vegetación por producir desecación, quemaduras o destrucción demasiado rápida de las auxinas de la planta Van Den Heede (1981).

La iluminación artificial puede remediar la falta de insolación, sin embargo, este tipo de luz debe emplearse con precaución, puesto que influye tanto en la cantidad total como por su intensidad, periodicidad y calidad.

La iluminación artificial puede ser muy útil en la propagación vegetativa, sobre todo si es aplicada en plantas madres en las que se pueda adelantar así la vegetación de éstas, y como consecuencia, hacer posible la obtención de estacas sanas y vigorosas en una época adecuada y favorecer el posterior enraizamiento de los mismos Van Den Heede (1981).

3.2.2.1.3. Temperatura

La temperatura es un condicionante concluyente en la constitución de raíces, ya que el nacimiento de éstas, penden de los procesos químicos y éstos a su vez, de la temperatura y es obvio que cuanto mayor es la temperatura hay un aumento de la velocidad de las reacciones químicas y por ende una mayor rapidez en la formación de raíces. Sin embargo hay que hacer mención que cuando el esqueje se mantiene caliente, su parte aérea también se desarrolla, de modo que a veces, los nutrientes no sean suficientes y puedan llegar a agotarse antes de la autosuficiencia.

La estacilla necesitará dos temperaturas: un medio aéreo fresco, para mantener un crecimiento apical mínimo, limitándose la transpiración y el gasto respiratorio aéreo, y una temperatura cálida en la base, para estimular la producción de raíces, al favorecer el transporte de materiales nutritivos orgánicos a la base de la estaca Mac Millan (1990).

Debido a las características del tallo y a su tendencia a deshidratarse la temperatura óptima variará. La temperatura idónea para la mayor parte de los esquejes es de 18 a 20° C, y para la formación y crecimiento de las raíces, la temperatura del sustrato se deberá mantener en un rango de 20 a 23° C, llegando en algunos casos a alcanzar 25° Martínez y Águila (1989).

El enraizamiento de estacas de *Leucospermum* utilizando camas de enraizamiento con calor de fondo y sin calor, con unas temperaturas de $23 \pm 0.8^\circ \text{C}$ y $12.7 \pm 2^\circ \text{C}$ respectivamente ha mostrado lo necesario que es conocer las necesidades térmicas de los cultivares de *Leucospermum*, cuando se trate de propagar en instalaciones sin calor de fondo Brits (1986).

3.2.2.1.4. Aireación

Según Moffatt y Turnbull (1993), el mantenimiento de humedades relativas elevadas requiere un alto grado de estanqueidad pudiendo provocar deficiencias en el intercambio de gases, por lo que será necesario una buena ventilación.

El aire debe entrar y salir del invernadero sin formar corrientes de aire fuertes que puedan influir en la formación de la neblina. Meynhardt (1974), recomienda la protección de

las camas de propagación contra el viento, mediante algún tipo de malla metálica o de plástico.

3.2.2.1.5. Medidas sanitarias

Este factor es muy importante para la salud general del esqueje. La prevención y mantenimiento del estado sanitario ayudará a que se mantengan sanos y vigorosos durante el proceso de multiplicación. Esto evitará la transmisión de agentes patógenos como por ejemplo, hongos, virus, bacterias, etc.

El control debe comenzar en el mismo momento de la elección del material de propagación, ya que sólo se deberá emplear aquellas plantas madres que estén libres de enfermedades e insectos, además, es conveniente tomar el material para estacas de la parte superior, ya que cerca del suelo es posible que esté infestado con organismos patógenos del mismo, Hartman y Kester (1981).

Por este motivo, se deben establecer rigurosos programas de control que consisten en tratamientos periódicos contra plagas y enfermedades, así como realizar un programa adecuado de podas, Rumbal (1977).

Es muy común en proteas podredumbre en las bases de las estacas, esto es consecuencia de agentes tan comunes como *Phytium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora* y *Botrytis* en el caso de podredumbre generalizada por toda la estaca. Lo que hace imprescindible realizar medidas de control sanitario, Vogts (1982).

Habrá que mantener libre de cualquier tipo de patógeno el invernadero, las mesas de trabajo, camas de enraizamiento...etc., en general, todo espacio que será utilizado como lugar de propagación, Rumbal (1977).

Se tendrá que desinfectar todo el equipo y utensilios utilizados en la preparación de las estacas usando una solución de formaldehído, Vogts (1982).

Una vez obtenidas las estacas, será conveniente sumergir el material en una preparación de fungicida. En caso de utilizar ácido indolbutírico (IBA) como hormona de enraizamiento, y si se utiliza en tratamiento de inmersión concentrada, se dejará secar las

bases de las estacas, pasando éstas por un polvo fungicida, ya sea captan al 25 %, antes de colocarlas en el medio de enraizamiento (Hartman et al., 1981).

En proteas se utiliza captan ambos al 5 % de materia activa.

Bethancourt Díaz et al. (2001), obtuvieron resultados satisfactorios con el uso de benomilo 50% (benomyl) o carbendazima (carbendazin) al 50%. Con unas dosis mínimas de 50 g/Hl, controlaron los siguientes patógenos bajo las condiciones de laboratorio: *Botrytis cinerea*, *Fusarium nivale*, *Fusarium oxysporum*, y *Fusarium solani*. La combinación de Cimoxalino 4,85% + Metiram 64% a una dosis mínima de 25 g/Hl controló a *Ulocladium consortiale*, *Alternaria alternata*, *Drecheslera dematoidea* y *Drecheslera ravenelii*. La *Botrytis cinerea* se controló con la combinación de Fenbuconazol 70% (50 g/Hl), o Tebuconazol 10% + Diciofluanida 40% (250 gr/Hl). El *Cladosporium oxysporum* se controló por Metiltiofanato 70% (100 g/Hl). *Drecheslera dematoidea* se controló con mancozeb 75% a la dosis de 400 g/Hl.

3.2.3.Medio de enraizamiento

El medio donde se producirá el enraizamiento debe de cumplir, entre otros factores, las siguientes condiciones:

- Servir de soporte mecánico a los propágulos.
- Mantener de forma óptima la humedad y aireación.
- Debe mantener condiciones estériles en el tiempo.
- Debe ser poroso de manera que asegure un drenaje adecuado Martínez y Águila(1989).

Un sustrato adecuado tiene que permitir que a tensiones muy bajas de agua, alta humedad del mismo, exista un elevado porcentaje de aire con fácil circulación entre los poros.

En muchas plantas, estos condicionantes son claves para la formación exitosa de las raíces.

Los sustratos para el enraizamiento de los esquejes deben ser mezclas de elementos como turba, arena, perlita, poliestireno, etc., en una relación variable dependiendo de la especie a propagar. Como ejemplo, los siguientes autores citan lo siguiente:

- Meynhardt (1974), utilizó un medio de enraizamiento constituido por una mezcla a partes iguales de arena gruesa y turba, o arena y granos de poliestireno.
- Jacobs y Steenkamp (1975), utilizaron una mezcla de granos de poliestireno y turba, en una proporción de 1 a 1, hasta 1 a 2.
- Parvin (1982), para estacas de *Leucospermum*, utilizó una mezcla de 50% de turba gruesa y 50 % de perlita de grado 2.
- Malan (1988), recomienda utilizar una mezcla conteniendo 60% de gránulos de poliestireno y 40% de turba, también se puede utilizar una mezcla de ambos materiales y arena de río gruesa en proporciones de 2:1:1 en volumen. La arena del río mejora la aireación del medio.
- En Elsenburg Rodríguez Pérez (1992), se está empleando un sustrato compuesto de 2 partes de arena de río, 2 partes de turba o corteza fina y 3 partes de poliestireno.

3.2.3.1. Tipos de sustratos

Los sustratos son aquellos medios donde sirve de asiento a una planta, en el que además aporta nutrientes y pueden ser de diferentes materiales.

3.2.3.1.1 Turba

Penningsfeld y Kurzmann (1983) la definen como la forma disgregada de la vegetación de un pantano, descompuesta de modo incompleto a causa del exceso de agua y falta de oxígeno, que se va depositando con el transcurso del tiempo, lo que favorece la formación de estratos más o menos densos de materia orgánica, en los que se pueden identificar los restos de diferentes especies vegetales.

Según las condiciones ambientales y las especies existentes se forman diferentes tipos de turbas. Lo que les confieren diferentes características desde el punto de vista hortícola prioritariamente.

- Turbas rubias. Proceden de la parte superficial de la turbera y están poco descompuestas. Poseen excelentes propiedades físicas y químicas: estructura mullida, porosidad total elevada, alta capacidad de retención de agua, elevado contenido en aire, baja densidad aparente, elevada capacidad de intercambio catiónico y baja salinidad .

- Turbas negras. Ocupan la parte inferior de la turbera y están muy evolucionadas. Poseen poca uniformidad en sus propiedades físicas y químicas lo que desde el punto de vista hortícola le confiere una baja calidad.

- Turbas de transición. Muestran características intermedias entre las turbas altas más evolucionadas y las bajas menos evolucionadas. Están caracterizadas por las distintas asociaciones de vegetales que se han ido sucediendo durante su formación.

- Turbas bajas o eutróficas. La vegetación que las integra es muy heterogénea. Estas turbas herbáceas están muy descompuestas, son de color negro y poseen propiedades físico y químicas poco favorables para el crecimiento de las plantas en contenedor (baja capacidad de retención de agua, alta salinidad, alta densidad aparente...etc.), no obstante, pueden ser utilizadas en el caso que propiedades desfavorables son mejoradas, Abad et al. (1990). Frecuentes en España, Francia e Italia.

La preparación de la turba una vez abierto y extraído del embalaje, es necesario desmenuzar y humedecer ligeramente para mejorar su manipulación.

Dependiendo del tipo de turba, del agua a usar y cultivo, para elevar su pH, sería necesario añadirle cal. En Canarias, nos encontramos en una zona de aguas duras, por lo que hay que tener en cuenta que el pH a lo largo del cultivo podrá aumentar entre 0,5-1 más.

3.2.3.1.2.Espuma de poliestireno (styromull)

El Styromul, es un material compuesto por poliestireno expandido. Es un agregado para suelos sintéticos. Son copos esféricos de espuma dura sueltos de superficie cerrada llenos de aire. Son extremadamente ligeros y no se descomponen.

Tienen un tamaño de entre 4-16 mm, es un material inodoro, químicamente neutro, imputrescible y absolutamente compatible con todos los Vegetales, (Robledo y Martín 1988)

Cada perla o copo está constituida por una multitud de pequeñas células cerradas llenas de aire, con lo que a pesar de poseer 95 % de porosidad no puede absorber agua, mejorando de esta manera la aireación del sustrato y reduciendo la cantidad de agua retenida.

Si se usa Styromull los sustratos deberán ser regados y abonados con frecuencia, ya que estos hacen que disminuya la cantidad de agua y elementos nutritivos del sustrato (Penningsfeld y Kurzmann, 1983).

3.2.3.1.3.Piroclastos

Los piroclastos son materiales de origen volcánico empleados en Canarias como alternativas a otros elementos naturales como la grava o la arena. Presentando características y granulometría muy diversa Cid (1993).

Se distinguen dos tipos, por un lado, los de origen basáltico, de color gris oscuro o rojizo por alteración. Se denominan cenizas, cuando predominan las partículas inferiores a 2 mm. Por otro lado, lapilli o picón en Canarias cuando sus partículas varían de 1 mm a 5-6 cm. Piroclastos de color claro son más conocidos como pumita, pómez...etc. Sus partículas, de baja densidad, no son muy estables y se fragmentan y alteran con facilidad. Esencialmente, tienen las mismas propiedades que la perlita, aunque es un material más pesado y no absorbe tanta agua, puesto que no ha sido deshidratado Resh (1982). Estos materiales pueden presentar niveles elevados de potasio y sodio. Su CIC puede alcanzar cifras de 30 meq/100g. Blesa y Luque (1972). Ello es debido a la presencia de Zeolitas como minerales de alteración.

3.2.3.2.Tratamientos químicos que mejoran el enraizamiento

En la práctica de propagación, el objetivo es aumentar el número de estacas enraizadas, para lograrlo es posible emplear diferentes técnicas, como son los tratamientos químicos. Actualmente, es conocido que la actividad fisiológica de las plantas se controla por una serie de sustancias de origen químico conocidas como hormonas.

En 1954, Tuckey et al. (Citado por Devlin, 1980), establecieron que las hormonas vegetales eran reguladores producidos por plantas, que en bajas concentraciones, regulan los procesos fisiológicos de las mismas.

Según Edwards (1979), existen cinco grandes grupos de reguladores de crecimiento, que serán; auxinas, citoquininas, giberelinas, etileno y grupos micelánicos, en los que se incluyen abcísicos y otros inhibidores. Hay sustancias como la Tiamina y Niacina, y algunas vitaminas, probablemente, que podrían actuar como hormonas reguladoras de crecimiento, aunque su actividad como cofactores enzimáticos sí es diferente de las hormonas.

Recientemente se han descubierto sustancias que podrían incluirse en la lista de fitohormonas como son: sistemas péptidos, poliamidas, jasmonatos (derivados del ácido tuberónico), ácido salicílico y brasinoesteroides (Davies, 1995).

3.2.3.2.1.Auxinas

Kögl et al. (1934) aislaron por primera vez una auxina, que actualmente se la conoce por ácido indol-3-acético (IAA) (Citado por Devlin, 1980).

Las auxinas están en la planta de forma libre e inactiva y de forma combinada y activa, entre las que se establece un equilibrio dinámico. La iniciación y regulación del crecimiento se puede controlar gracias a varios equilibrios establecidos entre la auxina libre y la auxina combinada en varios centros de crecimiento de la planta.

Es posible que la auxina sea transportada en forma libre desde el lugar de formación a su zona de actividad (Devlin, 1980). Actualmente el ácido indol-3-acético (IAA) es considerado la auxina de producción natural de mayor importancia encontrada en las plantas (Moore, 1979, citado por Blazich, 1988).

Se han encontrado sustancias conocidas como auxinas sintéticas que incluyen el ácido indolbutírico (IBA) y el ácido naftalenacético (NAA), así como otros compuestos fenólicos como el ácido diclorofenoxiacético (2,4-D) y el ácido triclorofenoxiacético (2,4,4-T).

Según Martínez y Águila, (1989) el efecto de los reguladores de crecimiento sintéticos es diferente al que se produce utilizando la auxina natural. La aplicación de la auxina natural IAA produce buenos resultados, pero precisa dosis más altas, puesto que se inactiva con mucha facilidad, por lo que se hace preciso que las dosis sean mayores.

El IBA es la auxina más usada debido a que se descompone con relativa lentitud por acción de los sistemas enzimáticos vegetales que destruyen auxinas. Además este producto se mueve poco en la planta, reteniéndose en el lugar de aplicación.

El NAA es también muy empleado aunque es algo más tóxico que el IBA para las plantas (Martínez y Águila, 1989).

El IAA fue la primera hormona de planta utilizada para estimular el enraizamiento de estacas (Cooper, 1935). Hasta que se descubrió una nueva auxina sintética, el IBA que también promovía el enraizamiento, siendo ésta más efectiva que el IAA (Zimmerman y Wilcoxon, 1935).

El IBA es ampliamente usado en el mundo para enraizar muchas especies de plantas. Desde su introducción hace más de 50 años, el IBA, ha estado sujeto a muchos experimentos en los que se estudian diferentes concentraciones, formulaciones, aditivos y duración del tratamiento para lograr un óptimo enraizamiento de las especies en cuestión, aunque hay especies y cultivares que no responden al enraizamiento usando distintos tratamientos con IBA (Ludwing-Müller, 2000). Son muchos los ensayos que se han realizado relacionados con las especies y/o cultivares de la familia *Proteaceae*, utilizando IBA, IAA y NAA en diferentes dosis, preparaciones, etc., con el fin de obtener los mejores resultados. Algunos de estos trabajos se citan a continuación: Worrall (1976) probó cinco concentraciones de IBA en estacas de *Telopea speciosissima*.

Las concentraciones ensayadas fueron: 0, 500, 1000, 2000 y 4000 ppm de IBA. El mayor porcentaje de enraizamiento se obtuvo con 4000 ppm de IBA, pero también usando dicha concentración se contabilizó un alto porcentaje de estacas muertas, posiblemente debido a que esa concentración resultaba tóxica. Con la concentración de 2000 ppm de IBA se obtuvo un resultado óptimo de enraizamiento, sin presentar toxicidad.

Criley y Parvin (1979) estudiaron en estacas de *Protea neriifolia* el efecto que producía la utilización de auxinas (IAA e IBA), solas o combinadas con ethefon y daminozida. Se obtuvo un enraizamiento más rápido y un mayor valor del índice de enraizamiento cuando las estacas se sometieron al tratamiento combinado de ethefon (300 ppm) y IAA (4000 ppm), seguido de una preparación comercial para enraizar compuesta de 1% de IBA + 0.5% NAA diluido 1:9. El tratamiento con auxinas sólo no dio buenos resultados, incluso utilizando concentraciones altas, 7000 ppm, tanto de IBA como de IAA.

Jacobs (1983) comprobó que se mejoró el enraizamiento de estacas de proteas sumergiendo sus bases en una solución de IBA a una concentración que varió entre 4000-8000 ppm de IBA disuelto en alcohol etílico al 50% y un tiempo de inmersión de 5 y 10 segundos.

Malan (1992) recomienda para la propagación de próteas, en general, introducir 2 mm de la parte basal de las estacas en una solución de 5 g/l de IBA diluido en etanol al 50%

durante 3 segundos. Aparte de esto, da una serie de pautas a seguir en la propagación por estacas de tallo:

a) Concentración de la auxina: las concentraciones óptimas para cada variedad varían considerablemente (Rosseau, 1966; Jacobs y Steenkamp, 1976; Harre, 1988). Los requerimientos individuales deberían evaluarse.

b) Modo de aplicación de la auxina: aparentemente el mejor método de aplicación es en talco a bajas temperaturas; diluida en etanol al 50% cuando la temperatura es alta (Rosseau, 1966; Brits, 1986; Gouws et al., 1990)

c) Tratamientos adicionales: el empleo de mezclas de ciertos reguladores de crecimiento (llamados cocktails) como son el ácido giberélico, ethrel y daminozida en combinación con IBA dará lugar a resultados variados (Criley y Parvin, 1979; Brits, 1986; Gouws et al., 1990); lesionado en la base de las estacas (Rodríguez Pérez, 1990) y otros pre-tratamientos (Harre, 1989b)

Faruchi et al. (1997), en su ensayo realizado con estacas de tallo de *Protea obtusifolia*, concluyeron que para la propagación de esta especie recomienda la utilización de IBA en forma líquida a una concentración de 2000 ppm, pudiendo también utilizarse IBA en polvo en una concentración de 0.4%.

Krisantini et al. (2006), realizaron un estudio con dos cultivares de *Grevillea*, G. 'Coastal Dawn' y G. 'Royal Mantle' en el que sometieron a las estacas de ambos cultivares a tratamientos con IBA y IAA a diferentes concentraciones (4, 8, 16 g/l) comprobando que hubo diferencias significativas entre IAA e IBA en su efecto en el enraizamiento. IAA a los rangos de concentraciones testadas obtuvo menos de un 50% de estacas enraizadas en G. 'Royal Mantle', mientras IBA a la concentración más baja fue más efectiva que en las concentraciones más altas, dando más de un 70% de estacas enraizadas.

