

**EVALUACIÓN DE SIETE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN SEMILLAS
DE DOS ESPECIES DEL GÉNERO (*Freziera spp*) MOTILÓN SILVESTRE EN EL
MUNICIPIO DE PASTO.**

**MAURICIO ALEJANDRO CASTELBLANCO MERA
EDER JHAIR PALACIOS ORTEGA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL
PASTO-COLOMBIA
2008**

**EVALUACIÓN DE SIETE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN SEMILLAS
DE DOS ESPECIES DEL GÉNERO (*Freziera spp*) MOTILÓN SILVESTRE EN EL
MUNICIPIO DE PASTO.**

**MAURICIO ALEJANDRO CASTELBLANCO MERA
EDER JHAIR PALACIOS ORTEGA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero Agroforestal**

**Presidente de Tesis
Héctor Ramiro Ordóñez I.F. M.Sc.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL
PASTO-COLOMBIA
2008**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado, son responsabilidad exclusiva del autor”

“Artículo primero del acuerdo No 324 de octubre 11 de 1996, emanada del honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño”

Nota de aceptación:

ORLANDO BENAVIDES BENAVIDES
Jurado Delegado

TULIO CESAR LAGOS BURBANO
Jurado

JEAN ALEXANDER LEON GUEVARA
Jurado

Pasto, febrero de 2008.

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres y hermanos, a mi hijo y compañera, a mi familia, por su apoyo y comprensión incondicional durante el transcurso de mi carrera.

MAURICIO ALEJANDRO CASTELBLANCO MERA

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres y mi familia y a todas las personas que de una u otra forma contribuyeron en la realización de mis metas.

EDER JHAIR PALACIOS ORTEGA

AGRADECIMIENTOS

Manifestamos nuestros más sinceros agradecimientos a:

HECTOR RAMIRO ORDOÑEZ JURADO. Ingeniero Forestal. M.Sc. Director Programa de Ingeniería Agroforestal. Universidad de Nariño.

ORLANDO BENAVIDES BENABIDES. Ingeniero Agrónomo. M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

TULIO CESAR LAGOS BURBANO. Ingeniero Agrónomo. PhD. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

JEAN ALEXANDER LEON GUEVARA. Ingeniero Agrónomo. M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

HERNANDO CRIOLLO ESCOBAR. Ingeniero Agrónomo. M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

GERMAN CHAVEZ JURADO. Ingeniero Agrónomo. Esp. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

MARINO RODRIGUEZ RODRIGUEZ. Ingeniero Agrónomo. MSc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

MAURICIO RODRIGUEZ V. Biólogo. Laboratorista. UNIVERSIDAD DE NARIÑO.

SONIA NAVIA ESTRADA. Presidente. Federación Colombiana de Productores de Papa (FEDEPAPA)

VIPRI. Viserectoría de Investigaciones, Postgrados y Relaciones Internacionales. Universidad De Nariño.

Y todos los que hicieron posible la realización de esta investigación.

CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCIÒN	25
1. REVISIÒN DE LITERATURA	27
1.1 INFORMACIÒN TAXONÒMICA DE MOTILÒN SILVESTRE (<i>Freziera spp</i>)	27
1.2 DISTRIBUCIÒN ECOLÒGICA	27
1.3 DESCRIPCIÒN BOTÀNICA DE LA FAMILIA THEACEAE	28
1.4 MORFOLOGÍA DEL GÉNERO (<i>Freziera</i>)	28
1.4.1 <i>Freziera canescens</i> .	28
1.4.2 <i>Freziera suberosa</i>	28
1.5 MANEJO DE ESPECIES DEL GÉNERO (<i>Freziera</i>)	29
1.5.1 Usos	29
1.6 SELECCIÒN DE LOS ÁRBOLES PRODUCTORES DE SEMILLAS	29
1.6.1 Árboles Semilleros	29
1.7 ÁREA DE COLECTA DE SEMILLAS	30
1.8 DETERMINACIÒN DE LAS ÉPOCAS DE RECOLECCIÒN	31
1.9 ALGUNOS DE LOS IDICADORES PARA DETERMINAR LA MADUREZ DE LOS FRUTOS	31
1.10 TECNICAS DE RECOLECCIÒN	32
1.10.1 RecolecciÒn del suelo	32
1.10.2 RecolecciÒn de árboles talados	32
1.10.3 RecolecciÒn de árboles en pie	32
1.11 MORFOLOGÍA DE SEMILLAS	33
1.12 EXTRACCIÒN DE SEMILLAS	34
1.12.1 Frutos secos dehiscentes	34
1.12.2 Frutos secos indehiscentes	34

1.12.3 Frutos carnosos	34
1.13 SEMILLA SEGÚN LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO	35
1.13.1 Semillas ortodoxas	35
1.13.2 Semillas subortodoxas o intermedias	35
1.13.3 Semillas recalcitrantes	35
1.14 PRINCIPIOS DE LA PROPAGACIÓN POR SEMILLA	36
1.14.1 Propagación por Semilla	36
1.15 VIABILIDAD DE LAS SEMILLAS	37
1.15.1 La Determinación de la Viabilidad	38
1.16 ENSAYO DE LAS SEMILLAS	39
1.16.1 El muestreo	39
1.16.2 La determinación de la pureza	39
1.17 EL PROCESO DE LA GERMINACIÓN	40
1.17.1 La Medición de la germinación	41
1.18 LA LATENCIA DE LAS SEMILLAS	41
1.18.1 Las cubiertas de las semillas que impiden la absorción de agua	42
1.18.2 Las cubiertas de la semilla mecánicamente resistentes a la expansión del embrión	43
1.18.3 Los embriones latentes	43
1.18.4 Los inhibidores	43
1.18.5 La combinación de dos o más tipos de latencia	44
1.19 FACTORES EXTERNOS QUE AFECTAN LA GERMINACIÓN	44
1.19.1 El agua	44
1.19.2 La temperatura	45
1.19.3 Oxígeno	45
1.19.4 La luz	46
1.20 TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS	46
1.20.1 Escarificación	46
1.20.2 El remojo de las semillas en agua	46

1.20.3 Aplicación de giberelinas	47
1.21 ANTECEDENTES	47
1.21.1 Métodos pregerminativos en especies forestales	47
2. DISEÑO METODOLÓGICO	49
2.1 LOCALIZACIÓN	49
2.2 PROCEDIMIENTO METODOLOGICO	49
2.3 SELECCIÓN DE ÁRBOLES SEMILLEROS	49
2.4 RECOLECCIÓN Y PREPARACIÓN DE SEMILLAS	51
2.5 DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE SEMILLAS	51
2.5.1 Variables evaluadas	51
2.5.2 Diseño experimental	54
2.6 ANALISIS ESTADISTICO	56
2.7 CARACTERIZACION MORFOLOGICA	56
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
3.1 DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE SEMILLAS	57
3.1.1 Determinación de pureza	57
3.1.2 Análisis de peso	58
3.1.3 Porcentaje de vaneamiento	59
3.1.4 Viabilidad en semillas de <i>Freziera canescens</i>	60
3.2 PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE <i>Freziera canescens</i>	64
3.2.1 Análisis de varianza para porcentaje de germinación de semillas de <i>Freziera canescens</i>	65
3.3 VIGOR DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE <i>Freziera canescens</i>	67
3.4 PORCENTAJE DE EMERGENCIA DE SEMILLAS DE <i>Freziera canescens</i>	69
3.4.1 Análisis de varianza para porcentaje de emergencia de semillas de <i>Freziera canescens</i>	71
3.5 RESULTADOS OBTENIDOS EN SEMILLAS DE <i>Freziera suberosa</i>	73

3.5.1 Prueba de germinación y emergencia en semillas de <i>Freziera suberosa</i>	73
3.5.2 Prueba de viabilidad en semillas de <i>Freziera suberosa</i>	74
3.6 CAUSAS DE DORMICIÓN EN SEMILLAS DE <i>Freziera suberosa</i>	78
3.6.1 Concepto de dormición	78
3.6.2 Dormición en semillas de <i>Freziera suberosa</i>	78
3.6.3 Otros posibles tipos de dormición en semillas de <i>Freziera suberosa</i>	81
3.7 ANALISIS DE CARACTERES MORFOLOGICOS DE SEMILLAS DE MOTILÓN SILVESTRE (<i>Freziera spp</i>)	82
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
4.1 CONCLUSIONES	91
4.2 RECOMENDACIONES	92
BIBLIOGRAFIA	93
ANEXOS	98

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Ubicación geográfica de árboles semilleros de <i>Freziera spp.</i> en la cuenca alta del río Pasto.	50
Cuadro 2. Porcentaje de pureza de semillas de <i>Freziera canescens</i>	57
Cuadro 3. Porcentaje de pureza de semillas de <i>Freziera suberosa</i>	58
Cuadro 4. Análisis de peso para 100 semillas de <i>F. canescens</i>	58
Cuadro 5. Análisis de peso para 100 semillas de <i>F. suberosa</i>	59
Cuadro 6. Porcentaje de vaneamiento en semillas de <i>F. canescens</i>	59
Cuadro 7. Porcentaje de vaneamiento en semillas de <i>F. suberosa</i>	60
Cuadro 8. Prueba de viabilidad en semillas de <i>Freziera canescens</i>	60
Cuadro 9. Análisis de varianza para porcentaje de germinación en semillas de <i>F. canescens</i>	65
Cuadro 10. Prueba de Tukey al 95% para porcentaje de germinación de semillas de <i>F. canescens</i>	66
Cuadro 11. Análisis de separación de medias para porcentaje de germinación de semillas de <i>F. canescens</i>	66
Cuadro 12. Vigor germinativo en semillas de <i>Freziera canescens</i>	67
Cuadro 13. Análisis de varianza para porcentaje de emergencia de semillas de <i>F. canescens</i>	71
Cuadro 14. Prueba de Tukey al 95% para porcentaje de emergencia de semillas de <i>F. canescens</i>	72
Cuadro 15. Análisis de separación de medias para porcentaje de emergencia de semillas de <i>F. canescens</i>	72

Cuadro 16. Porcentajes finales de germinación y emergencia de semillas de <i>Freziera suberosa</i>	74
Cuadro 17. Prueba de viabilidad en semillas de <i>Freziera suberosa</i>	75
Cuadro 18. Tipos de dormición evidentes en semillas de <i>Freziera suberosa</i>	79
Cuadro 19. Otros posibles tipos de dormición en semillas de <i>Freziera suberosa</i>	81
Cuadro 20. Caracterización morfológica de semillas de <i>Freziera canescens</i>	82
Cuadro 21. Caracterización morfológica de semillas de <i>Freziera suberosa</i>	87