Krisantini et al. (2011) en otro ensayo realizado con dos cultivares de *Grevillea*, G. 'Coastal Dawn' y G. 'Poorinda Royal Mantle', sometieron a las estacas de ambos cultivares a diferentes tratamientos de IBA que diferían en el método de aplicación. Los tratamientos fueron IBA 1g/l en aplicación basal, IBA 1 g/l en aplicación superficial e IBA en polvo 16 g/kg.

La aplicación superficial o por la parte superior obtuvo un porcentaje de enraizamiento mayor que la aplicación basal a la misma concentración, particularmente en G. 'Poorinda Royal Mantle', obteniéndose el mismo porcentaje con la preparación en polvo.

Rodríguez Pérez et al. (2011) estudiaron el efecto de diferentes concentraciones de IBA y lesionado sobre el enraizamiento de estacas de *Protea* 'Susara' preparadas a partir de brotes prolépticos. Para ello se utilizaron tres niveles de IBA (0, 2000 y 4000 mg/l) y lesionado o no de las estacas que incluían toda la longitud del brote. Al final del ensayo, las estacas lesionadas y tratadas con 2000 o 4000 mg/l IBA produjeron un 90 % de estacas trasplantables.

Vera Batista, M.C. (2016) estudió la influencia de diferentes concentraciones de IBA (4000 y 8000 ppm) en tratamientos solos o combinados con el H₂O₂, sobre el enraizamiento de estacas de *Protea* „Pink Ice“ y *Protea* „Susara“.

En el primer ensayo se utilizaron estacas de plantas madre de 5 y 14 años, respectivamente. Al final del ensayo en las estacas de *Protea* „Pink Ice“ tratadas con 4000 ppm IBA se contabilizó un 20% de estacas trasplantables, en estacas tratadas con 8000 ppm IBA obtuvo un 40%. Para *Protea* „Susara“ en estacas tratadas con 4000 ppm IBA logró un 5% de estacas trasplantables.

En el segundo ensayo empleó estacas de plantas madre de 9 años de edad de *Protea* „Susara“, fueron tratadas con 4000 ppm IBA y 8000 ppm IBA, obtuvo un 10% y un 45% de estacas trasplantables, respectivamente. En un tercer ensayo usó estacas de *Protea* „Pink Ice“ recolectadas de plantas madre de 7 años de edad, se trataron con 4000 y 8000 ppm IBA, obteniendo un 45% en estacas tratadas con 8000 ppm IBA.

3.2.3.3. Tratamientos orgánicos que mejora el enraizamiento

3.2.3.3.1. SEFEL

El SEFEL, como sus siglas indica, significa Sistema de Elaboración de Fertilizantes Ecológicos Líquidos. Este sistema está dedicado en emplear los subproductos generados en las actividades ganaderas, agrícolas y forestales con el fin de aprovecharlos como son, por ejemplo, los purines convirtiendo estos compuestos orgánicos en solución nutritiva que con anterioridad han sido testados con resultados positivos en plantas de cultivo.

Cabe destacar que este procedimiento ayuda a mejorar la gestión de estos desechos que en la actualidad resultan un grave problema tanto económico como medioambiental y además ayuda a reducir la huella de carbono en la explotación.

En este proyecto el SEFEL (objeto de este estudio tal y como se describe más adelante en material y métodos) son abonos órgano-minerales líquidos ecológicos, ideados por el técnico Ildfonso Antonio Acosta Hernández y que están bajo patente (Nº. de solicitud de 201101258 y Nº publicación de ES2405532, en la Oficina Española de Patentes y Marcas del Ministerio de Industria, Energía y Turismo).

El proceso en sí consiste en la elaboración de dos tipos de productos SEFEL a través de procesos aeróbicos. Un esquema aproximado de la elaboración de los té es el siguiente:

- SEFEL A: Té de K + Fe. La elaboración de este SEFEL se realiza añadiendo aproximadamente el 50% del volumen total del recipiente, purines de origen animal o sus lixiviados. Estos purines pueden ser de diferentes orígenes, dependiendo de los recursos disponibles. Mientras que el 50% restante aproximadamente está compuesto por agua. Se enriquece con los siguientes productos:
 - Sulfato de potasa
 - Sulfato de Fe
 - Peróxido de Hidrógeno

- SEFEL B: Té de Calcio Ca +Zn. Para la elaboración del SEFEL de Calcio y Zinc se elabora en las proporciones descritas en el SEFEL de Potasio y hierro. Este SEFEL va enriquecido de los siguientes productos reconocidos en el mercado ecológico:
 - Lithothamnen (50% Ca)
 - Sulfato de Zn
 - Peróxido de Hidrógeno

Estos elementos que de manera orientativa podrían formar parte de la fabricación de los productos SEFEL, llevan un proceso de aireación discontinua. También se le añade melaza o azúcar común que ayuda al proceso de elaboración de los mismos.

Este sistema lleva ya aplicándose más de 15 años en Canarias, abarcando actualmente más 330 ha de diferentes tipos de cultivos tanto hortícolas como frutales.

El grupo de investigación de “Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal” perteneciente al Instituto de Productos Naturales y Agrobiología del CSIC en Tenerife (IPNA), en los últimos años viene estudiando (en diferentes cultivos hortícolas y frutales en las Islas Canarias) este sistema de agricultura sostenible en colaboración con el autor de la patente y con el Excmo. Cabildo Insular de La Palma dentro del PROGRAMA DE AGRICULTURA SOSTENIBLE.

Hasta ahora se han venido obteniendo producciones bastante aceptables (Hernández et al., 2015), donde la calidad de los productos es similar y/o superior a la convencional, observándose una mejora de las propiedades de los suelos aumentando con el tiempo la capacidad de intercambio catiónico, mejorando la cadena trófica de los mismos así como un aumento de las poblaciones de hongos formadores de micorrizas arbusculares en suelos tratados con este sistema (López, 2015).

Todo esto nos lleva a una importante reducción en la gestión de residuos contaminantes y que se traducirá en una disminución de la contaminación medioambiental y de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Estos productos SEFEL están exentos de metales pesados, nitratos y nitritos, y el aporte de nitrógeno es en forma orgánica principalmente. A su vez, la presencia de *Salmonella* y *Escherichia coli*, está muy por debajo de los límites establecidos por la legislación (estudios realizados en el Grupo Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal del IPNA-CSIC 2018).

4. PARTE EXPERIMENTAL

4.1 Material y Métodos

4.1.1. Generalidades

El estudio se llevó a cabo en las zonas de medianías de la isla de La Palma, concretamente en el municipio de Breña Alta de la mano de la Cooperativa Próteas La Palma en la calle Europa nº 9, en la base del Centro de Agrodiversidad del Cabildo del mencionado municipio.

El experimento se localiza, tal y como se muestra en la siguiente imagen, en las coordenadas 28° 40' 27,96" N y 17° 47' 23,94" O, aproximadamente a 436 msnm cuya referencia catastral es 7649303BS2774N0001GP y superficie de unos 237 m².

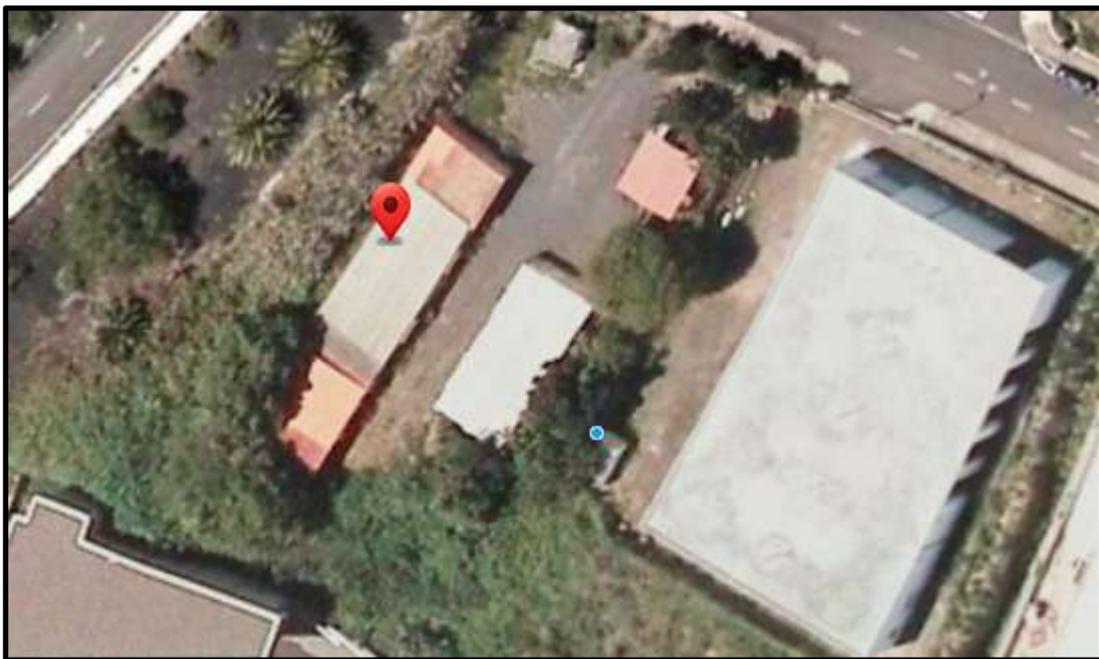


Imagen 7: Situación exacta de la base donde se realizó el experimento. Fuente GRAFCAN

Este lugar goza de todos los requerimientos necesarios para llevar a cabo este proyecto como son las siguientes condiciones:

- **Ventilación**
- **Sistema de nebulización “mist-system”**
- **Iluminación natural**

Ventilación

Este lugar consta de una cierta ventilación, la suficiente como para estar protegida del viento y de otros fenómenos meteorológicos que puedan poner en riesgo las muestras de este trabajo.

Las ventanas son planchas de policarbonato que permiten el cierre o apertura de forma mecánica tal y como se muestra en la siguiente imagen.



Imagen 8: Sistema de ventilación Breña Alta

Sistema de nebulización “mist-system”

La nebulización “mist-system” es un sistema que utiliza agua a baja presión, que trabaja entre los valores de 3 a 6 kg. cm⁻². En sus boquillas se producen gotas mayores en comparación con los sistemas de alta presión, sin embargo, al ser la gota más pesada se precipita rápidamente sobre el cultivo, y además, hace que la evaporación sea menor consiguiendo mantener la humedad relativa y mantener la turgencia de las hojas, ya que esto podría ser un problema. El material de este sistema fue de PVC y automatizado. Se activó el sistema de nebulización en la 1^a semana 3 veces al día durante 1 minuto, con un caudal de 5,5 litros/hora. A partir de la 2^a semana, 3 veces al día durante 2 minutos cada riego.

Durante este proceso, se aplicó una fertilización de 2 y 3 cm³ por litro con un bioestimulante fisiológico de acción sistémica compuesto por un extracto acuoso de algas marinas.



Imagen 9: Sistema de riego de nebulización en el invernadero de Breña Alta (arriba y derecha) y Colector del sistema de riego en el invernadero (izquierda)

Iluminación Natural

El techo consta de planchas translúcidas de policarbonato que dejan pasar la luz natural, no en su totalidad proporcionando sombra y protección.

Elaboración SEFEL

Bajo el método patentado por Idelfonso Acosta (2013) se realiza una receta adaptada para las necesidades del cultivo de próteas. La elaboración se realizó de la siguiente manera:

Se procede a la maceración de un compost procedente de la empresa ISONORTE en agua durante quince días trasegando posteriormente este macerado a un depósito de 1000 litros con un sistema de aireación forzada donde se introducen el resto de ingredientes líquidos y sólidos, mezclando e introduciendo los sólidos en unos sacos fabricados con malla antitrips simulando las “bolsas de té” mientras que los líquidos se vierten en los depósitos directamente, para luego ser sometidos a una aireación continua.



CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 Instituto de Productos Naturales y Agrobiología – C.I.F. Q2818002D
 Dir: Avda. Astrofísico Francisco Sánchez, 3 – 38206 – La Laguna – Tenerife
 Tel: 922256847 (ext. 272)
 E-mail: m.hernandez@ipna.csic.es

Muestra	Lixiviado 2 Proteas La Palma, entrada 4 septiembre 2020		
Unidades	Resultados	Metodología	
	pH	7.5	potenciometría
	CE mS/cm	12.9	conductimetría
	Relación C/N	3.8	cálculo
	Densidad (kg/litro)	1.01	
	Materia Orgánica	1.2	gravimetría
	Carbono Total	0.69	cálculo
	Nitrogeno total	0.18	Método oficial Kjeldahl
	P	0.0032	Espectrometría ICP
	K	0.28	Espectrometría ICP
	Ca	0.014	Espectrometría ICP
	Mg	0.013	Espectrometría ICP
	Na	0.071	Espectrometría ICP
	Fe	2	Espectrometría ICP
	B	trazas	Espectrometría ICP
	Cu	1	Espectrometría ICP
	Mn	trazas	Espectrometría ICP
	Zn	No detectable	Espectrometría ICP
	Pb	No detectable	Espectrometría ICP
	Co	No detectable	Espectrometría ICP
	Ni	No detectable	Espectrometría ICP
	Mo	No detectable	Espectrometría ICP
	Hg	No detectable	Espectrometría ICP
	Cd	No detectable	Espectrometría ICP
	Cr	No detectable	Espectrometría ICP
	Pd	No detectable	Espectrometría ICP
	Se	No detectable	Espectrometría ICP

Observaciones:
 No se detectaron presencia de nitratos ni de nitritos.
 No se detectó Escherichia coli ni Salmonella sp.

En La Laguna 11 de septiembre de 2020

HERNANDEZ
 GONZALEZ MARRA
 MERCEDES
 HERNANDEZ



Fdo. Dra. María Mercedes Hernández González



Imagen 10: Ingredientes en los depósitos (izquierda), malla antitrips (arriba derecha), depósitos de macerado y fabricación SEFEL (centro) y detalle de la aireación forzada (abajo derecha)

Una vez que el biofertilizante está elaborado se analizó químicamente y microbiológicamente en el laboratorio del Servicio de Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal del IPNA CSIC en Tenerife (Imagen 10)

4.1.2. Descripción del ensayo

Este trabajo se pone en marcha en enero de 2021. La decisión de realizar este ensayo en este mes se hace con el objetivo de disponer del adecuado estado vegetativo de las plantas madres.

Unas semanas antes de empezarlo se elabora el SEFEL con la receta adaptada para próteas asesorados por los técnicos de La Cooperativa Próteas La Palma.

En este proyecto se estudió el cultivar *Leucospermum Ayoba Peach* utilizando esquejes apicales y subapicales lesionados y sin lesionar. El diseño experimental se realizó en bloques al azar con 9 tratamientos y 3 repeticiones con 12 esquejes por tratamiento resultando un total de 648 esquejes.

Todo el material, incluida la mesa de trabajo, se desinfectaron previamente a su uso con una mezcla de agua-lejía (9:1) para evitar posibles contagios microbiológicos.

Las estacas se obtuvieron de las varas florales de la parcela experimental de la Cooperativa Próteas La Palma a primera hora de la mañana con una longitud de aproximadamente 70 y 80 cm. Posteriormente se tomaron de la misma vara estacas apicales y subapicales de 16 cm de longitud eliminando de forma manual, las hojas basales y las yemas florales, si estaban desarrolladas.

Seguidamente se les practicó un corte de refresco de aproximadamente 1 cm de la base, dejando así todas las estacas a 15 cm de longitud. El lesionado se le realizó a la mitad de las muestras. Se aplicó a la parte basal de la estaca una incisión de 2cm de largo con una navaja de hoja lisa bien afilada.

Posteriormente la parte basal de la estaca se sumergió con la solución correspondiente a cada tratamiento durante un periodo de 5 segundos. A continuación se pasaron por una mezcla de fungicida (Captan) y talco en una proporción de 5% de materia activa.

Los productos enraizantes se prepararon previamente a la plantación de las estacas siendo los siguientes:

- IBA (ácido indolbutírico), en el Laboratorio de Química de la Sección de Ingeniería Agraria, en una concentración de 4000 ppm.

- SEFEL, elaboración en la propia parcela.
- IBA (4000 ppm) + SEFEL

Se utilizó un sustrato formado por una mezcla de turba y perlita en una relación 3:1 (v/v) respectivamente. Como recipiente de enraizamiento se utilizaron vasos de polietileno de 220 cm³.

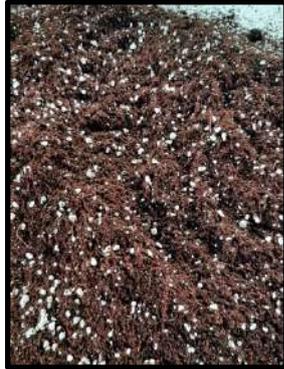


Imagen 11: Mezcla de turba y perlita (izquierda) y saco de perlita expandida (derecha)



Imagen 12: Turba sin mezclar (izquierda) y bandejas con sustrato preparado e introducido en las macetas del proyecto (derecha)



Imagen 13: Material vegetal de 'Ayoba Peach' antes de procesarla (arriba izquierda), herramienta de corte (arriba derecha), material cortado (abajo izquierda) y estaca preparada para su puesta en tratamiento y trasplante (abajo derecha y centro)

Posteriormente, los esquejes se plantan uno en cada maceta, ejerciendo cierta presión y quedando bien enterrado.



Imagen 14: Estacas apicales trasplantadas y debidamente identificados los tratamiento con etiqueta

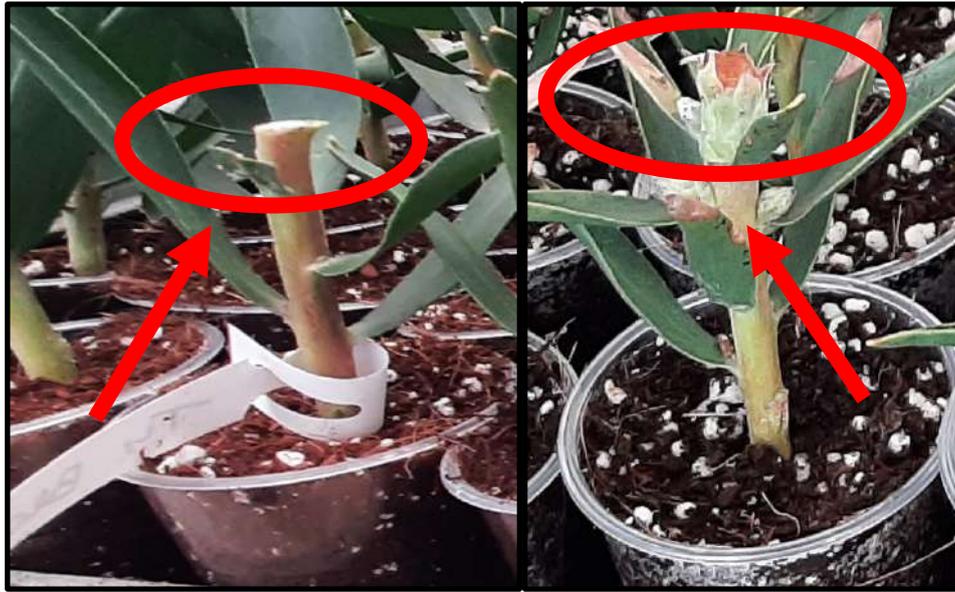


Imagen 15: Estaca subapical (izquierda) y estaca apical (derecha)

Finalizado el primer ensayo con los esquejes apicales, procedemos a realizar el mismo procedimiento con los esquejes subapicales quedando este segundo ensayo preparado.