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Bosque secundario con presencia de Motilón Silvestre vereda la Huecada	50
Figura 2. Recolección de frutos de árboles en pie	51
Figura 3. Prueba de germinación en semillas de <i>Freziera spp</i>	53
Figura 4. Preparación de germinadores	54
Figura 5. Semillas de <i>Freziera spp</i>	54
Figura 6. Semilla viable de <i>Freziera canescens</i>	61
Figura 7. Semilla con viabilidad declinante de <i>Freziera canescens</i>	62
Figura 8. Semilla no viable de <i>Freziera canescens</i>	63
Figura 9. Emergencia de semillas de <i>Freziera canescens</i>	71
Figura 10. Viabilidad en semillas de <i>F. suberosa</i>	76
Figura 11. Viabilidad declinante en semillas de <i>F suberosa</i>	77
Figura 12. Semillas no viables de <i>F. suberosa</i>	77
Figura 13. Contorno de semillas de <i>Freziera spp</i>	83
Figura 14. Vista transversal de semilla de <i>F. canescens</i>	83
Figura 15. Tamaño semilla <i>F canescens</i>	84
Figura 16. Superficie cubierta seminal <i>F. canescens</i>	84
Figura 17. Estructuras externas de <i>F. canescens</i>	85
Figura 18. Endospermo de <i>F. canescens</i>	85

Figura 19. Embrión de <i>F. canescens</i>	86
Figura 20. Radícula de <i>F. canescens</i>	86
Figura 21. Vista transversal semilla de <i>F. suberosa</i>	88
Figura 22. Tamaño de semilla de <i>F. suberosa</i>	88
Figura 23. Superficie cubierta seminal de <i>F. suberosa</i>	89
Figura 24. Estructuras externas de <i>F. suberosa</i>	89
Figura 25. Ausencia de endospermo de <i>F. suberosa</i>	90
Figura 26. Embrión de <i>F. suberosa</i>	90

LISTA DE GRAFICOS

	pág.
Grafico 1. Viabilidad en semillas de <i>Freziera canescens</i>	61
Grafico 2. Porcentajes de germinación en semillas de <i>Freziera canescens</i> bajo siete tratamientos pregerminativos	64
Grafica 3. Vigor de germinación en semillas de <i>F. canescens</i>	68
Grafico 4. Porcentajes de emergencia en semillas de <i>Freziera canescens</i> bajo siete tratamientos pregerminativos	70
Grafico 5. Viabilidad en semillas de <i>Freziera suberosa</i>	75

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo a. Registro diario de germinación de semillas de <i>F. canescens</i>	99
Anexo b. Registro diario de emergencia de semillas de <i>F. canescens</i>	101
Anexo c. Transformación de datos para porcentaje de germinación y emergencia de semillas de <i>Freziera canescens</i>	104
Anexo d. Guía para caracterizar e identificar semillas	105
Anexo e. Protocolo para la aplicación de la hormona (AG3) como tratamiento pregerminativo de semillas.	110

GLOSARIO

Semilla. Es el óvulo fecundado y maduro, encerrado dentro del ovario o fruto, la cual consta de tres partes básicas; el embrión, los tejidos de almacenamiento y las cubiertas de la semilla.

Árbol semillero. Es aquel que por sus buenas características fenotípicas como forma vigor y sanidad son utilizadas para la producción de semillas.

Embrión. Estructura básica de la futura planta, contenido en la semilla.

Germinación. Es el desarrollo del embrión hasta la aparición de la plúmula o radícula.

Emergencia. Es el desarrollo del embrión hasta la formación de la plántula.

Viabilidad. Término utilizado para indicar la fracción de semillas vivas.

Inhibidores. Sustancias que desempeñan un papel biológico para evitar la germinación prematura hasta el tiempo en que la semilla se ha separado por completo de la planta madre.

Letargo. Es el estado en que se encuentra una semilla viable sin que germine, aunque disponga de condiciones ambientales favorables.

Dormición química. Es el bloqueo causado por aquellos inhibidores del crecimiento que se encuentran en las cubiertas más expuestas al medio, como el pericarpio o la testa de la semilla.

Dormición morfológica. Es la detención en el desarrollo y crecimiento de los embriones.

Embriones rudimentarios. Son estructuras morfológicamente poco desarrolladas que causan inhibición de la germinación de las plántulas.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el corregimiento de Obonuco, municipio de Pasto, ubicado a 01° 12'35'' latitud norte, 77°15'27'' longitud oeste, en las instalaciones de la Federación Colombiana de Productores de Papa, (FEDEPAPA) a una altura de 2710 msnm, con temperatura media anual de 13°C, y precipitación anual promedio de 840 mm. Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge pertenece a Bosque Seco Montano Bajo. (bs-MB)¹.

Los objetivos del presente trabajo fueron; evaluar el comportamiento de siete tratamientos pregerminativos en semillas de dos especies del género *Freziera*. (*F. canescens* y *F. suberosa*) motilón silvestre además, se realizó un estudio morfológico para caracterizar las semillas de estas especies.

Para evaluar la emergencia de semillas se utilizó un diseño irrestrictamente al azar (DIA) con siete tratamientos y 4 repeticiones para un total de 28 unidades experimentales para cada especie. Las variables evaluadas fueron; porcentaje de vaneamiento, análisis de pureza, viabilidad, porcentaje de germinación, porcentaje de emergencia y vigor de germinación.

De acuerdo con el análisis de resultados obtenidos, se encontró que para semillas de *Freziera canescens* el tratamiento con mayor porcentaje de germinación fue (T6) ácido giberélico 100 ppm con un porcentaje final de 67% obteniendo diferencias significativas entre los tratamientos. En cuanto a porcentaje de emergencia se determinó que los mayores resultados se registraron con los tratamientos (T6) ácido giberélico 100 ppm y (T7) ácido giberélico 150 ppm, con porcentajes finales de emergencia del 43% y 35.8% respectivamente existiendo diferencias estadísticas entre los tratamientos. Respecto al vigor de germinación presentó un vigor bajo en todos los tratamientos, excepto en el tratamiento (T7) ácido giberélico 150 ppm que presentó un vigor medio.

En cuanto a viabilidad de semillas las especies *F. canescens* y *F. suberosa*. Presentaron porcentajes de viabilidad bajos del 23% y 19% y una viabilidad declinante de 46% y 40% respectivamente.

¹ Agenda Ambiental Municipio de Pasto 2004-2012. CORPONARIÑO, Municipio de Pasto, SIGAM. Pasto 2004. p63.

Las semillas de *F. suberosa*, no presentaron porcentajes de germinación ni emergencia significativos, dado por la presencia de embriones poco desarrollados (rudimentarios), como causa principal de la dormancia de ésta especie.

Morfológicamente las semillas del género *Freziera canescens* y *Freziera suberosa* se caracterizan por tener un tamaño entre diminuto y pequeño, presencia de estructuras externas visibles, embrión y endospermo desarrollado en semillas de *F. canescens* y embriones rudimentarios en semillas de *F. suberosa*.

Palabras clave

Semilla, germinación, emergencia, viabilidad, vigor, ácido giberélico, embriones rudimentarios.

ABSTRACT

This project was conducted in Pasto, jurisdiction of Obonuco, located at (01 ° 12'35 ") north latitude, 77 ° 15'27" west longitude, at the facilities of the Colombian Federation of Producers of Potatoes (FEDEPAPA) at an altitude of 2,710 meters above sea level, with average annual temperature of 13 °C and average annual rainfall of 840 mm. According to the classification of Holdridge's areas of life it belongs to Dry Low Montane Forest (bs-MB).

The objectives of this study were to evaluate the performance of seven treatments Pregerminative in seeds of two species of the genus *Freziera* (*F. Canescens* and *F. Suberosa*) wild motilón, plus a morphological study was conducted to characterize the seeds of these species.

To evaluate the emergency seeds a random design unreservedly (DIA) was used with 7 treatments and 4 repetitions for a total of 28 experimental units for each specie. Variables evaluated were: percentage of vaneamiento, analysis of purity, feasibility, the percentage of germination, percentage of emergency and force of germination.

According to the analysis of the results, it was possible to find that seed *Freziera canescens* treatment with a high percentage of germination (T6) gibberellic acid 100 ppm with a percentage of 67% getting significant differences between treatments. About the percentage of emergency it was determined that the best results were recorded with the treatments (T6) gibberellic acid 100 ppm (T7) gibberellic acid 150 ppm, Emergency final percentages of 43% and 35.8% respectively statistical differences between treatments. Regarding the effect of low germination introduced a force in all treatments except in the treatment (T7) gibberellic acid 150 ppm which performed a half force.

About the viability of the seeds, species *F. Canescens* and *F. Suberosa* presented low percentages of feasibility 23% and 19% and a declining viability of 46% and 40% respectively.

The seeds of *F. Suberosa* did not present significant percentages of germination or emergence, because of the presence of undeveloped embryos (rudimentary), as the main cause of the dormancy of this species.

Morphologically seed gender *Freziera canescens* and *Freziera suberosa* are characterized by having a size between tiny and small, visible presence of external structures, embryo and endosperm developed in seeds of *F. Canescens* embryos and rudimentary embryos in seed of *F. Suberosa*.

Keywords

Seed, germination, emergence, viability, vigour, gibberellic acid, rudimentary embryos.

INTRODUCCIÓN

En Latinoamérica muchos relictos de bosque han sido destruidos debido a las fuertes presiones que ejercen los asentamientos humanos localizados o reubicados cerca a éstas áreas de conservación. En dichas áreas sería aconsejable trabajar con especies nativas, para favorecer la manutención de la diversidad biológica del lugar y proteger el ambiente natural².

Actualmente, el hecho de que las especies exóticas predominen en proyectos de reforestación, ha estimulado el interés en el rescate y preservación de árboles y arbustos originarios de cada región. Sin embargo, la propagación de especies nativas arbóreas en el trópico de altura ha sido una de las limitantes en el establecimiento de plantaciones forestales y sistemas agroforestales. De cierto modo los pocos estudios orientados a conocer los beneficios de estas especies, permiten desarrollar técnicas de propagación que sirvan como punto de partida para evaluar el comportamiento y utilidad de éstas en arreglos agroforestales y repoblaciones forestales que beneficien a la población en general.

El motilón silvestre (*Freziera spp*) es un género no domesticado con una amplia distribución en la parte alta del trópico de altura y una gran diversidad de usos entre sus habitantes. En investigaciones realizadas en la cuenca alta del río Pasto se encontró diferentes aplicaciones maderables y de protección; para construcción, postes, leña, cercas vivas, árboles asociados con pastos naturales, protección de fuentes hídricas y restauración de áreas degradadas³.

Las especies forestales deben estar sujetas a un manejo previo de propagación y desarrollo en sus etapas tempranas de crecimiento. Lo anterior constituirá la base fundamental de ésta investigación con el propósito de mejorar la germinación y emergencia de semillas que permitan la obtención de plantas de buena calidad que a su vez genere al agricultor y a las instituciones contar con una especie multipropósito apta para proyectos de repoblación forestal y prácticas agroforestales.

² REINA DE AGUILAR, María Luisa. Reforestación Natural: Una Alternativa Viable Para la Restauración Ecológica. En: Revista Forestal Centroamericana No 5 Vol. 2. Salvador. 1993. p. 6.

³ PEÑAFIEL, Andrea y UNIGARRO, Cristina. Determinación de la Variabilidad Distribución y manejo del Motilón Silvestre (*Freziera Spp*) En la Cuenca Alta del Río Pasto. Tesis de grado (Ingeniería Agroforestal). Universidad de Nariño. 2006. 87p.