Una vez todas las muestras plantadas en las macetas, se le aplica en la parte apical lesionada un sellante ecológico para evitar pérdidas de agua, entrada de microorganismos y podredumbre por la lesión.



Imagen 16: Sellante de resina ecológico (arriba) y muestra subapical sellada con resina (abajo)

Terminado este proceso, se activa el sistema de riego por nebulización.



Imagen 17: Sistema nebulización, Mist System, en funcionamiento en el invernadero

Los Tratamientos aplicados fueron los que a continuación se describen:

1º Ensayo: Esquejes terminales/apicales de L. 'Ayoba Peach'

- Tratamiento 0: Testigo sin lesionado, no tratado
- Tratamiento 1: Testigo solución agua + alcohol sin lesionado
- Tratamiento 2: 4000 ppm de IBA sin lesionado
- Tratamiento 3: SEFEL sin lesionado
- Tratamiento 4: SEFEL + 4000 ppm de IBA sin lesionado
- Tratamiento 5: Testigo solución agua + alcohol con lesionado
- Tratamiento 6: 4000 ppm de IBA con lesionado
- Tratamiento 7: SEFEL con lesionado
- Tratamiento 8: SEFEL + 4000 ppm de IBA con lesionado

2º Ensayo: Esquejes subapicales de L. 'Ayoba Peach'

- Tratamiento 0: Testigo sin lesionado, no tratado
- Tratamiento 1: Testigo solución agua + alcohol sin lesionado
- Tratamiento 2: 4000 ppm de IBA sin lesionado
- Tratamiento 3: SEFEL sin lesionado
- Tratamiento 4: SEFEL + 4000 ppm de IBA sin lesionado
- Tratamiento 5: Testigo solución agua + alcohol con lesionado
- Tratamiento 6: 4000 ppm de IBA con lesionado
- Tratamiento 7: SEFEL con lesionado
- Tratamiento 8: SEFEL + 4000 ppm de IBA con lesionado

Es de destacar que en este ensayo se han usado dos testigos T0 (Testigo sin lesionado, no tratado) y T1 (Testigo solución agua + alcohol sin lesionado) aprovechando sugerencias de los técnicos de la Cooperativa para más comodidad en aplicar estos protocolos de propagación. Por ello, se ha considerado el T1 como un tratamiento independiente en el estudio de los resultados y su análisis estadístico de los datos obtenidos.

4.1.3. Parámetros evaluados

4.1.3.1. Esqueje con raíz trasplantable

Se considera que las estacas están enraizadas cuando el sistema radicular tiene el tamaño de la mitad de una pelota de tenis y al menos 3 raíces con una longitud similar o superior a 3,5 cm.

Se estableció realizar la toma de datos cada 2 semanas, pero este criterio se vio supeditado a las restricciones impuestas por el estado de alarma debido a la pandemia ocasionada por la Covid-19.

En cada conteo se obtuvieron datos acerca del número de estacas; muertas, sin callo, con callo, con raíz (pero no trasplantable) y con raíz trasplantable.

4.1.3.2 Índice de enraizamiento

A partir de la 6ª semana de la plantación, se elaboró un índice de enraizamiento (IE) cada dos semanas para reflejar la calidad del sistema radicular observado.

La valoración se realizó de acuerdo a la siguiente escala, (Criley y Parvin, 1979).

- 0 = Estacas muertas (foto 18)
- 1 = Estacas Sin callo (foto 19)
- 2 = Estacas Con callo (foto 19)
- 3 = Estacas Con raíces, pero no trasplantables (foto 20)
- 4 = Estacas Trasplantables con pocas raíces (3-6 raíces) (foto 20)
- 5 = Estacas Trasplantables con número medio de raíces (6-10 raíces) (foto 21)
- 6 = Estacas Trasplantables con numerosas raíces (más de 10 raíces) (foto 21)

Las estacas con raíces trasplantables se pasaron a la zona de aclimatación, siendo un invernadero al aire libre, con riego por aspersión tres veces al día. Permaneciendo en este lugar unas 3 semanas, luego serán llevadas a campo para su trasplante.



Imagen 18: Estacas muertas



Imagen 19: Estacas sin callo (izquierda) y estacas con callo (centro y derecha)



Imagen 20: Estacas con raíz no trasplantable (izquierda) y estacas con raíz poco trasplantable (centro y derecha)



Imagen 21: estaca con raíz trasplantable con media raíces (izquierda) y con muchas raíces trasplantable (derecha)

4.1.4 Promedios de Temperaturas y HRs durante el ensayo. Poner en material y métodos

Los datos recogidos de las temperaturas y HRs, pertenecen a dispositivos instalados *in situ*. Los resultados obtenidos de las temperaturas fueron descargados ya que se almacenaban en una memoria del propio aparato donde cada día se recopilaban cuatro datos, sin embargo, los procedentes de la HR eran anotados aleatoriamente cada cierto tiempo ya que el mecanismo no permitía su almacenaje interno.

Tabla 1: Promedios de temperatura y HR durante el ensayo

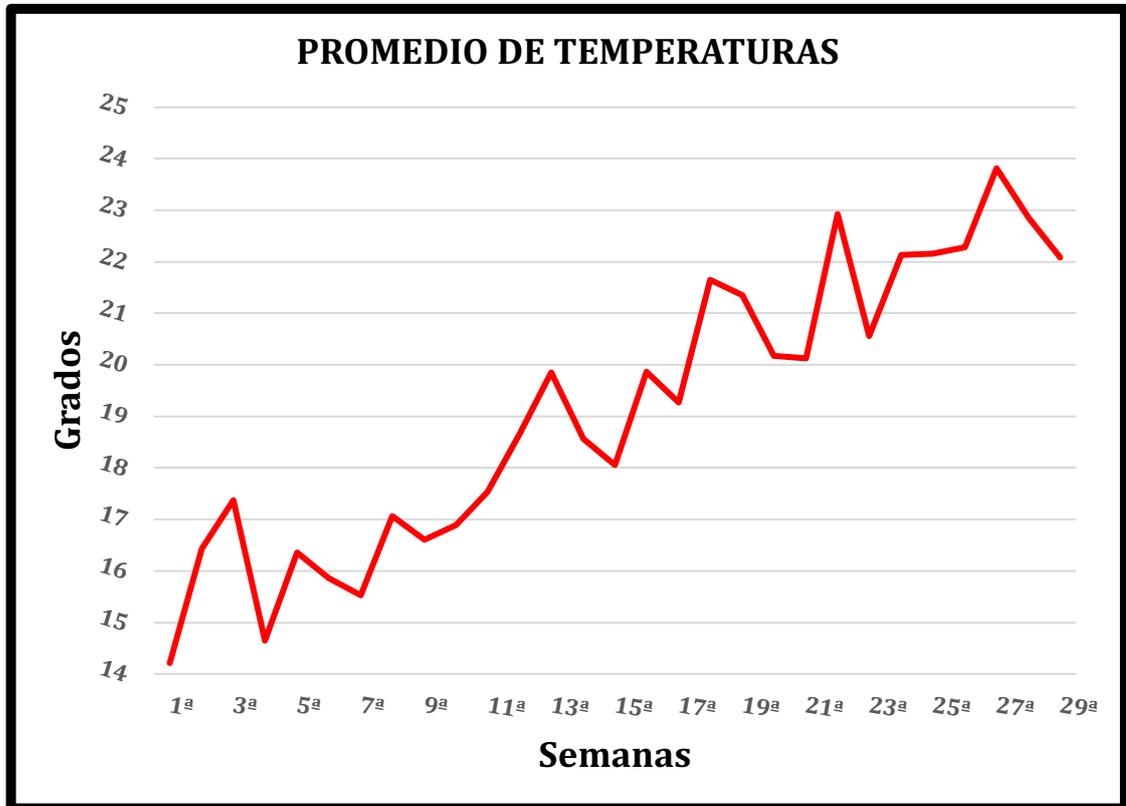
	PROMEDIOS	
SEMANAS	Temperatura °C	HR %
1 ^o -6 ^o semana	15,87	60,2
7 ^o -12 ^o semana	18,66	59,85
13 ^o -17 ^a Semana	19,28	59,55
18 ^a -20 ^o Semana	20,18	49,63
22 ^a -23 ^o Semana	20,57	55,11
24-26 ^o Semana	22,29	52,57
27 ^a -29 ^o Semana	22,08	50,33

Se observa que hasta la semana 17, esta incluida, las temperaturas medias entre conteos no superan los 20°C siendo, a partir de este momento, cuando este valor es superado llegando a su máximo en la 26ª semana.

Con respecto a la HR, se aprecia que el valor máximo se encuentra entre la 1ª y 6ª semana con un resultado del 60.2% y el mínimo entre las semanas 18ª y 20ª con un total del 49,63%

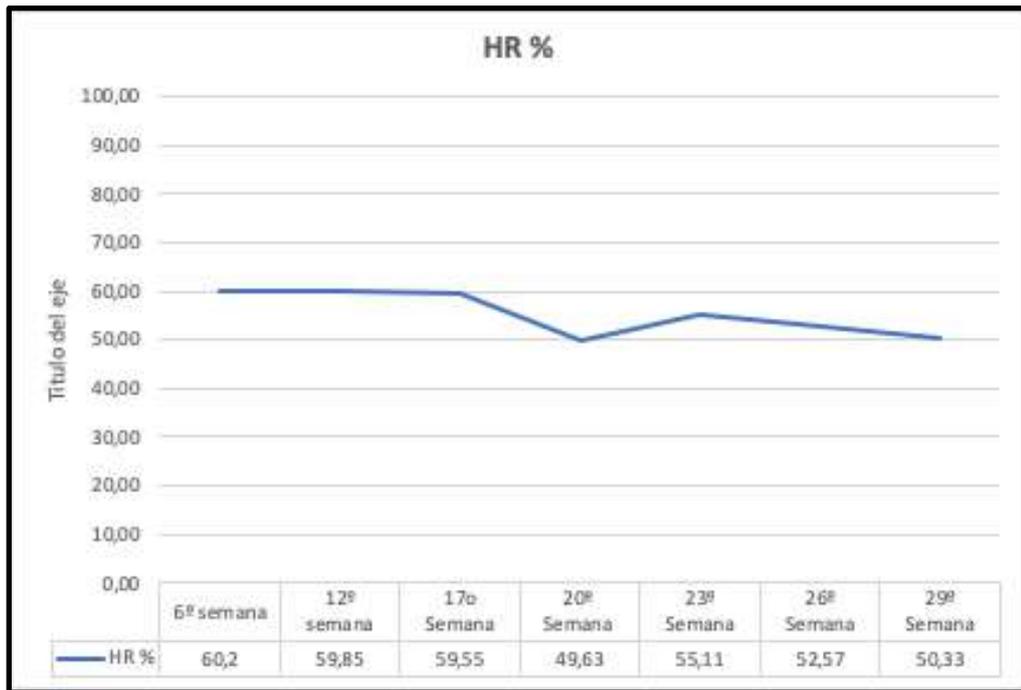
Desde que se inicia el estudio, en enero, según la AEMET “...la presencia de altas presiones sobre el Atlántico norte está obligando a las borrascas atlánticas a desviarse y a

seguir trayectorias más meridionales de lo habitual. La inestabilidad asociada a estas borrascas está afectando al oeste de Canarias con la llegada de sucesivos frentes atlánticos...”.



Gráfica 1: Evolución de las temperaturas promedios durante todo el ensayo

En la Gráfica 19 se puede observar como la temperatura va en aumento desde el principio del ensayo hasta el final.



Gráfica 2: : Evolución de los promedios de las HRs durante todo el ensayo

En la Gráfica 20 se puede apreciar como la HR en las primeras semanas del ensayo alcanza su valor máximo, sin embargo, esta va disminuyendo poco a poco hasta el final del ensayo.

4.1.4. Análisis estadístico

Los datos recogidos durante todo el estudio, fueron introducidos en hojas de cálculo del programa Microsoft Excel.

Los resultados de la estadística se llevaron a cabo con análisis de varianza (ANOVA) univariante conocida como análisis factorial y desarrollada por Fisher en 1930. Con este método se consigue estudiar las diferencias significativas de todos los parámetros tenidos en cuenta.

Las medias significativamente diferentes obtenidas de los parámetros se separaron con el test de Tukey de Rango Múltiple.

Se realizaron las pruebas más frecuentemente utilizadas: prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, y prueba de homogeneidad de las varianzas de Levene o Bartlett-Box (Little, 1989).

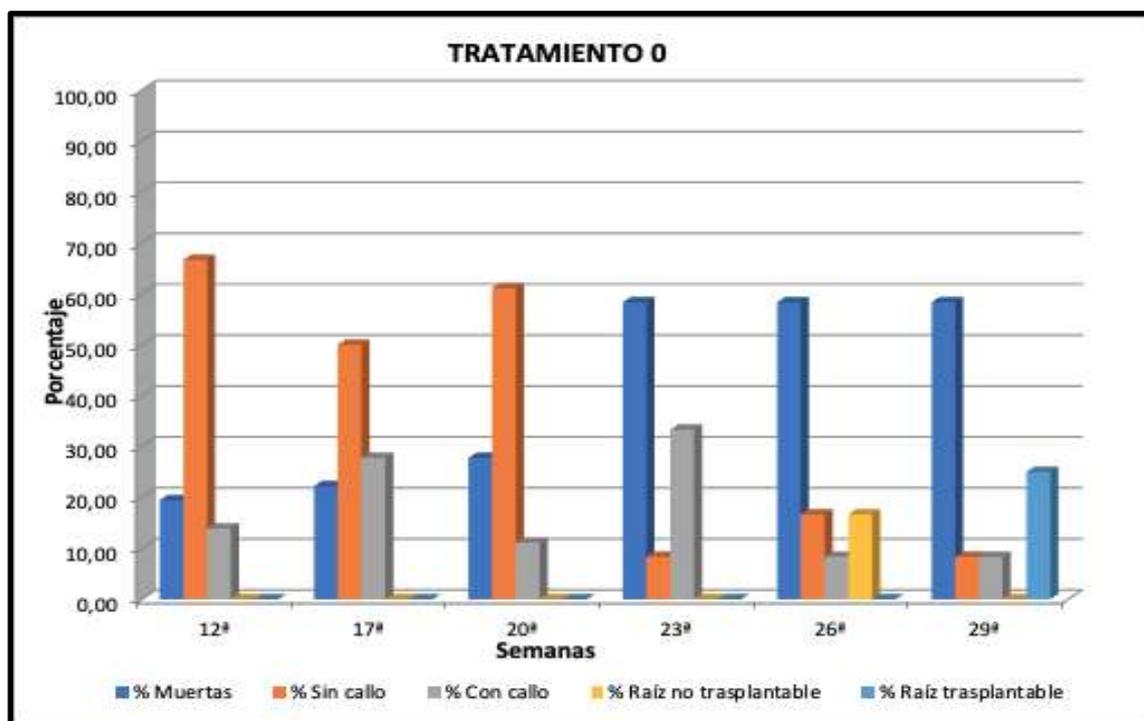
En algunos casos en que las condiciones de homogeneidad y/o normalidad de medias no se cumplieron, fue necesario realizar una transformación de los datos.

Para todos los análisis referidos anteriormente se utilizó el programa SPSS de su versión V.27.

4.2. Resultados y discusión

4.2.1. Evolución de los tratamientos durante el ensayo

4.2.1.1. Tratamiento 0: Testigo sin lesionado no tratado. Esquejes apicales 'Ayoba Peach'.



Gráfica 3: Representa el comportamiento del T0 durante todo el ensayo

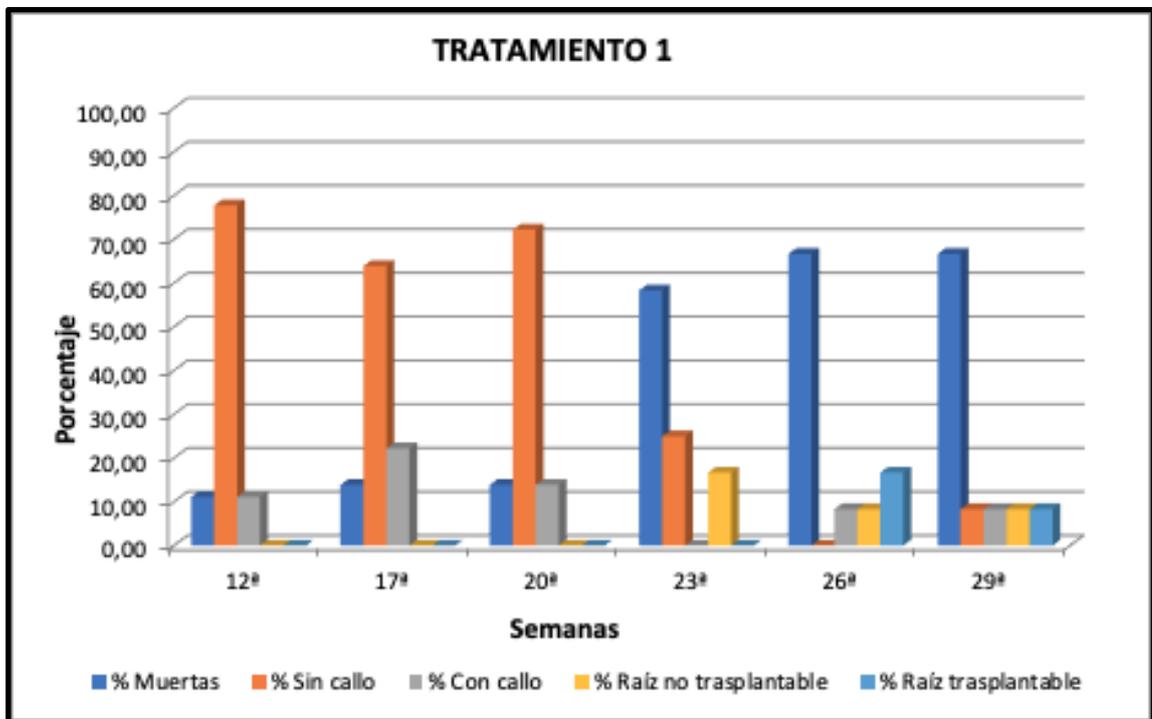
En la gráfica 1 se observa que en este tratamiento se produjo una mortalidad inicial de 8,33% en la semana 12 aumentando hasta en un 58,33% en la semana 29.

El porcentaje de estacas sin formar callo se encuentra inicialmente en un 66,67% y se reducen en un 8,33% al final del ensayo

Desde el principio del conteo, semana 12, se aprecia estacas con callo siendo un 13,89%. disminuyendo este resulta a 8,33%

Las raíces no trasplantables comienzan a observarse en la semana 26 con un 16,67%. Es en el único momento del ensayo que se pueden apreciar. La siguiente semana y última de conteo, semana 29, es cuando se consiguen estacas con raíz trasplantable alcanzando el valor del 25%.