Con esta investigación se buscó establecer los conocimientos básicos en cuanto a procesos de germinación y emergencia en semillas de dos especies del género *Freziera spp* contribuyendo al conocimiento reproductivo de especies nativas del trópico de altura en el municipio de Pasto.

Para dar cumplimiento al objetivo general se realizó una evaluación de siete tratamientos pregerminativos y un análisis morfológico de semillas de las especies *Freziera canescens* y *Freziera suberosa*.

1. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 INFORMACIÓN TAXONÓMICA DE MOTILÓN SILVESTRE (*Freziera spp*)

REINO	Plantae
DIVISIÓN	Magnoliophyta
CLASE	Magnoliopsida
ORDEN	Ericales
FAMILIA	Theaceae
GÉNERO	<i>Freziera</i>
ESPECIE	<i>F. canescens</i> , <i>F. suberosa</i>
NOMBRE VULGAR	Motilón silvestre ⁴

1.2 DISTRIBUCIÓN ECOLÓGICA

La familia Theaceae comprende alrededor de 25 géneros con más de 1000 especies en su mayoría procedentes de regiones tropicales y subtropicales, especialmente de Asia y América.

En Suramérica, el género *Freziera* tiene una distribución interesante; se trata de un elemento típicamente neotropical, que sólo habita en los bosques templados húmedos de montaña.

Las condiciones ecológicas reportadas en las que se encuentra el motilón silvestre son; rango altitudinal de 2800 a 3200 mts sobre el nivel del mar, con precipitaciones que oscilan entre los 800 a 1500 mm y temperatura entre 4°C y 18°C⁵.

Según datos reportados por Peñafiel y Unigarro. Dentro de la cuenca alta del río Pasto, las especies del género *Freziera* se encuentran distribuidas en diferentes rangos altitudinales así: *Freziera canescens* 3128 msnm, *Freziera candicans* 3011

⁴ JIMÉNEZ, Quirico. Manual de Plantas de Costa Rica. Biodiversidad, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. En : <http://darnis.inbio.ac.cr/FMPro?-DB=UBIpub.fp3&-lay=WebAll&-Format=/ubi/detail.html&-Op=bw&id=4438&-Find> [citado mayo 5 de 2007]

⁵ ANALES DEL INSTITUTO DE BIOLOGÍA, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica. Registro de *Freziera candicans* (Theaceae). Guerrero, México. En : <http://www.ejournal.unam.mx/botanica/073-02/BOT73207.pdf> [citado abril 30 de 2007]

msnm, *Freziera nervosa* 2906 msnm, *Freziera reticulata* 2979 y *Freziera suberosa* 3079 msnm⁶.

1.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA FAMILIA THEACEAE

Familia constituida por árboles y arbustos generalmente siempre verdes, aunque algunos son de hoja caediza, hojas simples, alternas, con frecuencia coriáceas, enteras o aserradas, con la nervación pinnada, flores regulares, axilares o terminales, solitarias o en pequeños grupos, normalmente son bisexuales, con 5-7 sépalos, pocas veces más, imbricados, generalmente persistentes. 5 pétalos, raras veces 4 o más, libres o unidos en la base, estambres numerosos, libres o más o menos unidos en la base, fruto en cápsula loculicida, baya indehiscente o aquenio, conteniendo de una a varias semillas, existen algunas plantas que proporcionan frutos aprovechables, pero su mayor interés reside en su uso con fines ornamentales⁷.

1.4 MORFOLOGÍA DEL GÉNERO (*Freziera*)

1.4.1 *Freziera canescens*. Arbusto o árbol entre 6-15 mts de altura y DAP entre 5-40 cm; hojas alternas, elípticas, hasta 14 cm de largo por 5-7 cm de ancho; base cuneada y ápice acuminado; margen aserrado, haz glabro, envés pubescente; pecíolo de 2 a 2,5 cm de largo; flores axilares, solitarias o en grupo de hasta 3, fruto en baya⁸.

1.4.2 *Freziera suberosa*. Arbusto de 6 mts de largo, hojas alternas de forma elíptica de borde entero, de 5 cm de largo por 2 cm de ancho; presencia de flor solitaria con fruto en baya; nervación pinnada. DAP de 10 cm, observado en los bordes de caminos⁹.

⁶ PEÑAFIEL y UNIGARRO, Op. Cit. p. 61

⁷ SANCHEZ DE LORENZO, José Manuel. Árboles Ornamentales: En:

<http://www.arbolesornamentales.com/Theaceae.htm#Stewartia> [citado mayo 5 de 2007]

⁸ PEÑAFIEL y UNIGARRO, Op. Cit. p. 55.

⁹ *Ibíd.*, p. 59.

1.5 MANEJO DE ESPECIES DEL GÉNERO (*Freziera*)

Todas las especies del género *Freziera* fructifican abundantemente. En estudios realizados mediante muestreo, en *F. canescens* se estimó una producción de 3500 a 6500 frutos/árbol y 3`333.333 semillas/Kg. También determinaron que un fruto de motilón silvestre se encuentran alrededor de 300 semillas¹⁰.

Para la obtención de la semilla se recomienda secar el fruto, luego frotarlo con las manos y las partículas tamizarlas a fin de separar la impureza de la semilla¹¹

1.5.1 Usos. Según Unigarro y Peñafil¹², en la determinación de la variabilidad, distribución y manejo del motilón silvestre en la cuenca alta del río Pasto se reporta los siguientes usos:

Leña	41%
Postes	38.2%
Construcción	20.6%

En estudios realizados sobre las propiedades de la madera de *F. canescens*, colectada en bosques de Imbabura (Ecuador), la califican con una densidad de 0,57 g/cm³, excelente para el pulido, para el taladro y moldurado. El estudio recomienda como usos adecuados: Vigas, revestimientos, pilares, soleras, tablonés, duelas, listones, entresijos, mangos de herramientas, construcciones navales, carrocerías, molduras y torneados¹³.

1.6 SELECCIÓN DE LOS ÁRBOLES PRODUCTORES DE SEMILLAS

1.6.1 Árboles Semilleros. Esta opción se ha utilizado en programas jóvenes o para especies que por su baja tasa de plantación anual, no ameritan esfuerzos mayores. Consiste en seleccionar y marcar fenotipos sobresalientes, ya sea en plantaciones o en bosque natural y colectar su semilla para el establecimiento de plantaciones, puesto que en estas condiciones el grado de heredabilidad es bajo, al igual que las ganancias genéticas, sobre todo si se selecciona en bosques naturales donde existe un componente de variación ambiental fuerte¹⁴.

¹⁰ LOJAN IDROBO, Leoncio. El Verdor de los Andes Ecuatorianos. Ministerio del Medio Ambiente del Ecuador. p. 79.

¹¹ *Ibíd.*, p. 79.

¹² PEÑAFIEL y UNIGARRO, Op. Cit. P. 69.

¹³ FLORES Y MUÑOZ, citados por LOJAN., Op. Cit. P. 80.

¹⁴ RODRIGUEZ ROMERO, Javier y NIETO RODRIGUEZ, Víctor M. Investigación En Semillas Forestales Nativas. Serie Técnica No 43 Bogota. Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal. 1999, p. 89.

Los árboles semilleros pueden ser silvestres o plantados; a veces se realizan plantaciones con fin de producir semillas. Los árboles semilleros deben recibir cuidados particulares. Como existe mucha variación dentro de una misma especie, hay que escoger las semillas de un árbol que crezca en las condiciones de suelo y de clima mas aproximadas a las que imperan a las zonas de vivero¹⁵.

La selección de los árboles productores de semilla es un proceso que requiere de cierta experiencia por parte del silvicultor. Esta parte de recolección de semilla viene a ser el instrumento por medio del cual se puede mejorar las características de las futuras masas forestales. Esto significa que los árboles elegidos deben rendir ciertas características, siendo las siguientes las más sobresalientes¹⁶:

- Haber demostrado ser buenos productores de semilla
- Tener un fuste recto, cilíndrico, carente de torceduras y bifurcaciones.
- Tener ramas fuertes y vigorosas.
- Ser preferiblemente los dominantes.
- Contar con la edad adecuada de producción de acuerdo con la especie.

1.7 ÁREA DE COLECTA DE SEMILLAS

La localidad o zona ecológica tiene gran importancia en la cantidad y la calidad de semilla. En muchas ocasiones las zonas donde se obtiene un mayor desarrollo vegetativo no son las más adecuadas para la producción de semilla ya que no existe floración, es escasa, desuniforme o con problemas de aborto de las flores fecundadas.

Los principales factores ecológicos que influyen en la calidad de semillas están representados por las condiciones de clima y suelo que presente la zona. Cabe resaltar que es preferible realizar la recolección en bosques donde la especie a utilizar sea la predominante y se encuentre en plena producción¹⁷.

La recolección puede llevarse a cabo en diferentes fuentes semilleras, conforme se avance en el proceso de mejoramiento genético de cada especie.

¹⁵ GEILFUS, Franz. El Árbol Al Servicio del Agricultor. Manual de Agroforesteria para el Desarrollo Rural. Principios Y Técnicas. Vol. 1 CATIE. 1994 Pág. 291-309.

¹⁶ *Ibíd.*, p. 306.

¹⁷ SUAREZ, Pablo. Técnicas de Recolección de Semillas de Especies Típicas de Interés Nacional en Colombia. En Recolección y Procesamiento de Semillas Forestales. Santa fe de Bogota: ministerio de agricultura, CONIF, INSEFOR. Serie técnica No 34, 1996. p. 51.

Estas áreas pueden clasificarse como; huertas semilleras genéticamente comprobadas, huertas semilleras no comprobadas, rodales semilleros, fuentes seleccionadas y fuentes identificadas¹⁸.

1.8 DETERMINACIÓN DE LAS ÉPOCAS DE RECOLECCIÓN

Antes de emprender una campaña de recolección de semillas deberá percatarse si la especie de interés ha entrado a la época de maduración de sus frutos. Dada la versatilidad geográfica de nuestro país, la época de maduración de los frutos de nuestra flora forestal tanto de clima templado como de clima tropical, varía de una localidad a otra, no existiendo épocas bien definidas para la maduración de los frutos de una especie en particular. Por tal motivo es conveniente contar con un registro fonológico local, que permita determinar las épocas de fructificación de las especies¹⁹.

1.9 ALGUNOS DE LOS INDICADORES PARA DETERMINAR LA MADUREZ DE LOS FRUTOS

El término madurez, se utiliza independientemente para designar el estado de un fruto apto para ser recolectado y para que cumpla con las características necesarias para originar semillas viables²⁰.

La estimación del estado de madurez de la mayoría de las especies se realiza principalmente por medio de su gravedad específica, decrece a medida que los frutos pierden agua. Este hecho está íntimamente relacionado con la madurez del fruto, pues a medida que va madurando va perdiendo agua.

Otro indicador del momento apropiado para realizar la recolección es cuando los roedores así como las aves se dedican a recoger los frutos. También se observa que la época de maduración está en cierta medida regulada por las lluvias durante el año, ya que si la época de lluvia se adelanta la maduración de los frutos es más rápida. En frutos carnosos como las bayas, pomos o drupas, etc. Su maduración presenta cambios en la consistencia, textura, color, olor y sabor del pericarpio²¹.

¹⁸ *Ibíd.*, p. 52.

¹⁹ *Ibíd.*, p. 52-59

²⁰ TRUJILLO NAVARRETE, E. Fundamentos para el Manejo de Semillas, Viveros y Plantación Inicial. Bogotá. SEMICOL LTDA. Serie técnica No 1. 1989. 150p.

²¹ SUAREZ. Op. Cit. P. 53.

1.10 TECNICAS DE RECOLECCIÓN

El proceso de recolección de semillas forestales es mucho más complicado que el proceso equivalente en la agricultura, esto dado por las dificultades y el rango de características que tienen los árboles. Existe una gran variedad de técnicas desde sencillas y prácticas hasta las más complicadas técnicas manuales y avanzadas usando maquinaria, las más usadas son las siguientes²².

1.10.1 Recolección del suelo. La recolección de semillas directamente del suelo no es un método recomendable por varias razones, siendo las más importantes las siguientes:

- La semilla es bastante difícil de encontrar cuando es pequeña.
- Se desconoce su origen, por lo cual su identificación es casi imposible.
- Por lo general la semilla se encuentra en proceso de germinación o bien ha perdido su viabilidad a causa del exceso de humedad.

1.10.2 Recolección de árboles talados.

- Muchas semillas son recolectadas de árboles caídos. Este tipo de recolección es sencilla pero presenta inconvenientes.
- Una gran cantidad de frutos se pierde al caer el árbol en su búsqueda, se puede coleccionar otro tipo de fruto, los cuales no son de la misma especie, por lo que se debe coleccionar solo aquellas adheridas al árbol.
- La recolección de estos frutos debe coincidir durante la época de explotación forestal de la zona en que se pretende hacer la recolección.
- El principal inconveniente de este método radica en que los árboles productores de semilla no volverán a producir.

1.10.3 Recolección de árboles en pie. Es el método por el cual se recomienda recolectar las semillas por las siguientes razones:

- Se conoce la fuente parental así como la especie.

²² *Ibíd.*, p. 56.

-Se puede apreciar las características fenotípicas del árbol antes de la recolección y sobre esta base decidir si se realiza la recolección así como el destino que tiene la semilla.

-La cosecha se puede realizar muchas veces sin lastimar al árbol.

-Se puede seleccionar los frutos, excluyéndose aquellos enfermos o plagados y verdes.

-La semilla obtenida por este método esta provista de una calidad superior a las semillas recolectadas por otros métodos²³.

Geilfus, plantea que las semillas deben recolectarse siempre en plena producción y no al principio o al final, por que los frutos que maduran muy temprano o muy tarde tienen a menudo características negativas²⁴.

1.11 MORFOLOGÍA DE SEMILLAS

Las semillas de algunas especies son muy variables, sin embargo las de la mayoría presentan caracteres morfológicos, anatómicos e histológicos estables por lo que son utilizados como elementos de clasificación en taxonomía, arqueología, y poleobotánica²⁵.

La forma es variada, igual que la coloración. Las células de los tegumentos poseen diversos pigmentos que le dan el color característico. Los colores marrón y negro son los más comunes, aproximadamente el 50% de las semillas los presentan. El rojo, el blanco y el amarillo son menos frecuentes, y sirven como medio de atracción para los animales. La superficie puede ser lisa o diversamente esculturada.

El tamaño varía mucho, desde las apenas visibles a simple vista y con un peso de unas pocas milésimas de gramo, hasta las semillas gigantes contenidas en enormes frutos uniseminados de hasta 20 kg. de peso. La dureza de la cubierta seminal es variable, puede ser desde muy delgada hasta pétrea, y está

²³ *Ibíd.*, p. 56.

²⁴ GEILFUS, Op. Cit. P. 297.

²⁵ TRIVIÑO DIAS, Trino y JARA, Luís Fernando. Seminario-Taller Sobre Investigaciones en Semillas Forestales Tropicales. Serie Documentación No 18. Bogota-Colombia. Ed. Gente Nueva. 1990 p.126

directamente relacionada con la naturaleza del fruto. Por ejemplo, cuando es una drupa, con endospermo leñoso, la cubierta seminal es muy delgada²⁶.

1.12 EXTRACCIÓN DE SEMILLAS

La extracción de las semillas es una de las actividades más importantes en el procesamiento de los frutos. El método que se utiliza para llevarla a cabo depende principalmente de las características del fruto²⁷.

1.12.1 Frutos secos dehiscentes. Se exponen directamente al sol en condiciones de buena circulación de aire hasta que los frutos se abran y permitan la salida de las semillas. Esta actividad se puede llevar a cabo sobre planchas de concreto, allí se extienden los frutos directamente sobre el piso en una sola capa y se revuelven constantemente.

1.12.2 Frutos secos indehiscentes. Se colocan directamente al sol y se almacenan en sacos o bolsas con buena ventilación; para extraer las semillas los sacos se golpean con una vara flexible hasta que los frutos abran o se desintegren.

Algunos frutos indehiscentes que no requieren extracción o que puedan sufrir daños al tratar de extraerse, se siembran o almacenan directamente. Aquellos en los que las semillas están dentro de una cubierta delgada y carnosa, solo requieren secarse y sembrarse con esa piel intacta y seca.

1.12.3 Frutos carnosos. La extracción de semillas en este tipo de fruto debe hacerse tan pronto como sea posible para evitar fermentación y recalentamiento. Los pasos a seguir son:

Remojo. Se colocan los frutos en un recipiente con agua hasta que la pulpa se ablande (entre 1 y 2 días). Para acelerar el proceso, en algunos casos se puede romper la piel de los frutos frotándolos unos contra otros antes de remojarlos.

²⁶ Exomorfología. Morfología en Plantas Vasculares. En: http://www.biología.edu.ar/botanica/tema6/6_8embrion.htm. [citado noviembre 12 de 2007]

²⁷ CORANTIOQUIA, Cartilla para el Manejo de Semillas Forestales, Adecuación, desarrollo y mantenimiento de un banco de germoplasma especializado.) 1995. 28p.

Macerado. Consiste en reblandecer o machacar la parte carnosa de los frutos para facilitar la separación de las semillas. El macerado se puede hacer en forma manual, estrujando el fruto, amasándolo con algún material duro o frotándolos contra un tamiz.

Lavado. Los frutos recién macerados se sumergen en agua y se logra por decantación separar el bagazo y las semillas vanas. Es necesario lavar cuidadosamente las semillas después de la separación. En algunos frutos es posible exponerlos al sol después de haber sido macerados y con la ayuda de tamices o del viento, separar las impurezas y las semillas²⁸.

1.13 SEMILLA SEGÚN LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

1.13.1 Semillas ortodoxas. Estas semillas tienden a ser pequeñas y de testa dura, son tolerantes a la desecación, pueden llevarse a un 5-10% de contenido de humedad, son fáciles de almacenar y conservan su viabilidad por periodos largos de tiempo; su capacidad de conservación aumenta si se guardan en recipientes herméticos a temperaturas cercanas al congelamiento (3-5°C).

1.13.2 Semillas subortodoxas o intermedias. Estas requieren las mismas condiciones de almacenamiento de las semillas ortodoxas, solo que su periodo de almacenamiento debe ser corto, ya que muchas poseen altos contenidos de lípidos y/o poseen testa delgada.

1.13.3 Semillas recalcitrantes. Son semillas generalmente grandes pertenecientes a especies leñosas de bosques húmedos, en los que durante todo el año existen unas condiciones que propician la germinación inmediata (humedad y temperatura altas). Estas semillas son intolerantes a la desecación y su contenido de humedad no debe llevarse a menos de 25%. Son muy sensibles al almacenamiento a bajas temperaturas, por lo que no se recomienda tenerlas a menos de 5°C²⁹.

²⁸ *Ibíd.*, p. 18.

²⁹ *Ibíd.*, p. 20.

1.14 PRINCIPIOS DE LA PROPAGACIÓN POR SEMILLA

La semilla es la parte del árbol que sirve para la reproducción y es producida por las flores. La semilla se forma después de la fecundación del ovulo por un grano de polen³⁰.

Una semilla contiene una planta en embrión provista de alimento de reserva y rodeada de cubiertas protectoras y en algunos casos, de otras estructuras que la envuelve. La semilla, después de separada de la planta madre, permanece por cierto periodo de tiempo en un estado aparente de inactividad. El proceso en el cual se reanuda la actividad en la semilla, transformándose el embrión en una nueva planta, se llama germinación; a la planta joven, mientras todavía depende de las reservas alimenticias de la semilla se le denomina plántula³¹.

Los mismos autores afirman que la germinación tiene tres requisitos básicos. Primero: la semilla debe ser viable; esto es, el embrión debe estar vivo y capaz de germinar. Segundo: la semilla debe ser puesta en condiciones ambientales favorables, siendo los factores esenciales, agua disponible, temperatura apropiada y provisión de oxígeno. Tercero: que cuando las condiciones ambientales externas son favorables deben superarse las condiciones internas que impiden la germinación. Para superar esas condiciones a veces se hacen necesarios tratamientos pregerminativos³².

1.14.1 Propagación por semilla. La germinación de la semilla se presenta como la emergencia y desarrollo a partir del embrión de aquellas estructuras esenciales que dependiendo de las semillas indican la capacidad de desarrollo³³.

La propagación por semilla comprende un manejo cuidadoso de las condiciones y equipo de germinación y un conocimiento de los requerimientos específicos de las semillas en particular. Su éxito depende del grado en que llenen las siguientes condiciones: (a) las semillas deben reproducir la variedad particular o especie que el propagador desea cultivar. (b) las semillas deben ser viables y aptas para germinar. También deben germinar rápida y vigorosamente para poder resistir las posibles condiciones adversas en el almacigo. (c) cualquier condición latente inerte de las semillas que pueda inhibir la germinación debe ser superada

³⁰ Geilfus, Op. Cit. P. 291

³¹ HARTMANN, Hudson. T y KESTER, Dale E. Propagación de Plantas. México. ED. LIMUSA. 1981. p. 119.

³² Ibid., p. 120.

³³ RODRIGUEZ y NIETO, Op. Cit. P. 44.

aplicando el tratamiento pregerminativo necesario. A falta de un conocimiento específico, el propagador debe tratar de duplicar, tan aproximadamente como le sea posible, las condiciones naturales de ambiente asociadas con una clase de planta en particular. (d) suponiendo que las semillas son capaces de germinar con presteza, el éxito real de la propagación depende de proporcionarles el ambiente adecuado (humedad, temperatura y oxígeno) al igual que las plántulas resultantes, hasta el momento en que queden establecidas en su sitio permanente. El ambiente apropiado también supone el control de insectos y enfermedades³⁴.

1.15 LA VIABILIDAD DE LAS SEMILLAS

La viabilidad es la fracción de semilla que está viva, por ejemplo, aquellas en las que se dan procesos metabólicos, aunque en forma lenta. Algunas veces la viabilidad se emplea como sinónimo de vigor para indicar la habilidad del embrión para germinar y continuar el desarrollo³⁵.