4.2.1.2 Tratamiento 1: Testigo solución agua + alcohol sin lesionado. Esquejes apicales 'Ayoba Peach'.



Gráfica 4: Representa el comportamiento del T1 durante todo el ensayo

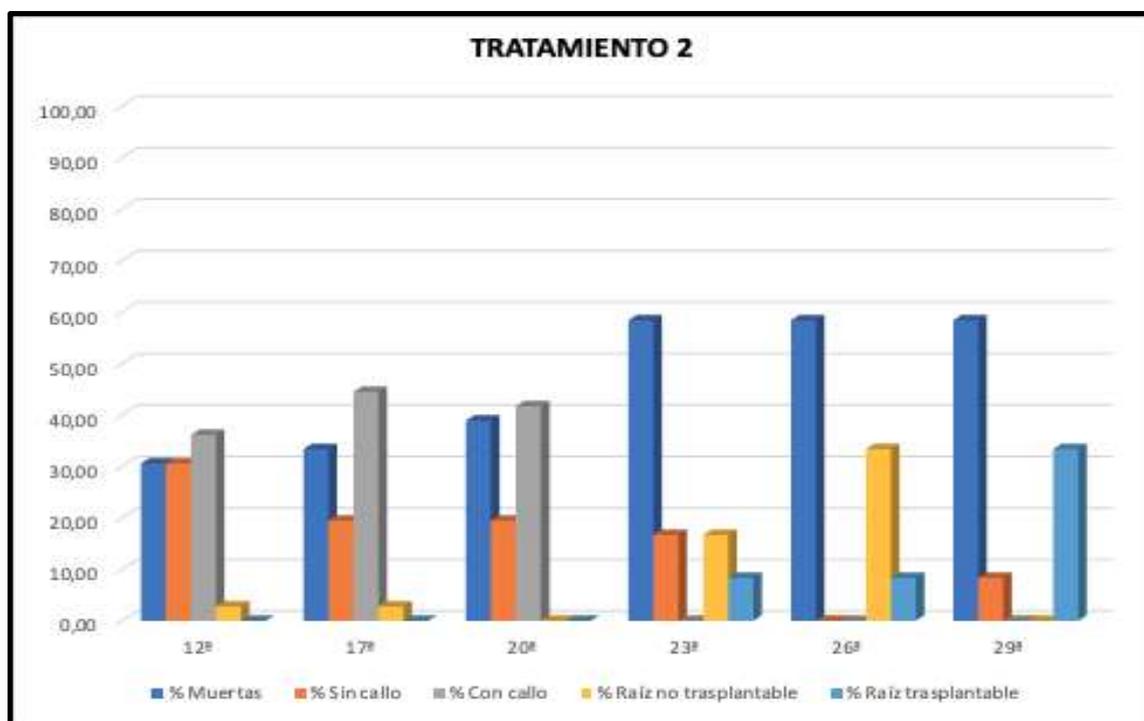
En la Gráfica 2 se observa que la mortalidad en la semana 12, segundo conteo, alcanza un 11,11% aumentando progresivamente hasta alcanzar su máximo valor en la semana 27 con un resultado de 66,67%.

En este segundo conteo las estacas sin formar callo representan el 77,78% disminuyendo a un 8,33% hasta el final del ensayo. Por otro lado, las estacas que han formado callo en la semana 12 tienen un valor del 11,11% alcanzando su máximo valor en la semana 17 con un total de 22,22%, luego descienden progresivamente hasta llegar al 8,33% en la semana 29.

Las primeras estacas con raíces no trasplantables aparecen en la semana 23 con un total de 16,67% llegando a una disminución del 8,33% en la semana 26 y 29.

En la semana 29, último conteo, es cuando se aprecian las primeras raíces trasplantables alcanzando un valor de 8,33%.

4.2.1.3. Tratamiento 2: 4000 ppm de IBA sin lesionado. Esquejes apicales de 'Ayoba Peach'



Gráfica 5: Representa el comportamiento del tratamiento 2 durante todo el ensayo

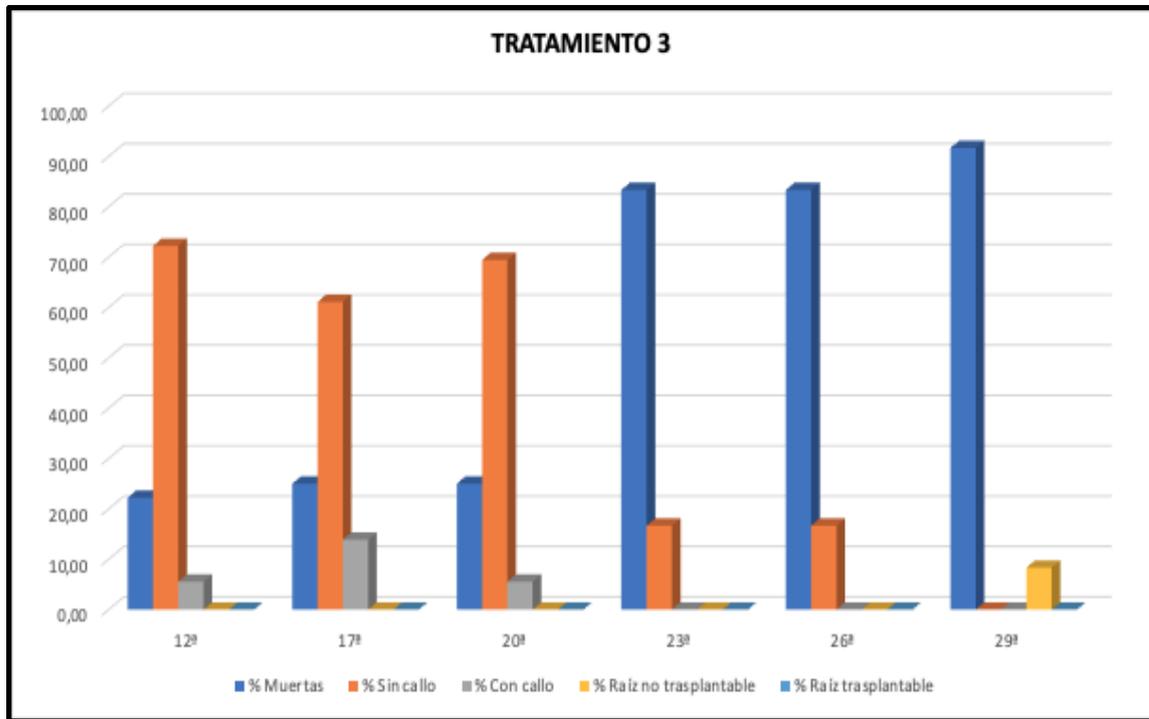
La Gráfica 3 muestra que en la semana 12 tanto las estacas muertas como las que aún no han formado callo obtienen un valor del 30,36% cada una. Como se aprecia, las estacas muertas desde la semana 23 hasta el final del ensayo alcanzan su valor máximo del 58,33%, y por otro lado, las estacas sin callo disminuyen hasta tener un 8,33%.

Las estacas con callo comienzan con un valor del 36,11%, aumentando hasta la semana 20 con un resultado del 41,67%, disminuyendo en los siguientes conteos hasta el final del ensayo alcanzando el 0,00%.

Las estacas con raíces no trasplantables en la semana 12 muestran un porcentaje del 2,78%, llegando a su máximo en la semana 26 con un valor del 33,33% y siendo del 0,00% en el último conteo.

Las primeras raíces trasplantables son detectadas en la semana 23 con un resultado del 8,33%, y alcanzan su máximo valor en la semana 29 con un producto del 33,33%.

4.2.1.4. Tratamiento 3: SEFEL sin lesionado. Esquejes apicales de `Ayoba Peach`



Gráfica 6: Representa el comportamiento del tratamiento 3 durante todo el ensayo

En la gráfica 4, se observa que la mortalidad aparece desde la semana 12^o con un 22,22% y aumenta progresivamente hasta alcanzar el 91,67% en la semana 29.

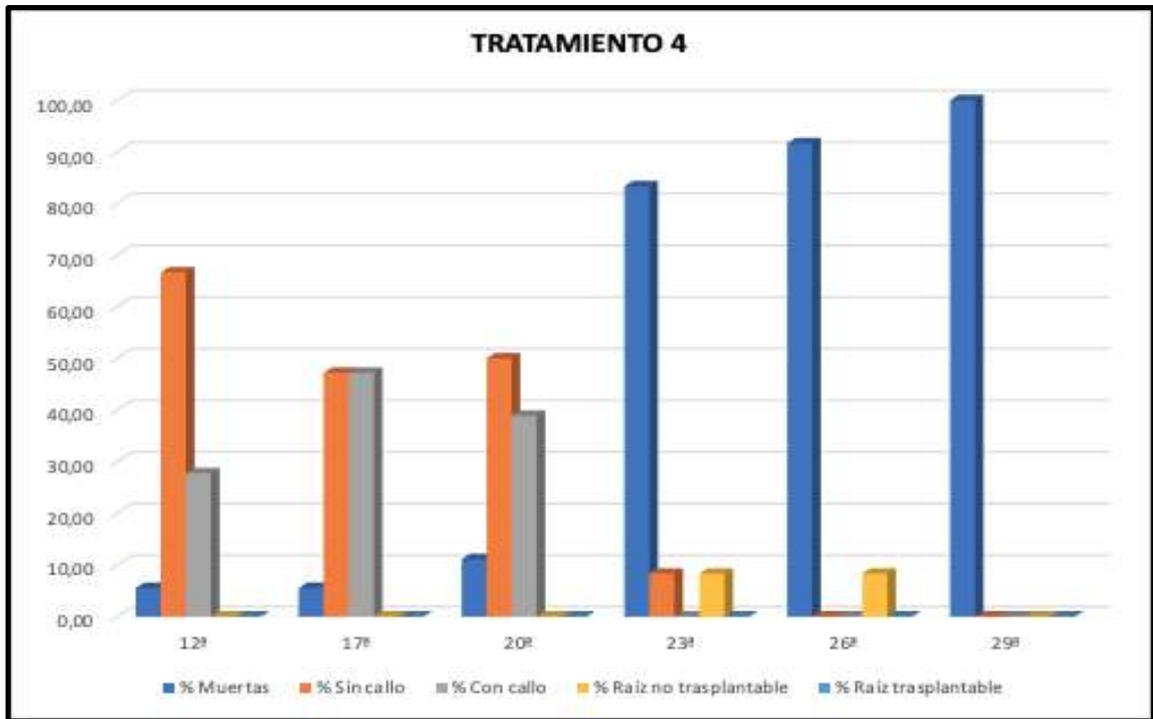
En la semana 12, el porcentaje de estacas sin formar callo se encuentra inicialmente en 72,22% y reduciéndose progresivamente hasta no haber ninguna en favor de las estacas muertas.

Desde el segundo conteo, semana 12, aparecen estacas con callo con un valor del 5,56% llegando al mínimo de 0 en la semana 23.

En la última semana se aprecia el primer valor de estacas con raíz no trasplantable, 8,33%.

Con respecto a raíz trasplantable no se observan en este tratamiento durante todo el ensayo.

4.2.1.5. Tratamiento 4: SEFEL + 4000 ppm de IBA sin lesionado. Esquejes apicales de `Ayoba Peach`



Gráfica 7: Representa el comportamiento del tratamiento 5 durante todo el ensayo

La Gráfica 5 muestra que la mortalidad tiene un valor en la 12ª semana del 5,56%, aumentando progresivamente hasta alcanzar el 100% en el último conteo.

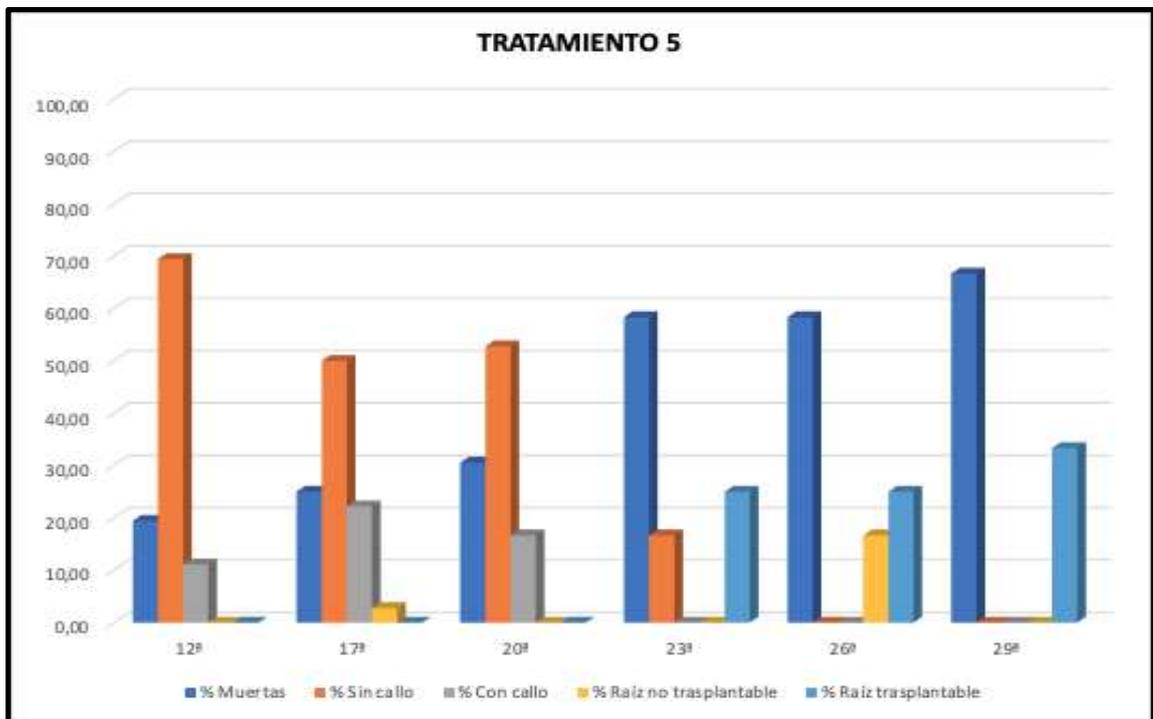
En la semana 12, las estacas sin callo tienen un resultado del 66,67% disminuyendo hasta obtener el 0,00% en la semana 26.

Las estacas con callo desde la 12ª semana poseen el 27,78%, obteniendo su máximo en la semana 17ª, sin embargo, disminuye hasta lograr su mínimo del 0,00% en la semana 23.

Las estacas con raíz no trasplantable se estudian en la semana 23 pero al final del ensayo son el 0.00%

Las estacas con raíz trasplantable no aparecen en todo el ensayo.

4.2.1.6. Tratamiento 5: Testigo solución agua + alcohol con lesionado. Esquejes apicales de `Ayoba Peach`



Gráfica 8: Representa el comportamiento del tratamiento 5 durante todo el ensayo

En la Gráfica 6, las estacas muertas comienzan con un 19,44% y aumentan progresivamente hasta llegar al 66,67% en el último conteo.

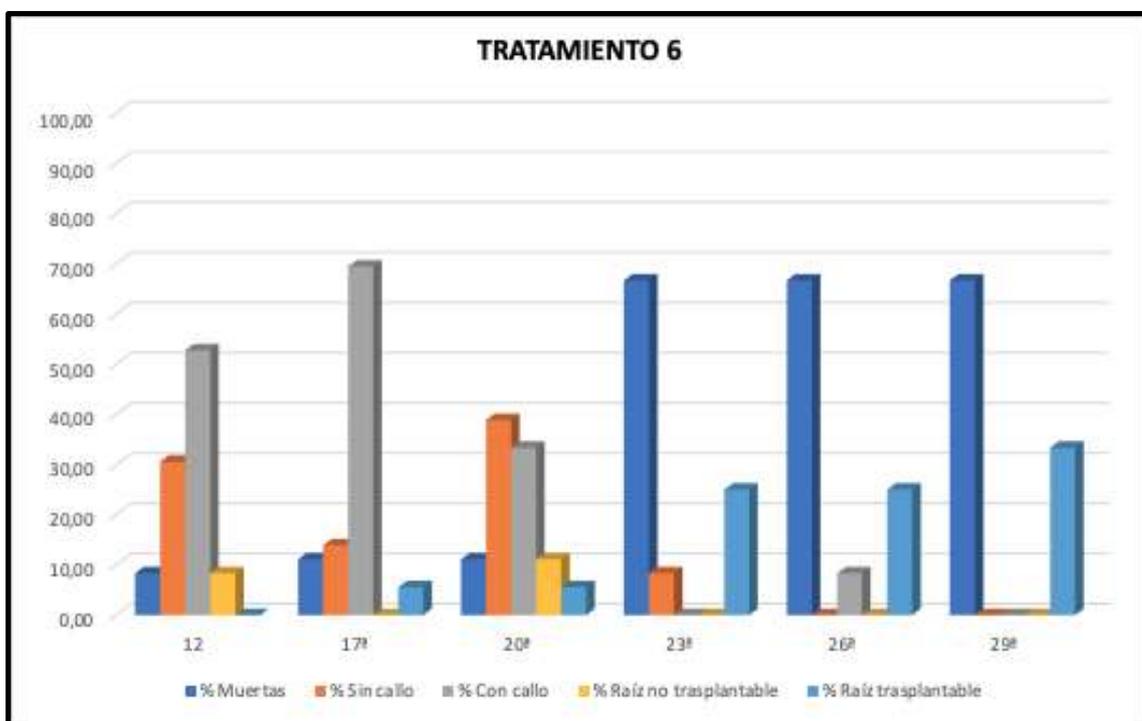
El porcentaje de estacas sin callo es inicialmente del 69,44% y, merma progresivamente hasta llegar a su mínimo en la semana 26 con un valor de 0,00%.

Las estacas con callo comienzan en la semana 12 con un 11,11%, su máximo valor lo obtuvieron en el siguiente conteo, pero disminuye al 0,00% en la semana 23.

Se comienzan a percibir estacas con raíz no trasplantable en la semana 17, su valor máximo en la semana 26, sin embargo, alcanzan el 0,00% en el último conteo.

Por último, en este tratamiento, las primeras estacas con raíces trasplantables se manifiestan en la semana 23 con un 25%, llegando al 33,33% al final del ensayo.

4.2.1.7. Tratamiento 6: 4000 ppm de IBA con lesionado. Esquejes apicales de 'Ayoba Peach'



Gráfica 9: Representa el comportamiento del tratamiento 6 durante todo el ensayo

Como se puede observar en la Gráfica 7, la mortalidad inicialmente tiene un valor del 8,33%, aumentando hasta llegar a su máximo valor en la semana 23ª con un total del 66,67%, manteniéndose así hasta el final del ensayo.