Disponer de semillas viables es un factor esencial para la propagación satisfactoria de plantas. Una reducción en la viabilidad de las semillas puede ser resultado del desarrollo inapropiado de ellas en la planta, de lesiones producidas durante la cosecha, de procedimientos inapropiados durante su proceso y almacenamiento, y por la edad. La viabilidad está representada por el porcentaje de germinación, el cual expresa el número de plántulas que pueden producir una cantidad dada de semillas³⁶.

La germinación debe ser rápida y el crecimiento de la planta vigoroso, como quedará indicada por una rápida relación de germinación. Con frecuencia se denomina a esta característica con el nombre de vitalidad de la semilla o energía germinativa. Los embriones que tienen una baja energía germinativa o aquellos que producen plántulas débiles y anormales, son menos capaces de soportar condiciones ambientales desfavorables en los almácigos que las plántulas más vigorosas, ya que las plántulas débiles están expuestas al ataque de organismos patógenos, su supervivencia en campo es con toda probabilidad menor a la que pudiera indicar el porcentaje de germinación predeterminado³⁷.

³⁴ HARTMANN Y KESTER, Op. Cit. p. 153.

³⁵ WILLIAM (1992) citado por RODRIGUEZ y NIETO, Op. Cit. p. 46.

³⁶ HARTMANN Y KESTER, Op. Cit. p. 121.

³⁷ *Ibíd.*, p. 122.

1.15.1 La Determinación de la Viabilidad. El porcentaje de germinación se refiere al número relativo de semillas puras de la clase que se está considerando, que produce plántulas normales. Para obtener una buena determinación, es necesario usar cuando menos 400 semillas puras tomadas al azar y divididas en lotes de 100. Si cualquiera de estos lotes difiere en más de un 10%, se puede hacer otra prueba. De otro modo, el promedio de las cuatro pruebas es el porcentaje de germinación. Además del número de semillas que germinan, se puede observar al mismo tiempo la energía germinativa.

La prueba de germinación. La prueba de germinación es una prueba en la cual se colocan a las semillas bajo condiciones ambientales óptimas de luz, temperatura y humedad, para inducir su germinación. El número relativo de plántulas normales producidas da el porcentaje de germinación.

Se emplean diversas técnicas para germinación de las semillas. En los laboratorios para ensayo, las semillas son generalmente colocadas en charolas de germinación, bien sea entre dos capas de papel secante o sustrato desinfectado, la provisión de agua debe ser controlada cuidadosamente evitando formar películas de agua alrededor de las semillas y humedad en exceso en el medio de germinación.

Las semillas de los árboles pueden ensayarse colocándolas a germinar en el invernadero en cajas con arena o sustrato estéril; las semillas se plantan en surcos poco profundos, con suficiente agua sin sobrepasar la capacidad de campo del material utilizado.

Una prueba de germinación dura generalmente de 10 días a 4 semanas, pero puede prolongarse hasta 3 meses en el caso de semillas de germinación lenta. Una plántula normal, generalmente debe tener una raíz y un brote bien desarrollados, aunque el criterio para calificar de "normal" a una plántula, varía con las diferentes clases de semilla. Además, pueden encontrarse plántulas anormales, semillas duras, semillas latentes y semillas muertas o descompuestas. La anomalía de las plántulas puede ser ocasionada por la declinación de la vitalidad debido a la edad o a las malas condiciones de almacenamiento; o bien, a daños causados por insectos, enfermedades o lesiones mecánicas.

La latencia puede prolongar la duración de la prueba, imponer condiciones ambientales desusadas y, a veces, interferir con la confiabilidad de la prueba³⁸.

Prueba con tetrazolio. Hartmann y Kester, plantean que la prueba de tetrazolio es un método bioquímico en el cual se demuestra la viabilidad; no por la germinación sino por el color rojo que aparece cuando se remojan los tejidos vivos en una solución de cloruro de 2.3.5 trifenil tetrazolio (TTC). Esta sustancia es absorbida dentro de las células de tejido vivo donde es cambiada a un compuesto insoluble de color rojo, mientras que el tejido no vivo queda sin teñirse³⁹.

1.16 ENSAYO DE LAS SEMILLAS

Las semillas de buena calidad tienen las siguientes características: que verdaderamente sean de la especie o variedad; capacidad para una germinación elevada; que estén libres de enfermedades y libres de mezclas de semillas de otros cultivos, de semillas de malezas, y del material inerte y extraño. La capacidad para germinar y la pureza de las semillas puede determinarse haciendo un ensayo de semilla en una pequeña muestra representativa tomada del lote de semillas en cuestión.

1.16.1 El muestreo. El primer paso para llevar a cabo un análisis de de semillas es obtener una muestra uniforme que represente el total del lote a considerar. Se toman porciones iguales de partes uniformemente distribuidas del lote de semillas. Las muestras de semillas se mezclan concienzudamente y se redividen en lotes mas pequeños para obtener una muestra de trabajo; esto es, la muestra sobre la que realmente se va a hacer el análisis⁴⁰.

1.16.2 La determinación de la pureza. Rodríguez y Nieto, y Hartmann y Kester, coinciden en que la pureza, es el porcentaje, en peso, de semillas puras presentes en la muestra. Por semilla pura se entiende a la semilla principalmente designada en clase, variedad o tipo, presente en el lote de de semillas. Después de que se ha pesado la muestra de trabajo, las semilla puede ser escogida visualmente en: (a) semillas puras; (b) semillas de otros cultivos;(c) semillas de maleza y (d) material inerte, incluyendo estructuras semejantes a las semillas, semillas vanas o quebradas, paja, tierra, piedras y otras basuras. En algunos casos es posible verificar la autenticidad de las semillas o fidelidad a la variedad o especie, por medio de la inspección visual.

³⁸ *Ibíd.*, p. 157.

³⁹ *Ibíd.*, p. 158.

⁴⁰ *Ibíd.*, p. 155.

Al hacer la determinación de pureza, se puede calcular el número de semillas puras por unidad de peso. Este dato es necesario como guía en las cantidades a sembrar⁴¹.

Rodríguez y Nieto, proponen la siguiente fórmula para determinar la pureza⁴²:

Pureza (%) = (peso semilla pura / peso total de la muestra) X 100

1.17 EL PROCESO DE LA GERMINACIÓN

El proceso de la germinación es una serie completa de cambios bioquímicos y fisiológicos que implican la iniciación del crecimiento y la movilización de los alimentos de reserva dentro de la semilla para ser utilizados por el embrión en su crecimiento. El primer paso en la secuencia de procesos que tiene lugar durante la germinación es la absorción de agua por la semilla. A medida que se ablanda sus cubiertas y el protoplasma se hidrata, las semillas generalmente se hinchan, rompiendo algunas veces sus envolturas. La absorción de agua es seguida por un aumento en la actividad enzimática como también en la respiración, estimado este último por la absorción de oxígeno, estas actividades son seguidas por la elongación de las células y la salida de la radícula a través de las cubiertas de la semilla. Estos hechos se encuentran asociados con la iniciación de la germinación⁴³.

Gómez, afirma que la germinación de una semilla se define como la emergencia y desarrollo a partir del embrión, de todas aquellas estructuras esenciales que son indicativas de su habilidad para producir una planta normal bajo condiciones favorables⁴⁴.

La plántula depende de los materiales de reserva de la semilla para su desarrollo continuado hasta llegar el momento en que las hojas puedan funcionar adecuadamente en la fotosíntesis. En resumen la germinación se lleva a cabo en los siguientes pasos: absorción de agua, actividad enzimática y respiratoria, digestión, transporte de alimentos, asimilación y crecimiento.

⁴¹ RODRIGUEZ y NIETO, Op. Cit. P. 54

⁴² *Ibíd.*, p. 54

⁴³ TOOLE, citado por HARTMANN Y KESTER, Op. Cit. p. 119.

⁴⁴ GOMEZ M, Fernando. Germinación de Semillas y Evaluación de Plántulas. Tibaitata-Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario. 1972. p. 34.

El crecimiento inicial de las plántulas sigue dos formas: en un tipo, de germinación epígea, el hipocótilo se alarga y levanta los cotiledones por encima de la tierra. En el otro tipo, germinación hipógea, la elongación del hipocótilo no levanta los cotiledones sobre el suelo y sólo emerge el epicótilo⁴⁵.

1.17.1 La medición de la germinación. La medición de la germinación comprende dos factores: el porcentaje de germinación y la energía germinativa. En las semillas de baja viabilidad, con frecuencia se encuentran asociados estos factores. Esto es, si un lote de semillas tiene un bajo porcentaje de germinación, aquellas que germinen, con toda seguridad tendrán baja energía germinativa. En las semillas que han sido almacenadas por periodos largos, la reducción en viabilidad es, por lo general precedida por un periodo de declinación en la vitalidad⁴⁶.

Por otra parte, la energía germinativa puede ser fuertemente influida por otras condiciones no asociadas con la viabilidad, por ejemplo, algunas clases de semillas germinan por naturaleza más pronto que otras. En otros casos, la energía germinativa depende del grado de latencia que aún esté presente en la semilla.

El porcentaje de germinación, por lo general implica un elemento de tiempo, indicando el número de plántulas producidas en un tiempo especificado. La energía germinativa puede expresarse especificando el número de días requeridos para producir un porcentaje dado de semillas germinadas⁴⁷.

1.18 LA LATENCIA DE LAS SEMILLAS

El departamento de Agricultura, citado por Cumbal y Gomajoa, afirma que la latencia es el periodo de aparente inactividad metabólica que se produce en los seres vivos, la latencia es el resultado de una influencia fisiológica o de alguna parte de la semilla sobre el embrión o alguna condición dentro del embrión mismo⁴⁸.

⁴⁵ HARTMANN Y KESTER, Op. Cit. p. 120.

⁴⁶ TOOLE, citado por HARTMANN Y KESTER, Op. Cit. p. 122.

⁴⁷ HARTMANN Y KESTER, Op. Cit. p. 122.

⁴⁸ CUMBAL, Freddy Hernan y GOMAJOA, Leandro. Evaluación de Tres Métodos Pregerminativos en Semillas de Pino Colombiano (*Podocarpus oleifolius*) Bajo Dos Sustratos de Suelo en el Corregimiento de Obonuco. Pasto 1997. Tesis de grado (Tecnólogo Forestal). Centro de Estudios Superiores Maria Goretti. p. 15.

El término latencia se usa en fisiología vegetal para referirse al estado de actividad reducida de la planta o parte de ella en la que no ocurre un crecimiento fácilmente perceptible. Esto puede ser debido a efectos externos del medio, a condiciones internas dentro de la parte misma de la planta (al periodo de reposo) o a la influencia inhibitoria de partes adyacentes de la planta, particularmente de las yemas. En la misma forma, el embrión de la semilla permanece en un estado aparente de inactividad desde el tiempo en que se forma en la planta hasta el tiempo en que germina⁴⁹.

La falla en la germinación puede deberse a la ausencia de una o más de las condiciones ambientales requeridas: humedad, temperatura favorable u oxígeno. A esto puede llamarse latencia externa ocasionada por condiciones fuera de la semilla misma. Los factores internos también pueden impedir la germinación aunque todos los factores externos sean favorables. Estos factores pueden resultar de: a) condiciones dentro del embrión (latencia embrionaria) o b) de la influencia de algunas cubiertas de semilla sobre el embrión (latencia de las cubiertas de la semilla). Estas cubiertas pueden inhibir mecánicamente la absorción de agua, restringir el movimiento de los gases u oponer resistencia a la expansión del embrión. También puede ocurrir una inhibición química provocada por sustancias específicas de alguna parte de la semilla o del fruto (latencia causada por un inhibidor). También es posible encontrar combinaciones de dos o más tipos de latencia⁵⁰.

1.18.1 Las cubiertas de las semillas que impiden la absorción de agua.

Según Rojas, muchas semillas poseen cubiertas que son relativamente duras, sobre todo son impermeables al agua y al oxígeno, factores básicos para que los coloides del embrión se hidraten y para que tengan energía respiratoria y puedan entrar en actividad⁵¹.

La impermeabilidad de la cubierta de las semillas al agua es una causa común de latencia y una que es relativamente fácil de superar. Las especies con cubierta dura se encuentran en un gran número de familias de plantas.

Las semillas que tienen cubiertas duras pueden hacerse germinar por cualquier método de rompimiento o modificación de su cubierta, siempre que no haya

⁴⁹ HARTMANN Y KESTER, Op. Cit. p. 123.

⁵⁰ *Ibíd.*, p. 124.

⁵¹ ROJAS GARCIDUEÑAS, Manuel. Fisiología Vegetal Aplicada. 4ed. Monterrey, México. MacGraw-Hill. 1993. p. 205.

presente otro tipo de latencia. En la naturaleza, el ablandamiento de las cubiertas de las semillas se obtiene por efectos ambientales⁵².

1.18.2 Las cubiertas de la semilla mecánicamente resistentes a la expansión del embrión. En la mayoría de las semillas, una vez que se ha absorbido el agua, la presión que ejerce el embrión en expansión durante la germinación, es suficiente para romper las cubiertas de la semilla.

Algunas semillas tienen una cubierta que presenta gran resistencia mecánica y el hipocótilo no puede romperla. En general, una vez que la semilla ha absorbido agua, si el embrión no está latente, la fuerza expansora de la germinación rompe las cubiertas de las semillas y separa cualquier cubierta exterior. Cualquier efecto de cubiertas resistentes mecánicamente pueden superarse con los mismos tratamientos que se aplican para cubiertas impermeables para semilla⁵³.

1.18.3 Los embriones latentes. Desde hace muchos años los propagadores de plantas han sabido que las semillas de ciertas especies de zonas templadas deben ser almacenadas en el invierno, en húmedo, bien sea en el suelo o en cajas entre capas de arena o tierra húmeda, antes de que ocurra la germinación (estratificación). Durante este tiempo tiene lugar en la semilla cambios internos que conducen a la germinación.

1.18.4 Los inhibidores. Rojas, y Hartmann y Kester, coinciden en que las sustancias que inhiben la germinación pueden ser extraídas de una diversidad de partes de la planta, incluyendo semillas, frutos, savia de la hoja, bulbos y raíces. Algunos de estos inhibidores de la germinación que ocurren naturalmente, han sido identificados como sustancias químicas específicas: Amoniaco, ácido cianhídrico, etileno (frutos maduros), aceites esenciales, ácidos orgánicos no saturados, alcaloides, nicotina, cocaína, cafeína, lactosas no saturadas, cumarina, ácido paraascórbico y otras. La existencia de tales sustancias en las plantas no necesariamente significa que tienen un papel esencial para controlar la germinación. Sin embargo, existen varios casos significativos donde parece que desempeñan ese papel biológico.

Uno de los efectos inhibidores comunes de una estructura vegetal es la del fruto o de las cubiertas de la semilla. La mayor parte de los frutos carnosos, o más bien, de sus jugos, inhiben la germinación en forma bastante intensa. Indudablemente

⁵² HARTMANN Y KESTER, Op. Cit. p. 126.

⁵³ *Ibíd.*, p. 127.

estas sustancias desempeñan un importante papel biológico para evitar una germinación prematura hasta el tiempo en que la semilla se ha separado por completo de la planta madre. Cuando la cubierta del fruto permanece con la semilla, el efecto inhibitor puede a veces persistir por un periodo considerable, aún después de que la semilla se ha separado de la planta⁵⁴.

1.18.5 La combinación de dos o más tipos de latencia. En cierto número de especies, la germinación se complica con la presencia de más de un tipo de latencia, siendo la combinación más frecuente la de la latencia de las cubiertas de la semilla con la latencia del embrión. Estas semillas son consideradas por el viverista entre las más difíciles de manejar, debido al largo tiempo que requieren para que se produzca la germinación.

El tratamiento de semillas con doble latencia comprende la combinación de procedimientos que supere cada tipo de latencia presente. En la naturaleza, la descomposición de las cubiertas de las semillas se efectúa por diferentes agentes del medio⁵⁵.

1.19 FACTORES EXTERNOS QUE AFECTAN LA GERMINACIÓN.

1.19.1 El agua. La absorción de agua en las semillas es el primer paso en el proceso de la germinación. Los dos factores más importantes que afectan la absorción del agua por las semillas son a) la naturaleza de las semillas y sus cubiertas; y b) la cantidad de agua disponible en el medio circundante. Las semillas tienen gran poder de absorción debido a su naturaleza coloidal. En el almacenamiento, las semillas pueden absorber agua del aire circundante. Las diferentes clases de semillas varían grandemente en la cantidad y proporción de agua absorbida, bien sea cuando están almacenadas o durante la germinación. La cantidad de agua absorbida está influida también por la temperatura, favoreciendo la absorción las temperaturas más elevadas. Las cubiertas de la semilla desempeñan un papel importante en la absorción del agua. En algunas semillas las cubiertas son tan impermeables al agua que no ocurrirá la germinación hasta que las cubiertas hayan sido alteradas en alguna forma, de igual manera la humedad proporcionada para la germinación puede afectar tanto al porcentaje de germinación como a la energía germinativa.

A veces se utiliza el remojado previo de la semilla para iniciar el proceso de la germinación y disminuir el tiempo requerido para la salida de plántulas del suelo.

⁵⁴ *Ibíd.*, p. 135.

⁵⁵ *Ibíd.*, p. 136.

Este tratamiento puede ser ventajoso con semillas que son normalmente lentas para germinar, con las que son duras y secas, o cuando existen ciertas condiciones de latencia. Sin embargo, si las semillas germinan de ordinario sin dificultad, hay poca necesidad de remojarlas. Las que han absorbido agua, son fáciles de dañar y más difíciles de sembrarlas⁵⁶.

1.19.2 La temperatura. Una temperatura favorable es un segundo requisito para la germinación. Las semillas de algunas especies germinan en una escala relativamente amplia de temperaturas, otras lo hacen solo dentro de ciertos límites estrechos. La temperatura también afecta el crecimiento de plántulas después de la germinación. Generalmente para el crecimiento de plántulas es mejor una temperatura algo inferior a la usada para la germinación.

Las temperaturas óptimas más favorables para la germinación; se deben encontrar en la escala en donde el más alto porcentaje de plántulas sea producido con la germinación más rápida⁵⁷.

1.19.3 Oxígeno. La respiración, para la cual es necesario una provisión de oxígeno, tiene lugar en todas las semillas mientras permanezcan viables. En las semillas que no están germinando, la respiración es baja y se necesita poco oxígeno. Durante la germinación, la respiración aumenta y se utiliza considerablemente más oxígeno.

La respiración puede expresarse por medio de la siguiente fórmula general:



El efecto de la provisión reducida de oxígeno sobre la germinación puede ser importante. Si su cantidad es limitada, puede retardar o hasta inhibir completamente la germinación. En almácigos con drenaje deficiente, después de una lluvia copiosa o de un riego excesivo, la provisión de oxígeno puede disminuirse debido a que los espacios porosos del medio de germinación están llenos de agua en lugar de aire⁵⁸.

⁵⁶ *Ibíd.*, p. 138.

⁵⁷ *Ibíd.*, p. 141.

⁵⁸ *Ibíd.*, p. 144.

1.19.4 La luz. La luz puede desempeñar un papel importante en la propagación de las semillas, debido a su efecto sobre la iniciación de la germinación como por su influencia controladora sobre el crecimiento de las plántulas.

La luz puede estimular o inhibir la germinación de las semillas de algunas plantas. La semilla de muchas especies y cultivares con letargo fisiológicamente superficial y letargo fisiológicamente intermedio, requiere luz para germinar por un lapso de tiempo después de cosechadas. El estímulo de la luz no se efectúa si las temperaturas de germinación son muy elevadas, de alrededor de 24 °C o más⁵⁹.

1.20 TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS

Para superar el bloqueo natural que impide la germinación o para uniformizar y mejorar la velocidad de la misma, es posible la utilización de los llamados tratamientos pregerminativos; estos no se pueden recomendar para un uso generalizado, ya que su acción depende de las características propias de cada especie y por lo tanto la indicación de su uso es particular para cada caso⁶⁰.

1.20.1 Escarificación. La escarificación es la acción por el cual la semilla es sometida a un proceso para debilitar su capa exterior; generalmente las semillas duras son escarificadas o raspadas para romper su capa impermeable de células superficiales, la cual forma una barrera para la penetración de humedad.

1.20.2 El remojo de las semillas en agua. El objeto de remojar las semillas en agua es modificar las cubiertas duras de las mismas, remover los inhibidores, suavizar las semillas reduciendo el tiempo de germinación, remojando las semillas en agua, se vence la latencia de las cubiertas de la semilla y se estimula la germinación en algunos casos. Las cubiertas impermeables de la semilla pueden ser ablandadas poniéndolas en 4 o 5 veces su volumen de agua caliente (a una temperatura de 75°C a 100°C). Se retira del fuego inmediatamente y se deja remojar las semillas por 12 a 24 horas en el agua que se va enfriando gradualmente. Después de esto, se pueden separar las semillas hinchadas de las no hinchadas por medio de una zaranda apropiada. Las semillas deben ser sembradas inmediatamente después del tratamiento.

En algunos casos se han hervido las semillas por un periodo de varios minutos, pero este procedimiento es peligroso. Una sobreexposición a temperaturas elevadas puede dañar a las semillas. Si las semillas son normalmente de

⁵⁹ *Ibíd.*, p. 145.

⁶⁰ TRUJILLO. *Op. Cit.* P. 32.

germinación lenta, el remojo previo a la germinación puede acortar el tiempo de emergencia de las plántulas⁶¹.

1.20.3 Aplicación de giberelinas. Entre los tratamientos químicos empleados para mejorar la germinación están aquellos con reguladores de crecimiento como el ácido giberélico, que tiene propiedades estimuladoras de la germinación y elongación celular. Con el uso de estas fitohormonas se ha comprobado que se superan los periodos de latencia que se presentan en las semillas de algunas especies arbóreas; pues ellas actúan como sustitutos de bajas temperaturas, días largos o luz roja⁶².

Existen varios tipos de giberelinas, siendo las más comunes: GA1, GA3, GA4, GA7 y GA9. Las funciones que llevan a cabo en la planta, se pueden resumir brevemente resaltando los puntos más destacables:

Incrementan el crecimiento en los tallos, interrumpen el periodo de latencia de las semillas, haciéndolas germinar y movilizan las reservas en azúcares, inducen la brotación de yemas, promueven el desarrollo de los frutos y estimulan la síntesis de un RNA (RNA mensajero).