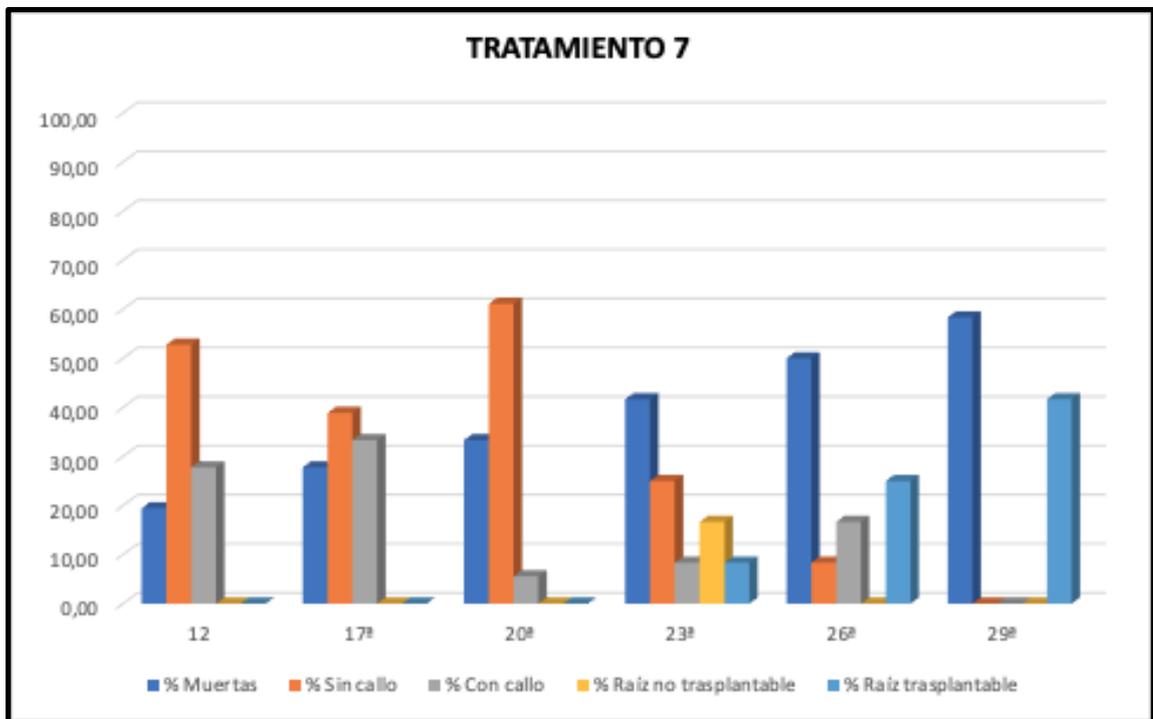
Las estacas sin callo comienzan con un resultado del 30,56%, llegando a su máximo en la semana 20ª con un 38,89% y luego disminuye hasta obtener un 0,00% en la semana 29ª dando a favor a las estacas muertas.

Las estacas con callo en la semana 12 tienen un 52,78%, máximo lo obtienen en el siguiente conteo con un 69,44% y bajan al 0,00% en la última semana al 0,00%, a favor también de las estacas muertas.

Las raíces no trasplantables se aprecian en las semanas 12 y 20 con 8,33 y 11,11% respectivamente.

Las primeras raíces trasplantables aparecen en la semana 12ª con un 5,56% aumentando hasta alcanzar el 33,33% en el último conteo.

4.2.1.8. Tratamiento 7: SEFEL con lesionado. Esquejes apicales de `Ayoba Peach`



Gráfica 10: Representa el comportamiento del tratamiento 7 durante todo el ensayo

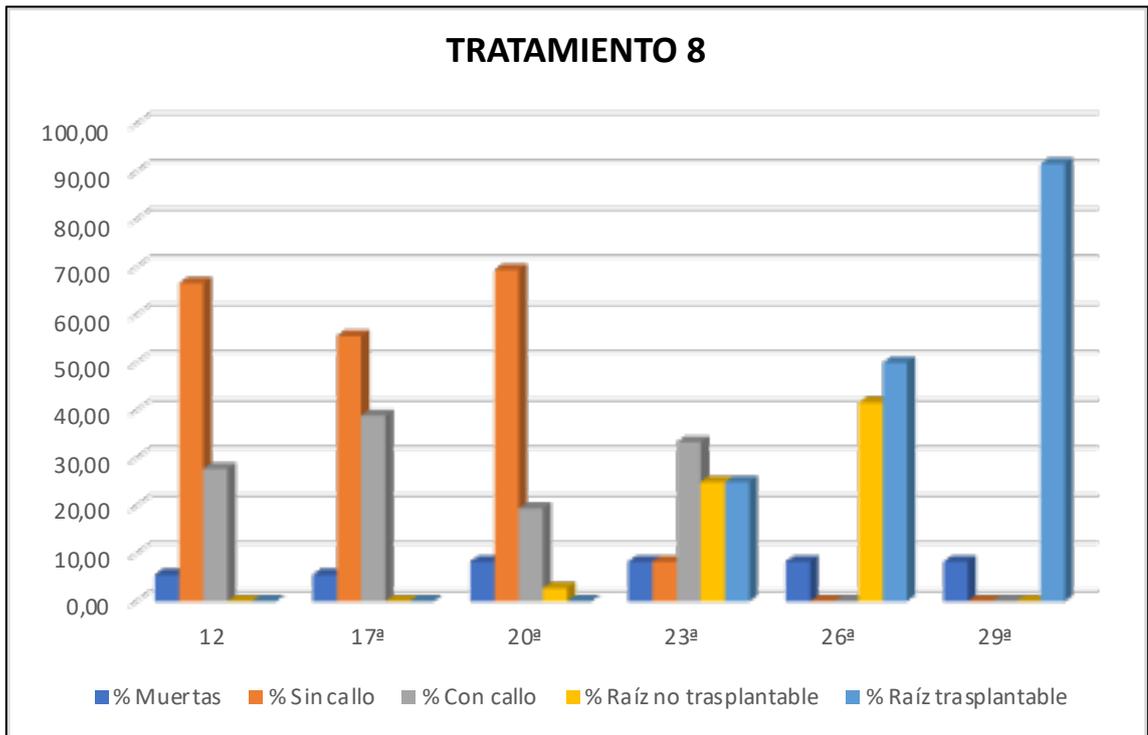
En esta Gráfica 8, se observa que el porcentaje de estacas muertas ha ido aumentando progresivamente desde el principio alcanzando el 58,33% en la semana 29.

Las estacas sin formar callo se encuentran inicialmente en 52,78% y con callo 27,78%, reduciéndose al 0,00% en el final del ensayo dando a favor de las estacas muertas y trasplantables.

Con respecto a las raíces no trasplantables sólo son observadas en la semana 23 con un 16,67%.

Por último, en este tratamiento las raíces trasplantables comienzan en la semana 26 con un 8,33% aumentando al 41,67% en la semana 29.

4.2.1.9. Tratamiento 8: SEFEL + 4000 ppm de IBA. Esquejes apicales de `Ayoba Peach`



Gráfica 11: Representa el comportamiento del tratamiento 8 durante todo el ensayo

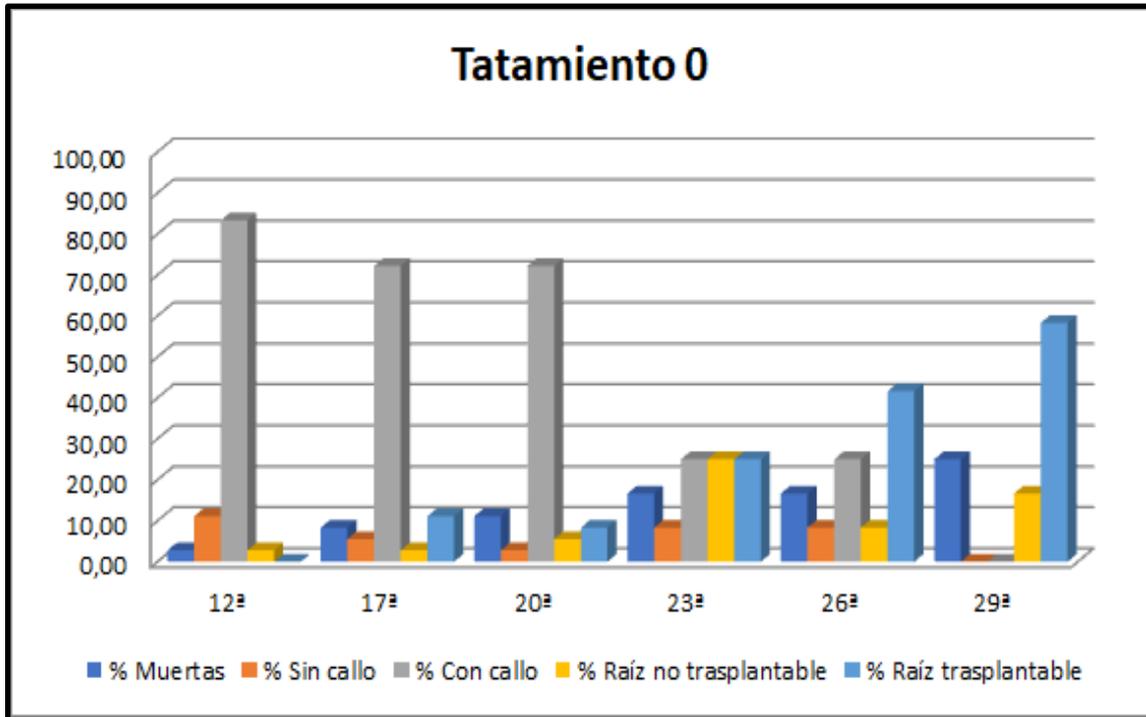
Desde la primera semana el porcentaje de estacas muertas es de 5,56, aumentando y llegando al 8,33% en el resto de conteos hasta el final del ensayo.

Las estacas sin callo comienzan con un 66,67% y sin callo con un 27,78%. Las dos en la semana 27 obtienen un valor del 0,00% en favor de las estacas trasplantables.

Las primeras estacas con raíz no trasplantables aparecen en la semana 20, y en la semana 27 con un máximo de 41,67%. Al final del ensayo adquieren el 0,00% en favor a las raíces trasplantables.

Por último, las raíces trasplantables se contemplan en la semana 23 con un 25%, aumenta progresivamente con un resultado del 91,67% al final del ensayo

4.2.1.10. Tratamiento 0: Testigo sin lesionado no tratado. Esquejes subapicales 'Ayoba Peach'



Gráfica 12: Representa el comportamiento del tratamiento 0 durante todo el ensayo

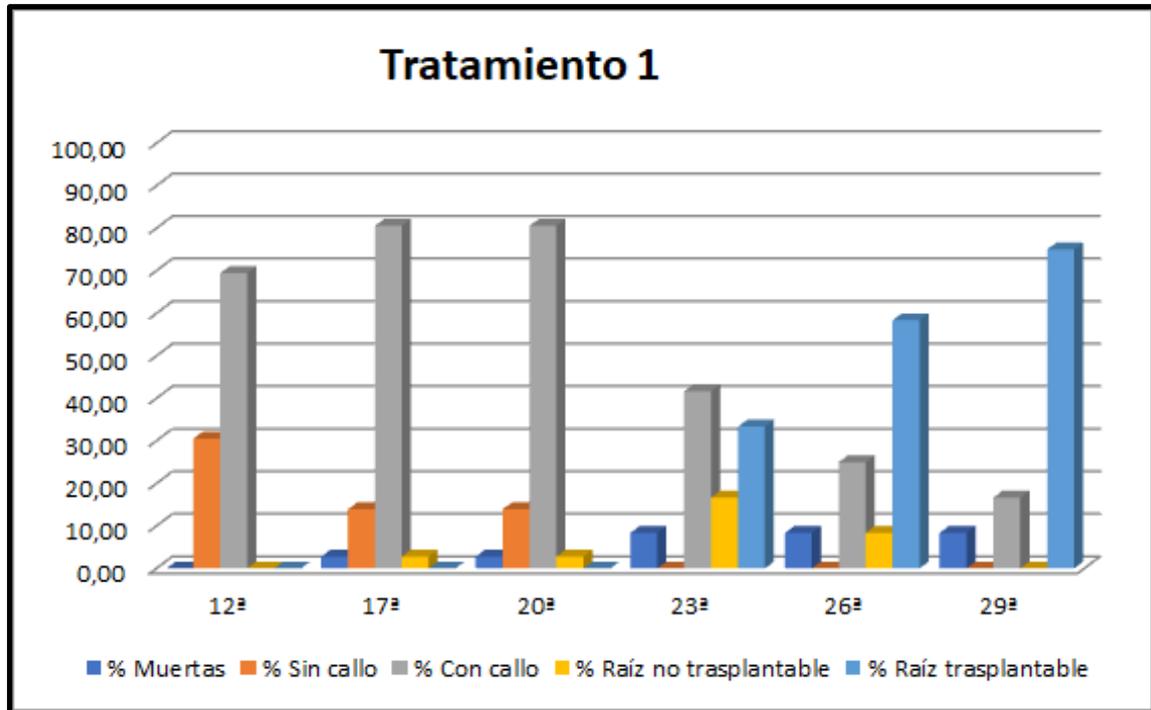
En la Gráfica 10 el porcentaje de estacas muertas comienza con un 2,78% y aumenta progresivamente hasta el 25,00% en el último conteo. Por el contrario, las estacas sin callo, su valor inicial es de 11,11%, sin embargo, con el tiempo disminuyen hasta llegar al 0,00% en la semana 29.

Las estacas con callo formado, desde un principio se observaron en un 83,33% de las muestras, llegando al 0,00% en la semana 29 en favor de las raíces trasplantables.

Las Raíces no trasplantables en la semana 12ª obtuvieron un valor del 2,78% llegando a un máximo del 25% en la semana 20. Sin embargo, en la 29 se observaron 16,67%.

Por último, las raíces trasplantables aparecen en la 17ª semana, con un total de 11,11%, y aumentando hasta llegar al 58,33% en el final del ensayo.

4.2.1.11. Tratamiento 1: Testigo solución agua + alcohol sin lesionado. Esquejes subapicales `Ayoba Peach`



Gráfica 13: Representa el comportamiento del tratamiento 1 durante todo el ensayo

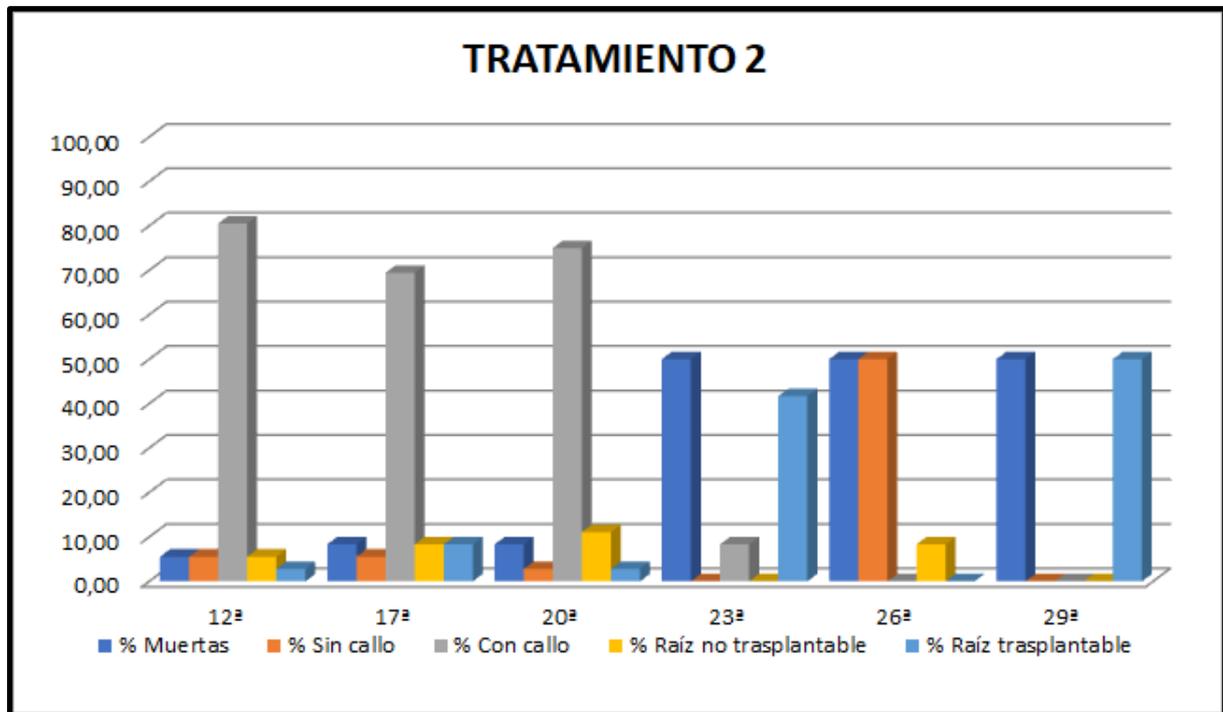
En este tratamiento podemos observar que las estacas muertas aparecen en la semana 17ª con un total de 2.78%, aumentando levemente hasta alcanzar un 8.33% en la semana 29. Por el contrario, las estacas sin callo reflejan un 30.56% en el comienzo y en la semana 23 a su mínimo del 0.00%.

Las estacas con callo desde su primer conteo comienzan a apreciarse. alcanzando su máximo en la semana 23 con un 80.56% y disminuyendo en favor a las estacas trasplantables.

En la semana 17, las estacas con callo formado obtuvieron un porcentaje del 2.78, aumentando en la semana 23 con un 16.67 y siendo 0.00 en el último conteo.

Por último, en esta gráfica las estacas trasplantables son detectadas en la semana 23 con un inicio del 33.33% y finalizando con un 75% en la semana 29.

4.2.1.12. Tratamiento 2: 4000 ppm de IBA sin lesionado. Esquejes subapicales de 'Ayoba Peach'



Gráfica 14: Representa el comportamiento del tratamiento 2 durante todo el ensayo

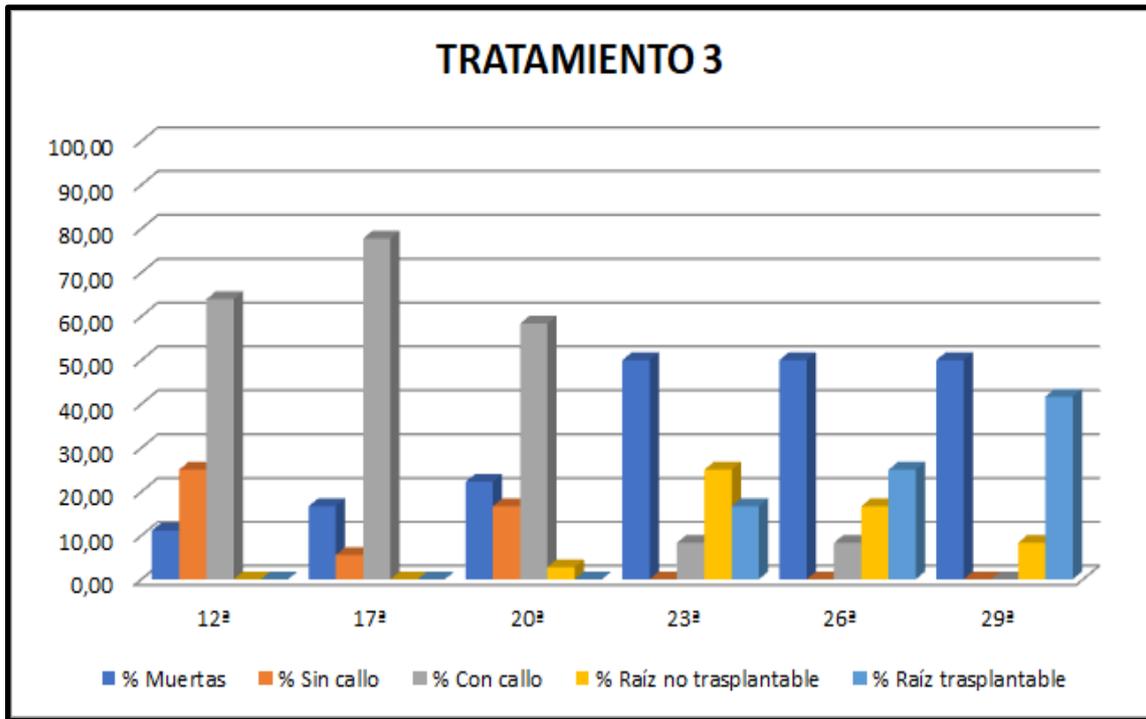
En esta Gráfica se puede apreciar como las estacas muertas comienzan con un valor del 5.56% y aumentan hasta llegar al 50.00% en la semana 23 y manteniéndose así hasta el final del ensayo.