En estudios realizados con especies del género *Camellia* perteneciente a la familia Theaceae, se determinó que la solución de giberelinas concentradas a 100 ppm. Resultó ser la más eficaz en estimular la germinación⁶³.

1.21 ANTECEDENTES

1.21.1 Métodos pregerminativos en especies forestales.

- Atencio, et.al. Realizaron un ensayo denominado Tratamientos Pregerminativos en Acacia San Francisco (*Peltophorum pterocarpum*) Fabaceae, donde se evaluó el efecto de tratamientos pregerminativos sobre el porcentaje de germinación, las semillas fueron sumergidas por 24 horas en ácido giberélico a diferentes concentraciones, ácido sulfúrico, agua a

⁶¹ HARTMANN Y KESTER, Op. Cit. p. 165

⁶² ATENCIO. L., COLMENARES. R., RAMIREZ, M. Y MARCANO D. Tratamientos Pregerminativos En Acacia San Francisco (*Peltophorum pterocarpum*) Fabaceae. En: Revista Fac. Agronomía. Universidad de Zulia. Vol. 20 No 1 Venezuela. 2003. Pág. 65.

⁶³ WEAVER, Robert j. Reguladores del Crecimiento de las Plantas En La Agricultura. Universidad de California. Editorial. Trillas. México. 1989. p.186.

80°C, agua 24 horas, 30 segundos en licuadora, lija 20 minutos y un testigo. Obteniendo los mejores resultados con agua 24 horas y el testigo⁶⁴.

- De acuerdo al ensayo realizado por Furuta citado por Weaver donde se investigo los efectos de varios tratamientos con giberelinas, en la capacidad de germinación de semillas de camelia (Theaceae), se descubrió que por lo general la solución de giberelinas a 100 ppm sumergidas durante 24 horas, resulto ser la mas eficaz en apresurar su germinación⁶⁵.
- Bravo, Castillo y Chávez , realizaron un ensayo denominado, Evaluación de Tres Métodos Sobre la Pregerminación de Semillas de Laurel de Cera (*Mirica Pubescens* H.B.K.). Concluyendo que una de las mejores técnicas para mejorar la germinación es la inmersión de las semillas de laurel de cera en agua, durante largos periodos⁶⁶.
- Rodríguez y Zambrano, en su estudio Evaluación de Ocho Tratamientos Pregerminativos en Semillas de Pichuelo *Senna pistacifolia*, determinaron que los tratamientos con menor tiempo de emergencia fueron inmersión de semillas en agua hirviendo e inmersión en acido sulfúrico al 50%⁶⁷.
- Chavesorbegozo y Jarrin, en el ensayo Evaluación de Tres Métodos de Escarificación en semillas de Motilón dulce, (*Hieronyma macrocarpa*) bajo dos sustratos de suelo, obtuvieron que la escarificación fermentativa en agua hirviendo inhibe totalmente la germinación⁶⁸.

⁶⁴ ATENCIO. L., et. al. , Op. Cit. p. 63.

⁶⁵ Furuta, 1961, citado por Weaver. Op. Cit. p. 183

⁶⁶ BRAVO, Álvaro; CASTILLO, Álvaro y CHAVEZ, German. Evaluación de Tres Métodos Sobre la Pregerminación de Semillas de Laurel de Cera (*Mirica pubescens* HBK). Pasto. 1996, 83p.

⁶⁷ RODRIGUEZ, Darío y ZAMBRANO, Daisy. Evaluación de Ocho Tratamientos Pregerminativos en Semillas de Pichuelo, *Senna pistacifolia* en CORPONARIÑO, Municipio de Pasto. Pasto. 2003, 114 p.

⁶⁸ CHAVESBERGOZO, Campo Emilio y JARRIN, Verónica Fernanda. Evaluación de Tres Métodos de Escarificación en Semillas de Motilón Dulce (*Hieronyma macrocarpa*) Bajo Dos Sustratos de Suelo en el Corregimiento de Obonuco. Pasto. 1997, 40p.

2. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1 LOCALIZACIÓN

La investigación se realizó en la Federación Colombiana de Productores de Papa, (FEDEPAPA) ubicada en el corregimiento de Obonuco, municipio de Pasto, a una altura de 2710 msnm, con temperatura media anual de 13°C, y precipitación anual promedio de 840 mm. Según clasificación de zonas de vida propuestas por Holdridge, correspondientes al Bosque Seco Montano Bajo. (bs-MB).

2.2 PROCEDIMIENTO METODOLOGICO

Para alcanzar los objetivos propuestos en el desarrollo de esta investigación se adelantaron las siguientes fases: revisión de literatura, trabajo en campo, laboratorio y oficinas.

2.3 SELECCIÓN DE ÁRBOLES SEMILLEROS.

Se realizó un reconocimiento de área con el fin de identificar y ubicar los árboles semilleros, los cuales se georeferenciaron mediante GPS (Sistema de Posición Global) (Cuadro 1), una vez identificadas las fuentes semilleras se recolectó la semilla en las veredas, teniendo en cuenta que los árboles seleccionados presenten buenas características fenotípicas (buenos productores de semilla, fuste recto, cilíndrico, pocas bifurcaciones y ramas fuertes).

Los árboles semilleros se encuentran localizados en el Municipio de Pasto en las veredas, La Huecada (corregimiento de Buesaquillo), localizada al sur oriente del municipio de Pasto, presentando una temperatura entre 4-12°C⁶⁹. La Cuchilla (corregimiento de Dolores), localizada al sur oriente de Pasto, situada dentro de la cadena montañosa de los andes. Presenta una temperatura entre los 4 -12°C; la precipitación llega a su valor máximo de 1500 mm. Con una media de 950 mm/año⁷⁰. Y Duarte, (corregimiento de Cabrera) ubicada al sur del municipio

⁶⁹ ROSERO, Sandra. Elementos de Planificación Participativa, Zonificación Ecológica y Ordenamiento para la Protección, Conservación y Manejo de la Microcuenca El Quinche, corregimiento de Buesaquillo. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Humanas. Programa de Geografía Aplicada. Pasto. 2004. 41p.

⁷⁰ FIGUEROA, A. y RODRIGUEZ, R. Reglamentación del Uso y Distribución de la Fuente Hídrica de Dolores, vereda Dolores, Municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas. Departamento de Biología. Programa de Especialización en Ecología con Énfasis en Gestión Ambiental. Pasto. 2003. 34-35p

de Pasto, con una temperatura entre 7-17.5°C y una precipitación de 1115.96 mm/año ⁷¹. (Figura 1.)

Figura 1. Bosque Secundario con presencia de Motilón Silvestre. Vereda La Huecada



Fuente. Esta investigación

Cuadro 1. Ubicación geográfica de árboles semilleros de *Freziera spp.* En la cuenca alta del río Pasto.

CORREGIMIENTO	VEREDA	COORDENADAS	ESPECIES	A.S.N.M
DOLORES	La Cuchilla	01°10'28'' latitud norte 077°15'12.7'' longitud oeste	<i>F. canescens</i>	3128
BUESAQUILLO	La Huecada	01°16'42'' latitud norte 077°14'55'' longitud oeste	<i>F. canescens</i> <i>F. suberosa</i>	3079
CABRERA	Duarte	01°13'54.3'' latitud norte 077°12'50.6'' longitud oeste	<i>F. canescens</i>	3011

Fuente. Esta investigación.

⁷¹ Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Pasto. Corporación Autónoma Regional de Nariño. (CORPONARIÑO). 2000.

2.4 RECOLECCIÓN Y PREPARACIÓN DE SEMILLAS.

Las semillas para la investigación fueron recolectadas de árboles en pie, por ser el método más recomendable, ya que se conoce la fuente parental así como la especie. (Figura 2)

Las semillas colectadas se extrajeron del fruto frotándolo con las manos y las partículas se tamizaron a fin de separar la impureza de la semilla, posteriormente se lavaron con agua y se colocaron bajo sombra para protegerlas de los rayos solares durante un día.

Figura 2. Recolección de frutos de árboles en pie



Fuente. Esta investigación

2.5 DETERMINACIÓN DE CALIDAD DE SEMILLAS.

2.5.1 Variables evaluadas

Porcentaje de vaneamiento. Para la evaluación de esta variable, se tomaron 5 repeticiones de 300 semillas de cada especie, las cuales se sumergieron en un beaker con agua durante 1 hora, posteriormente se realizó el conteo de semillas que flotaron, las cuales se consideraron no viables. El porcentaje se determinó mediante la siguiente fórmula⁷².

$$\% \text{ de vaneamiento} = (\text{N}^{\circ} \text{ de semillas flotantes} / \text{N}^{\circ} \text{ de semillas totales}) \times 100$$

⁷² ISTA. Determinación de Porcentaje de Vaneamiento. Citado por TRUJILLO Op. Cit. p. 20.

Determinación de pureza. Se midió mediante el porcentaje, en peso, de semillas puras presentes en la muestra, tomando dos repeticiones equivalentes al peso de 2000 semillas. Se separaron las semillas puras de otras semillas y materiales como brácteas ramitas y polvo, se pesaron sus componentes con aproximación al punto decimal y se calculó según la siguiente fórmula⁷³.

$$\% \text{ de Pureza} = (\text{peso semilla pura} / \text{peso total de la muestra}) \times 100$$

Análisis de peso. El peso de la semilla se determinó sobre el componente de semilla pura que se obtuvo mediante el ensayo de pureza. Se expresa normalmente como el peso de 1000 semillas puras. La utilización de varias muestras más pequeñas permitió estimar la variación que existe dentro de la muestra y estimar un promedio real. Las normas ISTA (Asociación Internacional de Analistas de Semilla) recomiendan utilizar ocho submuestras de 100 semillas cada una, pesando individualmente con aproximación al punto decimal. Una vez se encontró el peso de 100 unidades se calculó para mil⁷⁴.

Viabilidad. Mediante el ensayo topográfico con tetrazolio se estimó la viabilidad de las semillas. Esta variable se evaluó en los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño. Se tomó una muestra de 3 repeticiones de 50 semillas, para un total de 150 semillas por cada especie. Posteriormente se sumergieron en la solución al 1% de tetrazolio, dejando las semillas durante 12 horas en la oscuridad a temperatura ambiente, posteriormente se realizaron cortes transversales al eje embrionario con ayuda de estereoscopio y videoflex para hacer las observaciones correspondientes a la tinción⁷⁵.

Porcentaje de germinación. Se utilizó 14 cajas petri con papel absorbente, cada unidad experimental consto de 25 semillas con cuatro repeticiones para un total de 100 semillas por tratamiento para cada especie, para determinar el porcentaje de germinación las semillas se contaron diariamente durante los 90 días eliminando las semillas germinadas para evitar el doble conteo. (Figura 3)

El porcentaje de germinación se determinó con la siguiente ecuación⁷⁶:

$$\% \text{ de germinación} = (\text{N}^{\circ} \text{ de semillas germinadas} / \text{N}^{\circ} \text{ de semillas totales}) \times 100.$$

⁷³ ISTA. Determinación de Porcentaje de Pureza. Citado por RODRÍGUEZ Y NIETO Op. Cit. p. 54.