Las estacas sin callo en la semana 12 poseen un 5.56% alcanzando el 50.00% en la semana 26 y en la 29, un porcentaje del 0.00%. Por otro lado, las estacas con callo presentan un 80.56% en la semana 12 disminuyendo en favor de las estacas trasplantables.

En la semana 12 las raíces no trasplantables constan de un 5.56%, disminuyendo hasta llegar a 0.00 en la última semana.

Finalizando este tratamiento, las estacas trasplantables alcanzan un 50.00% en la semana 29.

4.2.1.13. Tratamiento 3: SEFEL sin lesionado. Esquejes subapicales de 'Ayoba Peach'



Gráfica 15: Representa el comportamiento del tratamiento 3 durante todo el ensayo

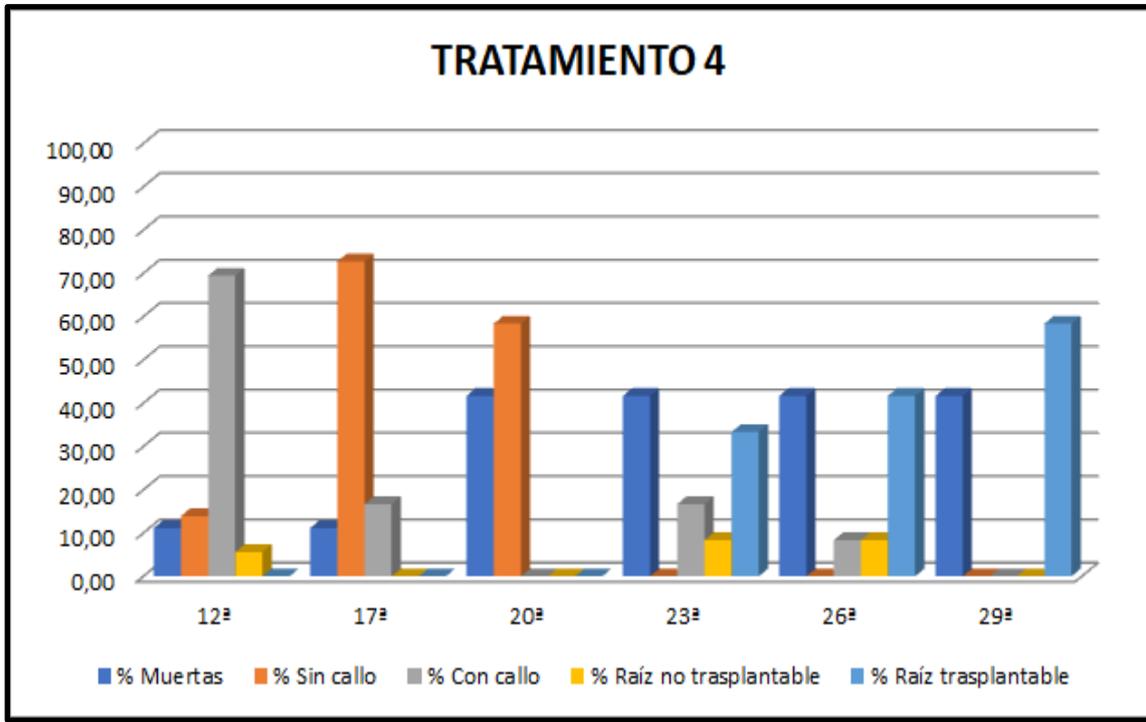
En esta Gráfica se observa que las estacas muertas en la semana 12 comienzan con un valor del 11,11% y este va aumentando hasta alcanzar el 50 en la semana 23 y se mantiene así hasta final del ensayo.

Por el contrario, las estacas sin callo en su inicio con un 25% en la semana 12, su porcentaje disminuye paulatinamente hasta alcanzar el 0,00 en la semana 23.

Las estacas con callo, empiezan con un valor del 63,89%, alcanzan su máximo en el siguiente conteo con un 77,78%, y luego disminuye en favor de las estacas trasplantables. Algo parecido ocurre con las estacas no trasplantables, sin embargo, estas son apreciadas en la semana 20 con un total de 2,78, siendo el siguiente conteo con un 25,00% (máximo valor en el ensayo), y disminuyendo a favor de las estacas trasplantables.

Por último, este tratamiento hace que en la semana 23 se observen las primeras estacas trasplantables con un 16,67% y llegando al 41,67% en la semana 29.

4.2.1.14. Tratamiento 4: SEFEL + 4000 ppm de IBA sin lesionado. Esquejes subapicales de `Ayoba Peach`



Gráfica 16: Representa el comportamiento del tratamiento 4 durante todo el ensayo

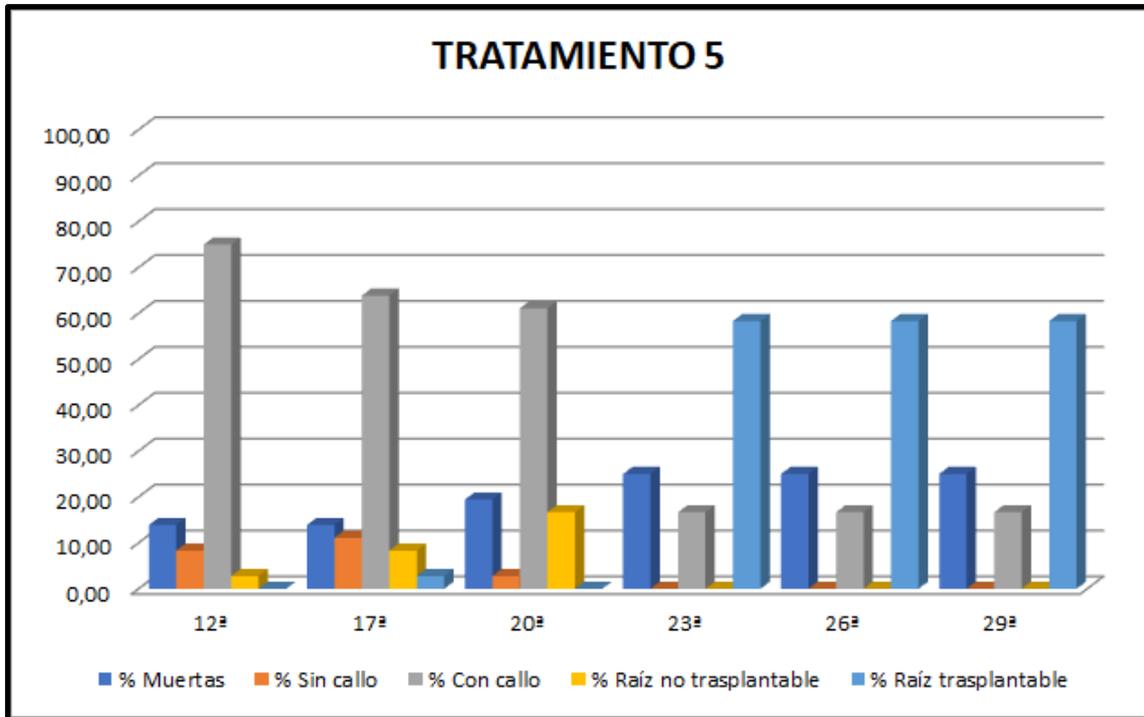
En esta Gráfica se puede observar que las estacas muertas comienzan con un 11.11% y aumentan hasta llegar al 41.67%.

Las estacas sin callo alcanzan su máximo valor en la semana 17 con un 72,22% y disminuye hasta un 0.00 en la semana 23.

En la semana 12, las estacas con callo representan el 69.49% y éstas se reducen en cada conteo hasta llegar al 0.00 en la semana 29 en favor a las estacas trasplantables.

Las estacas trasplantables se aprecian en la semana 23ª y va en aumento hasta llegar al 58.33%.

4.2.1.15. Tratamiento 5: Testigo solución agua + alcohol con lesionado. Esquejes subapicales de 'Ayoba Peach'



Gráfica 17: Representa el comportamiento del tratamiento 5 durante todo el ensayo

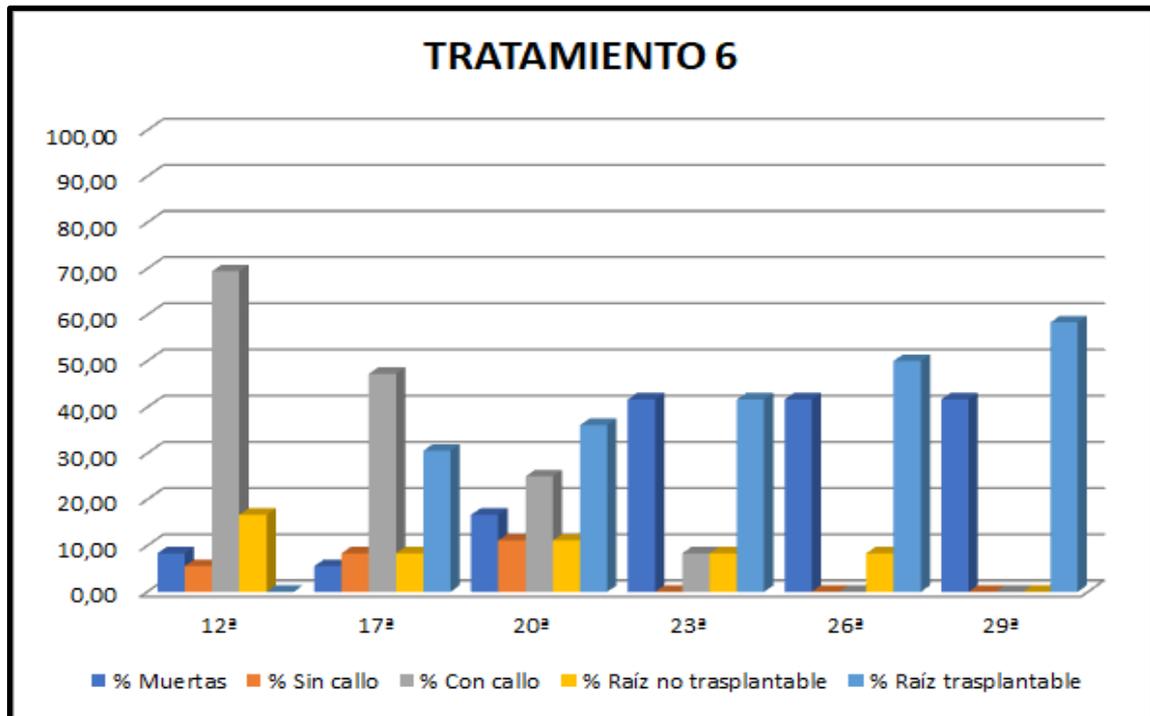
En esta gráfica se aprecia que en la semana 12 las estacas muertas comienzan con un 13,89%. Este valor aumenta levemente hasta alcanzar un 25% en la semana 23 manteniéndose así hasta el final.

Las estacas con y sin callo inicialmente obtienen un 8,33 y 75,00 respectivamente. Las estacas sin callo en la semana 23 no se aprecian, y las que tienen formación callosa disminuyen al 16,67% en la misma semana, manteniéndose estos resultados incluso en el último conteo.

Desde la semana 12 las estacas no trasplantables son estudiadas con un porcentaje del 2,78%. aumentando su valor al 16,67% en el siguiente conteo, el resto de conteos es de 0,00%.

Las estacas trasplantables aparecen en la semana 17 con un 2,78% y aumentan al 58,33 % desde la semana 23 manteniéndose de este modo hasta el conteo 29.

4.2.1.16. Tratamiento 6: 4000 ppm de IBA con lesionado. Esquejes subapicales de 'Ayoba Peach'



Gráfica 18: Representa el comportamiento del tratamiento 6 durante todo el ensayo

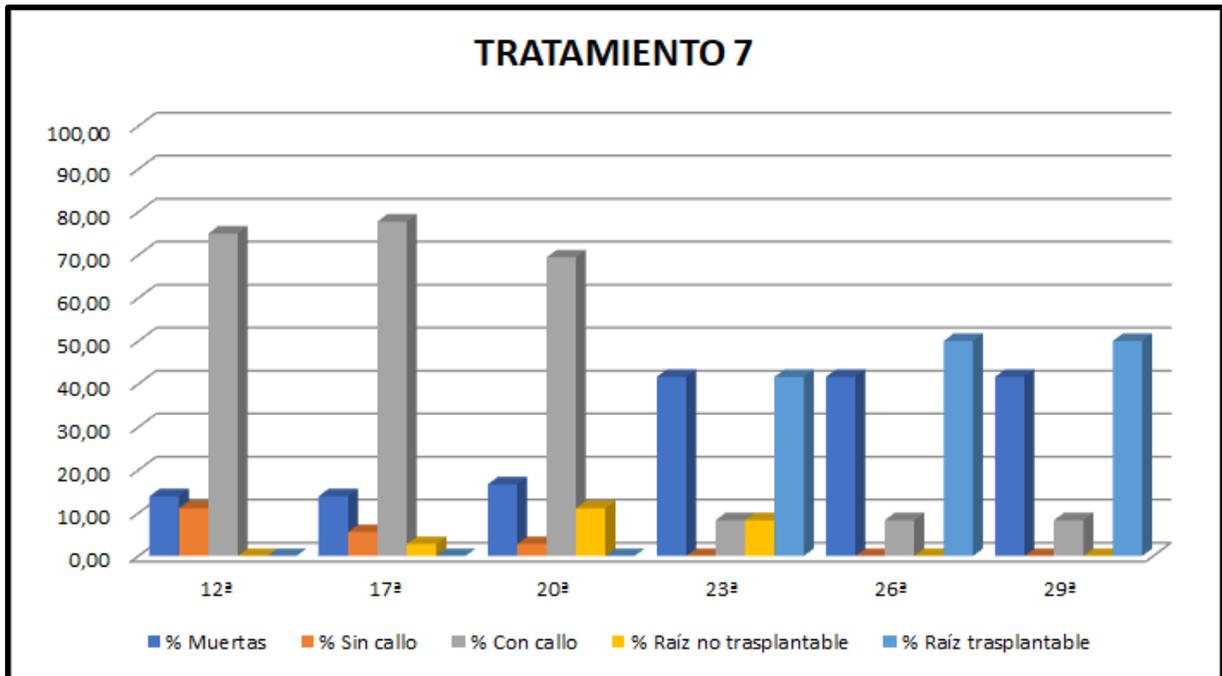
En esta Gráfica se puede observar que el porcentaje de estacas muertas es de 8.33 en la semana 12 y aumenta hasta alcanzar 41.67 en la semana 29.

Las estacas sin y con callo, inicialmente comienzan con un 5.56% y un 59.49%, respectivamente, estos valores disminuyen a 0.00 en la semana 29.

Desde la semana 12 las raíces no trasplantables son examinadas con un 16.67%.

Las raíces trasplantables aparecen en la semana 17 con un valor del 30.56%, este aumenta en cada conteo hasta alcanzar el 58.33%

4.2.1.17. Tratamiento 7: SEFEL con lesionado. Esquejes subapicales de 'Ayoba Peach'



Gráfica 19: Representa el comportamiento del tratamiento 7 durante todo el ensayo

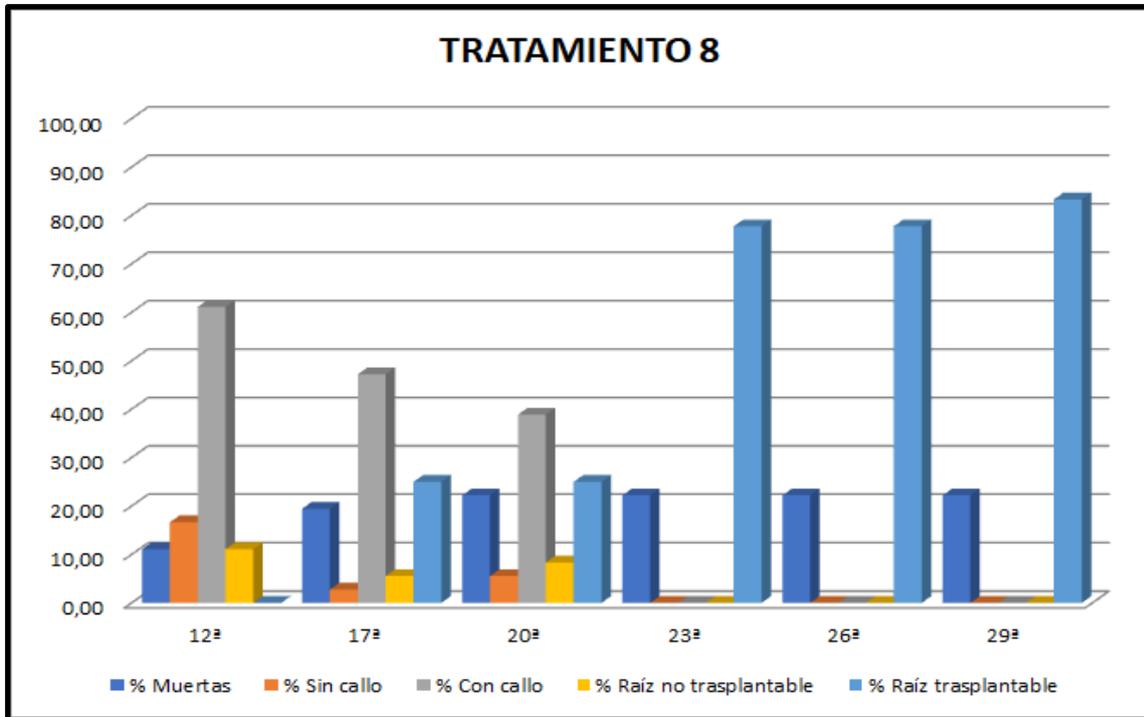
Desde el primer conteo, las estacas muertas están presentes, en la semana 12 tienen un valor del 13.89%, aumentando progresivamente hasta alcanzar el 41.67% desde la semana 23.

Las estacas sin y con callo, tienen respectivamente en la semana 12 un 11.11% y un 75%, disminuyendo ambas hasta llegar al 0.00% y al 8.33% ambas respectivamente en la semana 23 y manteniendo este resultado hasta el final.

Las estacas de raíz no trasplantable son detectadas en la semana 17 con un total de 2.78%.

Por último, en la semana 23, es cuando este tratamiento hace efectivo que las estacas trasplantables sean visibles y con un resultado del 41.67% aumentando al 50% en los siguientes conteos.

4.2.1.18. Tratamiento 8: SEFEL + 4000 ppm de IBA. Esquejes subapicales de `Ayoba Peach`



Gráfica 20: Representa el comportamiento del tratamiento 8 durante todo el ensayo

En esta Gráfica las estacas muertas tienen un valor inicial del 11.11%, este aumenta hasta el doble, 22.22% en la semana 20, manteniendo este resultado hasta el final.

Las estacas sin y con callo tiene respectivamente un 16.67 y un 61.11% respectivamente disminuyendo estos valores a favor de las estacas trasplantables.

Las estacas con raíz no trasplantable inicialmente tienen un 11.11%, este valor mengua hasta el 0.00% en la semana 23.

Por último, las estacas de raíz trasplantable son visibles en la semana 17 con un 25%, este valor va en aumento hasta alcanzar el 83.33% en el último conteo.

4.2. Análisis Estadístico de los Datos Obtenidos

4.2.1. Estacas Apicales con raíz trasplantable a las 17 semanas de ensayo

A la 17ª semana de ensayo, en las estacas apicales, el tratamiento que presentó algún porcentaje de estacas con raíz trasplantable (tabla 2) fue el tratamiento 6 con un 5,6% siendo significativamente diferente al resto de tratamientos.

Entre los tratamientos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7 y 8 no existen diferencias significativas.

Tabla 2: separación de medias por el método de Tukey a las 17 semanas (las medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5%).

Tratamiento	% Raíces Trasplantables Apicales
T0 Testigo sin lesionado, no tratado	0,0b
T1 Testigo solución agua + alcohol sin lesionado	0,0b
T2 4000 ppm de IBA sin lesionado	0,0b
T3 SEFEL sin lesionado	0,0b
T4 SEFEL + 4000 ppm de IBA sin lesionado	0,0b
T5 Testigo solución agua + alcohol con lesionado	0,0b
T6 4000 ppm de IBA con lesionado	5.6a
T7 SEFEL con lesionado	0,0b
T8 SEFEL + 4000 ppm de IBA con lesionado	0,0b

4.2.2. Estacas SUB-apicales con raíz trasplantable a las 17 semanas de ensayo

Las estacas subapicales en la semana 17, los tratamientos que presentan algún porcentaje de estacas con estacas de raíz trasplantable (Tabla 3) fueron los tratamientos 0, 2, 5, 6, y 8 con un 11,1%, 8,3%, 2,8%, 30,6% y 25,0% respectivamente.

El tratamiento 6 fue el que obtuvo un mayor porcentaje, 30,6%. Se observa que el tratamiento 6 es significativamente diferente a los tratamientos 1, 3, 4 y 7.

No existen diferencias significativas entre sí los tratamientos 6 y 8; 0, 2 y 8; 1, 4, 5, y 7; 1, 3, 4 y 7.

Tabla 3: separación de medias por el método de Tukey a las 17 semanas (las medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5%).

Tratamiento	% Raíces Trasplantables SUB-apicales
T0 Testigo sin lesionado, no tratado	11,1b
T1 Testigo solución agua + alcohol sin lesionado	0,0 cd
T2 4000 ppm de IBA sin lesionado	8,3 b
T3 SEFEL sin lesionado	0,0 d
T4 SEFEL + 4000 ppm de IBA sin lesionado	0,0 cd
T5 Testigo solución agua + alcohol con lesionado	2,8 c
T6 4000 ppm de IBA con lesionado	30,6a
T7 SEFEL con lesionado	0,0 c,d
T8 SEFEL + 4000 ppm de IBA con lesionado	25,0 a,b

4.2.3. Estacas Apicales con raíz trasplantable a las 20 semanas de ensayo

A la 20ª semana de ensayo en las estacas apicales, el tratamiento que presentó algún porcentaje de estacas de raíz trasplantable (Tabla 3) fue el tratamiento 6 con un 5,6% siendo significativamente diferente al resto de tratamientos.

Entre los tratamientos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7 y 8 no existen diferencias significativas.

Tabla 4: separación de medias por el método de Tukey a las 20 semanas (las medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5%).

Tratamiento	% Raíces Trasplantables Apicales
T0 Testigo sin lesionado, no tratado	0,0b
T1 Testigo solución agua + alcohol sin lesionado	0,0b
T2 4000 ppm de IBA sin lesionado	0,0b
T3 SEFEL sin lesionado	0,0b
T4 SEFEL + 4000 ppm de IBA sin lesionado	0,0b
T5 Testigo solución agua + alcohol con lesionado	0,0b
T6 4000 ppm de IBA con lesionado	5,6a
T7 SEFEL con lesionado	0,0b
T8 SEFEL + 4000 ppm de IBA con lesionado	0,0b

4.2.4. Estacas SUB-apicales con raíz trasplantable a las 20 semanas de ensayo

Las estacas subapicales en la semana 20, los tratamientos que presentan algún porcentaje de estacas con estacas de raíz trasplantable (Tabla 5) fueron los tratamientos 0, 2, 6, y 8 con un 8,3%, 2,8%, 36,1% y 25,0% respectivamente.

Los tratamientos 6 y 8 fueron los que obtuvieron un mayor porcentaje siendo significativamente diferentes al resto.

Tabla 5: separación de medias por el método de Tukey a las 20 semanas (las medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5%).

Tratamiento	% Raíces Trasplantables SUB-apicales
T0 Testigo sin lesionado, no tratado	8,3b
T1 Testigo solución agua + alcohol sin lesionado	0,0c
T2 4000 ppm de IBA sin lesionado	2,8bc
T3 SEFEL sin lesionado	0,0c
T4 SEFEL + 4000 ppm de IBA sin lesionado	0,0c
T5 Testigo solución agua + alcohol con lesionado	0,0c
T6 4000 ppm de IBA con lesionado	36,1a
T7 SEFEL con lesionado	0,0c
T8 SEFEL + 4000 ppm de IBA con lesionado	25,0a

4.2.5. Estacas Apicales con raíz trasplantable a las 23 semanas de ensayo

Las estacas apicales en la semana 23, los tratamientos que presentan algún porcentaje de estacas con estacas de raíz trasplantable (Tabla 6) fueron los tratamientos 2, 5, 6 7 y 8 con un 8, 3% (tratamientos 2 y 7) y 25,0% (los tratamientos 5, 6 y 8).

Se observa que los tratamientos 5, 6 y 8 son mayores siendo significativamente diferentes al resto .

Tabla 6: separación de medias por el método de Tukey a las 23 semanas (las medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5%).

Tratamiento	% Raíces Trasplantables Apicales
T0 Testigo sin lesionado, no tratado	0,0c
T1 Testigo solución agua + alcohol sin lesionado	0,0c
T2 4000 ppm de IBA sin lesionado	8,3b
T3 SEFEL sin lesionado	0,0c
T4 SEFEL + 4000 ppm de IBA sin lesionado	0,0c
T5 Testigo solución agua + alcohol con lesionado	25,0a
T6 4000 ppm de IBA con lesionado	25,0a
T7 SEFEL con lesionado	8,3b
T8 SEFEL + 4000 ppm de IBA con lesionado	25,0a

4.2.6. Estacas SUB-apicales con raíz trasplantable a las 23 semanas de ensayo

Las estacas subapicales en la semana 23, todos los tratamientos presentan algún porcentaje de estacas con estacas de raíz trasplantable (Tabla 7).

El tratamiento 8 fue el que obtuvo un mayor porcentaje con un valor del 83,3%. Se observa que el tratamiento 8 es significativamente diferente al resto de tratamientos. Con un porcentaje al to le siguen los tratamientos 2 (41,7%), 5 (58,3%), 6 (41,7%) y 7 (41,7/) siendo significativamente diferentes al tratamiento 0 (25,0%) 3 (16, 17%).

Tabla 7:separación de medias por el método de Tukey a las 23 semanas (las medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5%).

Tratamiento	% Raíces Trasplantables SUB-apicales
T0 Testigo sin lesionado, no tratado	25,0c
T1 Testigo solución agua + alcohol sin lesionado	33,3bc
T2 4000 ppm de IBA sin lesionado	41,7b
T3 SEFEL sin lesionado	16,7c
T4 SEFEL + 4000 ppm de IBA sin lesionado	33,3bc
T5 Testigo solución agua + alcohol con lesionado	58,3b
T6 4000 ppm de IBA con lesionado	41,7b
T7 SEFEL con lesionado	41,7b
T8 SEFEL + 4000 ppm de IBA con lesionado	83,3a

4.2.7. Estacas Apicales con raíz trasplantable a las 26 semanas de ensayo

Las estacas apicales en la semana 26^a, los tratamientos que no presentan porcentaje de estacas con estacas de raíz trasplantable (Tabla 8) fueron los tratamientos 0, 3 y 4.

El tratamiento 8 fue el que obtuvo un mayor porcentaje con un valor del 50,0%. Se observa que este es significativamente diferente al resto de tratamientos. Le siguen los tratamientos 5, 6 y 7 con un 25,0% siendo significativamente diferentes al resto salvo el tratamiento 1.

Tabla 8: separación de medias por el método de Tukey a las 26 semanas (las medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5%).

Tratamiento	% Raíces Trasplantables Apicales
T0 Testigo sin lesionado, no tratado	0,0d
T1 Testigo solución agua + alcohol sin lesionado	6,7c
T2 4000 ppm de IBA sin lesionado	8,3c
T3 SEFEL sin lesionado	0,0d
T4 SEFEL + 4000 ppm de IBA sin lesionado	0,0d
T5 Testigo solución agua + alcohol con lesionado	25,0b
T6 4000 ppm de IBA con lesionado	25,0b
T7 SEFEL con lesionado	25,0b
T8 SEFEL + 4000 ppm de IBA con lesionado	50,0a

4.2.8. Estacas SUB-apicales con raíz trasplantable a las 26 semanas de ensayo

Las estacas subapicales en la semana 26, todos los tratamientos presentan algún porcentaje de estacas con estacas de raíz trasplantable (Tabla 9).

El tratamiento 8 fue el que obtuvo un mayor porcentaje con un valor del 83,3%. Se observa que el tratamiento 8 es significativamente diferente al resto de tratamientos, el mejor porcentaje corresponde al tratamiento 3 (25,0%).

Tabla 9:separación de medias por el método de Tukey a las 26 semanas (las medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5%).

Tratamiento	% Raíces Trasplantables SUB-apicales
T0 Testigo sin lesionado, no tratado	41,7c
T1 Testigo solución agua + alcohol sin lesionado	58,3b
T2 4000 ppm de IBA sin lesionado	41,7c
T3 SEFEL sin lesionado	25,0d
T4 SEFEL + 4000 ppm de IBA sin lesionado	41,7c
T5 Testigo solución agua + alcohol con lesionado	58,3b
T6 4000 ppm de IBA con lesionado	50,0b
T7 SEFEL con lesionado	50,0b
T8 SEFEL + 4000 ppm de IBA con lesionado	83,3a

4.2.9. Estacas Apicales con raíz trasplantable a las 29 semanas de ensayo

Las estacas apicales en la semana 29^a, los tratamientos no que presentan porcentaje de estacas con estacas de raíz trasplantable (Tabla 10) fueron 3 y 4.

El tratamiento 8 fue el que obtuvo un mayor porcentaje con un valor del 91,7% significativamente diferente al resto de tratamientos.

No existen diferencias significativas entre los tratamientos 0, 2, 5, 6 y 7.

Tabla 10: separación de medias por el método de Tukey a las 29 semanas (las medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5%).

Tratamiento	% Raíces Trasplantables Apicales
T0 Testigo sin lesionado, no tratado	5,0b
T1 Testigo solución agua + alcohol sin lesionado	8,3c
T2 4000 ppm de IBA sin lesionado	33,3b
T3 SEFEL sin lesionado	0,0c
T4 SEFEL + 4000 ppm de IBA sin lesionado	0,0c
T5 Testigo solución agua + alcohol con lesionado	33,3b
T6 4000 ppm de IBA con lesionado	33,3b
T7 SEFEL con lesionado	41,7b
T8 SEFEL + 4000 ppm de IBA con lesionado	91,7a

4.2.10. Estacas Sub-apicales con raíz trasplantable a las 29 semanas de ensayo

Las estacas subapicales en la semana 29, todos los tratamientos presentan algún porcentaje de estacas con estacas de raíz trasplantable (Tabla 11).

El tratamiento 8 fue el que obtuvo mayor porcentaje 83,3%. Son diferentes al resto. Le siguen el 0, 2, 4, 5, 6, 7 y 1.

Tabla 11: separación de medias por el método de Tukey a las 29 semanas (las medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5%).

Tratamiento	% Raíces Trasplantables SUB-apicales
T0 Testigo sin lesionado, no tratado	28,3c
T1 Testigo solución agua + alcohol sin lesionado	25,0c
T2 4000 ppm de IBA sin lesionado	50,0bc
T3 SEFEL sin lesionado	41,7c
T4 SEFEL + 4000 ppm de IBA sin lesionado	58,3b
T5 Testigo solución agua + alcohol con lesionado	58,3b
T6 4000 ppm de IBA con lesionado	58,3b
T7 SEFEL con lesionado	50,0b
T8 SEFEL + 4000 ppm de IBA con lesionado	83,3a

4.3. Índice de Enraizamiento

Los resultados obtenidos correspondientes al conjunto de tratamientos durante la realización del ensayo se sometieron al análisis de varianza, previa transformación del arcoseno, procediendo posteriormente a la separación de medias por el método de Tukey al nivel del 5% (tabla 12).

Desde el comienzo del ensayo, en la 12^a semana, se puede apreciar que en los esquejes apicales no existe índice de enraizamiento, sin embargo, en los esquejes subapicales, los tratamientos 1 y 6 (solución de agua + alcohol no lesionado y 4000 ppm de IBA sí lesionado respectivamente) fueron los que obtuvieron algún valor. Añadir que entre ellos no existen diferencias significativas.

En la semana 17^o, el tratamiento 6 en los esquejes apicales, es el único tratamiento con índice de enraizamiento pero no presenta diferencias significativas con el resto. Con respecto a los esquejes subapicales, los tratamientos que no obtuvieron índice de enraizamiento son el 4 y el 7 (SEFEL + 4000 ppm de IBA no lesionado y SEFEL sí lesionado respectivamente), no obstante, estos no presentan diferencias significativas con los tratamientos 0, 1, 5, 6 y 8.

Los tratamientos con mayor índice de enraizamiento son T2 y T3 seguidos de T0, T5 y T6 sin diferencias significativas entre ellos.

En la semana 20^o, el tratamiento 2 (4000 ppm de IBA no lesionado) en los esquejes apicales, es el único tratamiento con índice de enraizamiento, con un valor del 0.14 pero este no presenta diferencias significativas con el resto de tratamientos. Con respecto a los esquejes subapicales, los tratamientos que no obtuvieron índice de enraizamiento son el 1 y 7, además estos no guardan diferencias significativas con los tratamientos 0, 3, 4, 5 y 8. Por otro lado, los tratamientos 2, 5 y 6 son los que presentan mayor índice, aunque no tienen diferencias significativas entre ellos.

En el conteo de la semana 23 los esquejes apicales, en general, aumentaron los índices de enraizamientos en todos los tratamientos excepto los tratamientos 4 y 5 (SEFEL + 4000 ppm de IBA no lesionado y Testigo solución agua + alcohol sí lesionado respectivamente) cuyo valor es 0. Los mayores índices los presentaron los tratamientos T2, T3, T6 y T8 diferentes al resto. En los subapicales los menores índices se encontraron en los T7 y T8. El T4 mostró un comportamiento intermedio no siendo significativamente diferente del resto de los tratamientos.

Los esquejes apicales de la semana 26, el tratamiento con mayor índice de enraizamiento son 2, 3, 5 y 6. Todos son significativamente diferentes al resto salvo el T6. Por otro lado, los esquejes subapicales, en esta misma semana, presentan menores índices los tratamientos T7 y T8.

En la semana 29^a, los esquejes apicales muestran que el tratamiento con valor menor es el T1 (0.21) siendo significativamente diferente al resto de los tratamientos. Por último, lo que sucede en los esquejes subapicales en este conteo es que todos los índices son iguales salvo el correspondiente al T7 que es el menor de todos.

Tabla 12: Efecto del tratamiento sobre el índice de enraizamiento de las estacas apicales y SUBapicales de Leucospermum 'Ayoba Peach'. Separación por el método Tukey al 5%

Semanas	Tratamientos								
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Semana 12 apical	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semana 12 Suba	0a	0.10a	0a	0a	0a	0a	0.14a	0a	0a
Semana 17 apical	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0.14a	0a	0a
Semana 17 Suba	0.21ab	0.10b	0.29a	0.31a	0b	0.21ab	0.20ab	0b	0.10b
Semana 20 Apical	0a	0a	0.14a	0a	0a	0a	0a	0a	0a
Semana 20 Suba	0.17b	0b	0.29a	0.10b	0.14b	0.21ab	0.33a	0b	0.14b
Semana 23 Apical	0.10c	0.17b	0.45a	0.37a	0c	0c	0.40a	0.17b	0.31a
Semana 23 Suba	0.61a	0.64a	0.84a	0.84a	0.55ab	0.79a	0.79a	0.29b	0.26b
Semana 26 Apical	0.24b	0.17b	0.61a	0.45a	0c	0.41a	0.35ab	0.20b	0.33b
Semana 26 Suba	0.76a	0.70a	0.91a	0.81a	0.62a	0.72a	0.93a	0.37b	0.26b
Semana 29 Apical	0.48ab	0.21c	0.87a	0.58a	0.44ab	0.38b	0.40b	0.49ab	0.47ab
Semana 29 Suba	0.90a	0.81a	0.93a	0.90a	0.87a	0.84a	0.99a	0.61b	0.81a

5. DISCUSIÓN

Del análisis global de los resultados obtenidos a lo largo del ensayo se puede deducir lo siguiente:

El 'Ayoba Peach' es un cultivar nuevo en el mundo, por lo que no existen estudios previos a éste y no es posible establecer una comparativa de la misma variedad con respecto a tratamientos enraizantes para la mejora de su propagación.

Al final del ensayo, se observa que el tratamiento 8 (SEFEL + IBA 4000 ppm con lesionado) presenta los mayores porcentajes de estacas con raíces trasplantables en los esquejes apicales (91,7%) y en los subapicales (83,3%).

El porcentaje de estacas con raíces trasplantables en los esquejes subapicales en la semana 23 es de un 83,3 % manteniéndose hasta el final del ensayo para el tratamiento 8, siendo significativamente diferente al resto de los tratamientos.

A priori, estos resultados parecen adecuados para la propagación de este nuevo cultivar, sin embargo, se ha de tener en cuenta que las condiciones ambientales del ensayo no fueron las idóneas para la propagación, lo que influyó directamente en el tiempo de obtención de estacas con raíces trasplantables en los esquejes apicales. Concretamente fue de 29 semanas, considerado un tiempo relativamente superior a los observados en otros estudios ya realizados con otros cultivares de *Leucospermum* (García Ventura, 2016; Carballo Díaz, 2017) que fueron de 24 semanas.

En el caso de la 'Ayoba Peach' el tratamiento de 4000 ppm de IBA no lesionado en las estacas apicales se obtiene un 33,3% y en las subapicales un 50%, sin embargo, este tratamiento no ha sido el mejor empleado para este cultivar, como se ha comentado anteriormente. Si comparamos estos datos con los obtenidos en los estudios citados en condiciones ambientales controladas (calor de fondo, temperatura 25°C, HR 70%) los cultivares de "Soleil", "Tango" y "Succession II" utilizando 4000 ppm de IBA y turba-poliestireno (4:6 v/v) obtuvieron un porcentaje de raíz trasplantable del 28,33%, 30% y 10,83% respectivamente.

En el otro trabajo ya citado para estos mismos cultivares, los porcentajes observados fueron de 26,7%, 20% y 6,7%. Se observa que los porcentajes son inferiores a los obtenidos

en este estudio para las estacas apicales, pero se ha de tener en cuenta que es un nuevo cultivar y las comparaciones son aproximadas, debido a la inexistencia de referencias bibliográficas sobre el cultivar Ayoba Peach, siendo estos datos los primeros en aportarse del mismo.

De este estudio se desprende que en las estacas subapicales desde la semana 23 el tratamiento 8 (SEFEL + IBA 4000 ppm con lesionado) es el más idóneo dado que su porcentaje se mantiene hasta final del ensayo.

Por último, sobre el índice de enraizamiento de estacas trasplantables, se extrae de este estudio que existen diferencias significativas entre los tratamientos al final del ensayo. El tratamiento T7 corresponde al menor índice para las estacas subapicales, siendo el mayor el T6 pero no diferente significativamente de los tratamientos T0, T1, T2, T3, T4, T5 y T8.

Para estacas apicales el T1 es el menor índice de enraizamiento y el mayor el T2.

6. CONCLUSIONES

En las condiciones que se desarrolló el ensayo se puede llegar a concluir lo siguiente:

1. Los porcentajes de estacas trasplantables fueron incrementándose desde el inicio del ensayo hasta el final del mismo, aunque fue a partir de la semana 17 cuando se obtuvieron estacas trasplantables.

2. El tratamiento T8 (SEFEL + IBA 4000 ppm con lesionado) presenta los mayores porcentajes de raíces trasplantables en las estacas apicales (91,7%) siendo significativamente diferentes

3. Respecto a las estacas subapicales es también el tratamiento T8 (SEFEL + IBA 4000 ppm con lesionado) el que presenta el mayor porcentaje de raíces trasplantables (83,3%) a partir de la semana 23 manteniéndose hasta el final del ensayo este porcentaje

4. Para la propagación del cultivar Ayoba Peach, en las condiciones de este ensayo, se recomienda utilizar estacas subapicales y apicales lesionadas y tratadas con IBA 4000 ppm + SEFEL

5. Como la 'Ayoba Peach' es un cultivar novedoso siendo este proyecto el primero en publicarse, y como el producto orgánico SEFEL y sus combinaciones con otros enraizantes se ensaya desde el 2016 con resultados positivos con este género de *Leucospermum*, se recomienda realizar más estudios sobre su comportamiento como producto enraizante de este nuevo cultivar, añadiendo a las condiciones de los próximos diseños, la introducción de mecanismo que controlen la temperatura, HR para optimizar los resultados

CONCLUSIONS:

For the conditions in which the test was developed, the following can be concluded:

- 1. The percentages of transplantable cuttings increased from the beginning of the trial to the end of it, although it was from week 17 that transplantable cuttings were obtained.*
- 2. Treatment T8 (SEFEL + IBA 4000 ppm with lesion) presents the highest percentages of transplantable roots in the apical cuttings (91.7%) being significantly different*
- 3. Regarding the subapical cuttings, it is also the T8 treatment (SEFEL + IBA 4000 ppm with lesions) which presents the highest percentage of transplantable roots (83.3%) from week 23, maintaining this percentage until the end of the trial*
- 4. For the propagation of the Ayoba Peach cultivar, under the conditions of this test, it is recommended to use subapical and apical cuttings injured and treated with IBA 4000 ppm + SEFEL*
- 5. As 'Ayoba Peach' is a novel cultivar, this project being the first to be published, and as the organic product SEFEL and its combinations with other rooting agents have been tested since 2016 with positive results with this genus of Leucospermum, it is recommended to carry out more studies on its behavior as a rooting product of this new cultivar, adding to the conditions of the next designs, the introduction of the mechanism that controls the temperature, RH to optimize the results*

7. BIBLIOGRAFÍA

- ABAD, M.; NOGUERA, V.; MARTÍNEZ-HERRERO, M.D.; HERRERO, M.A.; FORMES, F.; MARTÍNEZ CORTS, J. 1990. Propiedades físicas y químicas de medios de cultivo a base de turba negra y su relación con el crecimiento de las plantas. Comunicaciones INIA. (Serie: Producción y Protección de Vegetales) Vol. 5 (2) 1990, Separata nº6. INIA (MAPA)
- ABAD, M.; BURÉS, S.; NOGUERA, P. Y CARBONELL, S. 1999. Resultados de la Acción Especial CICYT. Elaboración de un inventario de sustratos y materiales adecuados para ser utilizados como sustratos o componentes de sustratos en España. Actas de Horticultura (en prensa)
- ASAGA-Canarias (2013). Las próteas cogen impulso. Campo Canario, 1(95), 20-21
- BETHANCOURT DÍAZ, L.M., C. PRENDES, Y C.D. LORENZO, 2001. Preliminary study of fungi on aerial parts of proteas grow in Tenerife (Canary Islands) Acta Horticulturae, 545: 275-279
- BLAZICH, F.A., 1988. Chemicals and formulations used to promote adventitious rooting. En, Davis, T.A., Haissing, B., Sankhla, N. (editors). Adventitious root formation in cuttings. Dioscorides Press. Portland. Oregon
- BRITS G.J., 1990b. Rootstock production research Leucospermum and Protea: II. Gene sources. Acta Horticulturae, 264:27-40
- BRITS G. J., 1986. The influence of genotype, terminality and auxin formulation on the rooting of Leucospermum cuttings. Acta Horticulturae 185:23-30
- BRITS G.J., 1990 a. Rootstock production research in Leucospermum and Protea: I. Techniques. Acta Horticulturae, 264:9-25
- CARBALLO DÍAZ, C. 2017. Influencia del medio de enraizamiento sobre la propagación por estaca de tallo apical de Leucospermum "Soil", "Tango" y "Succession II"

- CID BALLARÍN, M.C. 1993. Los sustratos para la producción de plantas. *Hortifruticultura* 10:31-34
- Criley, R. A. and P. E. Parvin. (1979). Promovite effects of auxin, ethefon and daminozide on rooting of *Protea neriifolia* cutting. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 104 (5):592-596
- DAVIES, P.J. 1995. The plants hormones: Their Nature, Ocurrente, and Functions. P.J. Davies (ed), *Plant Hormones*, 1-1 2. Kluwer Academia
- DEVLIN R.M., 1980. *Fisiología vegetal*. Ed. Omega, S.A. Barcelona
- Delprete, P. (1998). The plant-book: A portable dictionary of the vascular plants. *Brittonia*, 50(4), 466
- EDWARDS,R.A., 1979. An evaluation of wounding and hormones on the rooting of cuttings. *Royal Zealand Institute of Horticulture Annual Journal* 7:74-82
- EDWARDS, R.A., M.B. THOMAS, 1979. Influence of wounding and IBA treatments on the rooting of cuttings of several woody perennial species. *Plant Propagator*, 25 (4): 9-12
- FARUCHI, Y., A. ACKERMAN, S. GILAD, J. BEN-JAACOV AND J. RIOV. 1997. Improved methods for rooting cuttings of *Protea obtusifolia*. *Acta Horticulturae* (453):153157
- FERNÁNDEZ, M.; AGUILAR, M.I.; CARRIQUE J.R.; TORTOSA, J.; GRACÍA, C. LÓPEZ, M. Y PÉREZ, J.M. 1998. *Suelos y medio ambiente en invernaderos*. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla
- HERNÁNDEZ ET AL, 2015. XVIV Jornadas Técnicas de SEAE. I Jornadas Antonio Bello “Agroecología: Suelo vivo para una vida sana”. Título: Regeneración de un suelo con la aplicación de elaboración de Fertilizantes ecológicos Líquidos (SEFEL). Octubre 2015

- HERNÁNDEZ GONZÁLEZ, M. 2018, Estudio de la Sostenibilidad del Cultivo de la Platanera en la Isla de La Palma, Tratados con Purines Enriquecidos y Compost. Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca. Agencia de extensión Agraria
- HARTMAN, H., & Kester, Dale E. (1981). *Propagación de plantas : Principios y prácticas* (2a impr.. ed.). México: Continental
- HARRE, J., 1988. Proteas. The propagation and production of Proteaceae. Editado por el autor
- JACOBS, G., J.C. STEENKAMP, 1975. Proteas: the rooting of stem cuttings. Farming in South Africa, Series: Flowers Ornamental Sburbs and trees, B.3. Departament of Agricultural Tecnical Service, Pretotia
- JACOBS, G., J.C. STEEMLAMP, 1976. Rooting stem cuttings of *Leucospermum cordifolium* and some of its hybidas under mist. Farming in SouthArica, Series: Flowers, Ornamental Sburbs and Trees, B.7. Departament of Agricultural Tecnical Service, Pretoria
- JACOBS G., 1981. Vegetative propagation of proteas-recent developments. En *Growing & Marketing of Proteas* editado por Peter Mathews
- JACOBS, E., 1983. Vegetative propagation of Proteas. Recent Developments
- Katsoulas, N., Baille, A., & Kittas, C. (2001). Effect of misting on transpiration and conductances of a greenhouse rose canopy. *Agricultural and Forest Meteorology*, 106(3), 233-247.
- KRISANTINI, S., M. JOHNSTON, R. R. WILLIAMS AND C. BEVERIDGE. 2011. Propagation of Grevillea. <http://www.researchgate.net/publication/37617065>

- LOACH, K. 1988. Controlling environmental conditions to improve adventitious rooting. Davies, T., Haissing, B. Sankla, N. (Eds). Adventitious root formation in cutting. 248-273. Dioscorides Press. Portland. Oregon
- LÓPEZ, E. H. 2015. Caracterización agronómica del Té de compost obtenido mediante el sistema de elaboración de Fertilizantes Ecológicos Líquidos (SEFEL) en el cultivo de la platanera en la isla de La Palma (Islas Canarias). Universidad de León
- LUDWING-MÜLLER, J. 2000. Indole-3-butyric acid in plant growth and development. *Plant Growth Regulation* (32):219-230.
- MAC MILLAN, B.P., 1990. La multiplicación de plantas. Ediciones Folio S.A.
- MALAN, D.G., 1992. Propagation of Proteaceae. *Acta Horticulturae*, 316:27-34
- MALAN, D.G., 1988. Propagation of Proteas by cuttings. *Sappex Special Edition*, 11-14
- MARTÍNEZ, F.X., J. F. ÁGUILA, 1989. El enraizado de esquejes de plantas ornamentales. *Horticultura* (93): 9-43
- MEYNHARDT, J.T., 1974. Propagation of Proteas, Farming in South Africa, Seres: Flowers, Ornamental Sburbs and Trees, B.2. Departamenof Agricultural Tecnical Service, Pretoria
- MOFFAT, T.J. y L. TURNBULL, 1993. Grafting Proteas. Editado por el autor Toowoomba, Queensland, Australia
- MOORE R., 1993. Physiological aspects of grafo formation. R. Moore (ed). Vegetative compatibility. Responses in plants. Baylor University Press, Waco, TX. 89-105. Citado por:Blazich, F.A., 1988. Chemicals and formulations used to promote adventitious rooting. En, Davis, T.A., Haissing, B., Sankhla, N. (editors). Adventitious root formation in cuttings. Dioscorides Press. Portland. Oregon

- MORALES, J. F. 2014. Proteaceae. In: Manual de Plantas de Costa Rica. Vol. VII. B.E. Hammel, M.H. Grayum, C. Herrera & N. Zamora (eds.). Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 129: 394–400
- PARVIN, P.E., 1982. Propagation. Proc. 8th and 9th Annual Protea Wkshp, College of Trop. Agri. and Human Resourc. University of Hawaii. Research Extension Series 018: 19-19
- PENNINGSFELD, F. Y KURZMANN, P. 1983. Cultivos hidropónicos y en turba. Mundi-Prensa. 2ª Edición. Madrid. RESH, H. 1982. Cultivos hidropónicos. Nuevas técnicas de producción. Ediciones Mundi –Prensa. Madrid
- ROBLEDO, F.; MARTÍN, L. 1988. Aplicación de los plásticos en la agricultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid
- RODRÍGUEZ PÉREZ, J.A., 1989. Introducción, estudio y evaluación de proteas para flor cortada en la isla de Tenerife. Tesis doctoral. Facultad de Biología. Universidad de La Laguna
- RODRÍGUEZ PÉREZ, J.A., 1990. A technique to improve the propagation of stem cutting of *Protea obtusifolia* Buek ex. Meisn, *Acta Horticultrae*, 264: 41-43
- RODRÍGUEZ PÉREZ, J.A., 1992. Propagation by leaf bud cuttings of *Leucadendron* "Safari Sunset", *Leucospermum cordifolium*, *Leucospermum patersonii* and *Protea obtusifolia*. *Acta Hortiucultrae*, 316:35-45
- RODRÍGUEZ PÉREZ, J.A., M.C. VERA, A.M. LEON, M.B.GONZÁLEZ. 1993. Efecto del lesionado sobre la propagación por estaca de tallo de *Leucadendron* 'Safari Sunset' (Proteaceae). Actas del II Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas, Tomo 1:578- 582
- Rodríguez Pérez, J. (2007). *El cultivo de proteas sudafricanas y su desarrollo en Canarias*. Santa Cruz de Tenerife: Turquesa.

- RODRÍGUEZ PÉREZ, J., VERA BATISTA, M., DE LEÓN HERNÁNDEZ, A. & RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ, I. (2011). Comunicación corta. Uso de brotes prolépticos en la propagación por estaca de *Protea* 'Susara' (Proteaceae). *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9(2), 565-569
- ROURKE, J.P. 1972. Taxonomic studies on *Leucospermum* R. BR. *Journal of South African Botany*. Supplementary volume N° 8
- SAUQUET, H., WESTON, P., BARKER, N., ANDERSON, C., CANTRILL, D., & SAVOLAINEN, V. (2009). Using fossils and molecular data to reveal the origins of the Cape proteas (subfamily Proteoideae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 51(1), 31-43.
- SCHMID, R., JUDD, W., CAMPBELL, C., KELLOGG, E., STEVENS, P., DONOGHUE, M., CARLSWARD, B. (2007). Plant Systematics: A Phylogenetic Approach. *Taxon*, 56(4), 1316-1316.
- SCHOLTEN, H.J., HARTMAN, H.T., KESTER, D.E., DAVIES, F.T., & GENEVE, R.L. (1997). Plant propagation: Principles and practices. *Scientia Horticulturae*, 70, 347-348.
- SOLTIS, DOUGLAS E., SOLTIS, PAMELA S., MORT, MARK E., CHASE, MARK W., SAVOLAINEN, VINCENT, HOOT, SARA B., CANNATELLA, D. (1998). Inferring Complex Phylogenies Using Parsimony: An Empirical Approach Using Three Large DNA Data Sets for Angiosperms. *Systematic Biology*, 47(1), 32-42.
- SORIANO MARTÍN, B. 2017. Influencia del IBA, SEFEL y PERÓXIDO DE HIDRÓGENO en el enraizamiento de estacas de tallo apical de *Protea* 'Madiba', 'Susara', 'Grandicolor' Y 'Pink Ice'.
- TORRES, F. (1998). Comparative foliar anatomy of South American Proteaceae. *Australian Journal Of Botany*, 46(3-4), 357-365.
- VAN DEN HEEDE, A.A., 1981. El estaquillado. Ediciones Mundi-prensa. Madrid

- VENTURA, J. 2016. Influencia del medio de enraizamiento sobre la propagación por estaca de tallo apical de *Leucospermum* “Soil”, “Tango” y “Succession II”
- VERA BATISTA, M.C., 2016. Contribución al conocimiento de la propagación por estaca de algunas especies y cultivares de proteas. Directores: Juan Alberto Rodríguez Hernández, María del Carmen Alfayete Casañas e Ignacio Frías Viera. Universidad de La Laguna.
- VERDONCK, O.D. DE VLEESCHAUWER AND R. PENNICK, 1983. Ccofiber dust, a new growing medium for plants in the tropic. *Acta Horticulturae* 133:215-220 citado por Cid Ballarín, M.C. 1993. Los sustratos para la producción de plantas. *Hortifruticultura* 10:31-34
- VOGTS, M. (1982). *South Africa's proteaceae : Know them and grow them* (1st ed.). Cape Town: C.Struik
- WESTON, P. H., & BARKER, N. P. (2006). A new suprageneric classification of the Proteaceae, with an annotated checklist of genera. *Telopea*, 11(3), 314-344
- WORRAL, R.J. 1976. Effects of time of collection, growing-conditions of mother plants and growth regulators on rooting of cuttings of *Telopea speciosissima* (Proteaceae). *Scientia Horticulturae* (5):153-160
- ZIMMERMAN, P. W. AND F. WILCOXON. 1935. Several chemical growth substances which cause initiation of roots and other responses in plants. *Contributions from Boyce Thompson Institute* (7):209-229

Otras fuentes de información:

- Sociedad Cooperativa Próteas de La Palma. Breña Alta, La Palma. Disponible en [Consultado el 9 de mayo 2021]

- Infoisla (2016, enero 15). Flor Cortada - Proteas de La Palma (Canarias) [Video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=I4i3mlAqDUY> [Consultado el 9 de mayo 2021]
- Bartaul Marcos, J. y Ortis Rufete, M. Servicio de Desarrollo Tecnológico Agrario. (1992). Posibilidad de Cultivo de Proteas en la Comunidad Valenciana. *Agraria*. Disponible en. <http://agroambient.gva.es/documents/163228750/167772271/Posibilidades+del+cultivo+de+Proteas+en+la+Comunidad+Valenciana/3648a1c3-7a32-4bfa-9b3e-1c0a383ce904> [Consultado el 10 de mayo 2021]
- AEMET. (2021, 2 enero). *Borrasca Filomena*. Disponible en: http://www.aemet.es/es/conocermas/borrascas/2020-2021/estudios_e_impactos/filomena [Consultado el 15 de mayo 2021]
- ADER LA PALMA. (2021). *Guía para la siembra y el cultivo de proteas*. <https://www.aderlapalma.org/wp-content/uploads/2018/08/GUIA-SIEMBRA-PROTEAS.pdf> [Consultado el 1 de septiembre 2021]

8. ANEXOS

8.1. Anexo fotográfico



Imagen 22: Recolecta de Lp. 'Ayoba Peach' en Breña Alta, La Palma



Imagen 23: Recolecta de Lp. 'Ayoba Peach' en Breña Alta, La Palma



Imagen 24: Recolecta de Lp. 'Ayoba Peach' en Breña Alta, La Palma



Imagen 25: Recolecta de Lp. 'Ayoba Peach' en Breña Alta, La Palma



Imagen 26: Colocación en macetas de plantas trasplantadas



Imagen 27: Esquejes apicales trasplantados en macetas



Imagen 28: Esquejes subapicales en macetas trasplantados