⁷⁴ ISTA. Determinación de Peso. Citado por RODRÍGUEZ Y NIETO Op. Cit. p. 51.

⁷⁵ HARTMANN Y KESTER. Op. Cit. p. 154.

⁷⁶ TRUJILLO Op. Cit. p. 52.

Figura 3. Prueba de germinación en semillas de *Freziera spp*



Fuente. Esta investigación

Vigor de germinación. Se midió mediante el conteo diario de semillas germinadas, hasta que no se observó incrementos en ninguna de las replicaciones, con base en el porcentaje final de germinación se estableció como vigor alto si en el primer tercio de tiempo germinaron las dos terceras partes de semillas; vigor medio si ocurrió en el tercio medio del tiempo y bajo, si la germinación se dio en el tercio final del tiempo⁷⁷.

Porcentaje de emergencia. Las unidades experimentales se establecieron en bandejas de germinación de un tamaño de 20 X 20 X 8 cm de profundidad las cuales se marcaron con letreros que permitieron identificar el tipo de tratamiento. El sustrato que se utilizó fue turba (Klasman y Yunta) en relación de 3/1 siendo un material inerte que garantizó una homogeneidad en todas las unidades experimentales.

Posteriormente se realizó la siembra de forma manual; en cada tratamiento se sembró un total de 400 semillas por replica para un total de 1600 semillas por tratamiento con siete tratamientos y un total de 11200 semillas por cada especie. Cada unidad experimental consto de cuatro bandejas con 100 semillas en cada una, las semillas por ser de un tamaño pequeño fueron sembradas superficialmente y cubiertas con una capa delgada de sustrato. (Figura 4-5)

⁷⁷ RODRÍGUEZ Y NIETO Op. Cit. p. 46.

El riego se realizó diariamente con perforaciones de gota fina para evitar que las semillas fueran descubiertas del sustrato por la presión del agua o se presentaran encharcamientos. El conteo de semillas emergidas se realizó diariamente en todos los tratamientos durante los 90 días establecidos en la investigación.

Figura 4. Preparación de germinadores



Fuente. Esta investigación

Figura 5. Semillas de *Freziera spp*



Fuente. Esta investigación

Esta variable se evaluó con base en el número de semillas sembradas y el número total de semillas emergidas. Su porcentaje se determinó con la siguiente ecuación⁷⁸:

$$\% \text{ Emergencia} = \left(\frac{\text{N}^{\circ} \text{ de semillas emergidas}}{\text{N}^{\circ} \text{ de semillas totales}} \right) \times 100.$$

Este ensayo se realizó en las instalaciones de (FEDEPAPA) que cuenta con invernaderos adecuados para realizar éste tipo de investigaciones.

El área experimental para el ensayo de emergencia fue de 8 m², donde se establecieron 7 tratamientos con 4 repeticiones. Para un total de 28 unidades experimentales representadas cada una por 400 semillas por especie.

2.5.2 Diseño experimental. Para las variables porcentaje de germinación y porcentaje de emergencia se utilizó un diseño irrestrictamente al azar (DIA), con 7 tratamientos y 4 repeticiones, para un total de 28 unidades experimentales por cada especie.

A continuación se describen los tratamientos utilizados:

⁷⁸ TRUJILLO Op. Cit. p. 52.

T1 Testigo (sin tratamiento).

T2 Agua caliente 80°C. Se colocó agua en un recipiente y se calentó hasta una temperatura de 80°C, posteriormente se sumergieron las semillas en ésta, retirándolas inmediatamente de la fuente de calor y dejándolas en imbibición durante 1 hora.

T3 Inmersión en agua a temperatura ambiente durante 12 horas. Se sumergió las semillas en un recipiente con agua a temperatura ambiente durante 12 horas.

T4 Inmersión en agua a temperatura ambiente durante 24 horas. En este tratamiento se sumergió las semillas en un recipiente con agua a temperatura ambiente durante 24 horas.

T5 Inmersión en solución de ácido giberélico a una concentración de 50 ppm. Se sumergió las semillas en un beaker con ácido giberélico a una concentración de 50 ppm. Durante 24 horas.

T6 Inmersión en solución de ácido giberélico a una concentración de 100 ppm. Se sumergió las semillas en un beaker con ácido giberélico a una concentración de 100 ppm. Durante 24 horas).

T7 Inmersión en solución de ácido giberélico a una concentración de 150 ppm. Se sumergió las semillas en un beaker con ácido giberélico a una concentración de 150 ppm. Durante 24 horas).

2.6 ANALISIS ESTADISTICO

Las variables porcentaje de emergencia y porcentaje de germinación se transformaron mediante la fórmula Arcoseno y se estudiaron mediante un análisis de varianza; aquellas que presentaron diferencias significativas fueron analizadas mediante una prueba de comparación de medias de Tukey, y una prueba ortogonal de contrastes.

2.7 CARACTERIZACION MORFOLOGICA

La caracterización morfológica de las semillas de las especies de *Freziera canescens* y *suberosa* se realizó siguiendo los parámetros establecidos por Niembro Rocas, en la guía de caracterización e identificación de semillas, adaptado por la Universidad Nacional de Colombia en morfología y anatomía vegetal 1999.

Para realizar la descripción morfológica de las semillas se contó con ayuda de estereoscopios y videoflex proyectando sus imágenes a una pantalla de TV. Las semillas se analizaron mediante descriptores generales como el peso, diámetro, forma, longitud, textura, e identificación de las partes visibles.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la EVALUACION DE SIETE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN SEMILLAS DE DOS ESPECIES DEL GENERO (*Freziera spp.*) MOTILÓN SILVESTRE EN EL MUNICIPIO DE PASTO se presentan a continuación dando cumplimiento a los objetivos propuestos en la investigación.

El trabajo de investigación permitió evaluar el comportamiento de las semillas de (*Freziera canescens* y *Freziera suberosa*) sometidas a siete tratamientos pregerminativos. De igual manera se realizó el estudio morfológico para facilitar la identificación y caracterización de las semillas anteriormente nombradas.

3.1 DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE SEMILLAS

3.1.1 Determinación de pureza. El porcentaje de pureza para las semillas de las especies *F. canescens* y *F. suberosa* se calculó mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ Pureza} = (\text{peso semilla pura} / \text{peso total de la muestra}) \times 100$$

Para la medición de esta variable se tomó el peso equivalente a dos repeticiones de 2000 semillas recién extraídas del fruto, posteriormente se separaron de impurezas y se procedió a pesar la semilla pura.

En el caso de semillas de *Freziera canescens*, se obtuvo un porcentaje de pureza del 86.09% como se presenta en el cuadro 2.

Cuadro 2. Porcentaje de Pureza de semillas de *Freziera canescens*

Muestra	P. Semilla Pura (gr.)	P. Total Muestra (gr.)	% Pureza	Promedio
1	0,801	0,928	86,383	86,09%
2	0,773	0,9	85,795	

Fuente. Esta investigación.

Las semillas de *Freziera suberosa*, presentaron un porcentaje de pureza inferior al presentado por *Freziera canescens* con 82.66%. (Cuadro 3).

Cuadro 3. Porcentaje de Pureza de semillas de *Freziera suberosa*

Muestra	P. Semilla Pura (gr.)	P. Total Muestra (gr.)	% Pureza	Promedio
1	0,354	0,434	81,715	82,66%
2	0,335	0,401	83,612	

Fuente. Esta investigación

Los resultados obtenidos en las especies del genero *Freziera* son inferiores a los presentados por Rodríguez y Zambrano en Pichuelo *Senna pistacifolia* presentado un porcentaje de pureza de 92.43%.⁷⁹ Las diferencias se deben posiblemente, al tamaño entre las semillas y la consistencia de los frutos.

3.1.2 Análisis de peso. Para el cálculo de esta variable se tomó 8 submuestras de 100 semillas obtenidas mediante el ensayo de pureza, las cuales fueron pesadas individualmente según las normas ISTA. Una vez encontrado el peso de 100 semillas se calculó para 1000.

En la especie *F. canescens* se obtuvo un peso promedio de 0.0394 gr. En 100 semillas, el cual se utilizó para calcular el peso promedio de 1000 semillas equivalente a 0.394 gr. Como se presenta en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Análisis de peso para 100 semillas de *F. canescens*

Repetición	Peso (gr) 100 semillas
1	0,0399
2	0,0347
3	0,0413
4	0,0428
5	0,0344
6	0,041
7	0,0417
8	0,0392
Promedio	0,0394gr

Fuente. Esta investigación

⁷⁹ RODRIGUEZ Y ZAMBRANO. Op. Cit. p. 67.

De igual manera se calculó que 1 Kg contiene 2.538.071 semillas de *F. canescens*, siendo similar al peso obtenido por Lojan de aproximadamente 3.000.000 de semillas por kg⁸⁰.

Freziera suberosa presento un promedio de 0.0177 gr. En 100 semillas, el cual se utilizó para calcular el peso promedio de 1000 semillas equivalente a 0.177 gr. (Cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis de peso para 100 semillas de *F. suberosa*

Repetición	Peso (gr) 100 semillas
1	0,0185
2	0,0186
3	0,0169
4	0,0154
5	0,0189
6	0,0177
7	0,0169
8	0,0183
Promedio	0,0177gr

Fuente. Esta investigación

1 Kg contiene 5.649.717 semillas de *F. suberosa*.

3.1.3 Porcentaje de vaneamiento. Los resultados obtenidos mediante la prueba de vaneamiento permitieron determinar que el porcentaje de semillas vanas para *Freziera canescens* es de 19.4%. Siendo similar al encontrado por Rodríguez y Zambrano en semillas de Pichuelo con 17.2% de semillas vanas⁸¹. (Cuadro 6).

Cuadro 6. Porcentaje de vaneamiento en semillas de *F. canescens*

REPETICION	NUMERO DE SEMILLAS	SEMILLAS VANAS	PORCENTAJE	PROMEDIO
1	300	62	20,67	19,40%
2	300	71	23,67	
3	300	56	18,67	
4	300	49	16,33	
5	300	53	17,67	

Fuente. Esta investigación

⁸⁰ LOJAN HIDROBO. Op. Cit. p. 79.

⁸¹ RODRIGUEZ Y ZAMBRANO. Op. Cit. p. 69.

En semillas de *Freziera suberosa*, la prueba de vaneamiento determinó que el 35.53% de semillas fueron vanas. Esto permite inferir que sus estructuras no se encuentran bien desarrolladas, pueden presentar pudriciones o daños mecánicos. (Cuadro 7).

Cuadro 7. Porcentaje de vaneamiento en semillas de *F. suberosa*

REPETICION	NUMERO DE SEMILLAS	SEMILLAS VANAS	PORCENTAJE	PROMEDIO
1	300	107	35,67	35,53%
2	300	116	38,67	
3	300	98	32,67	
4	300	104	34,67	
5	300	108	36	

Fuente. Esta investigación

3.1.4 Prueba de viabilidad en semillas de *Freziera canescens*. Mediante el ensayo topográfico con tetrazolio se determinó la viabilidad de semillas realizando cortes transversales al eje embrionario donde se observó las diferentes tinciones en el embrión.

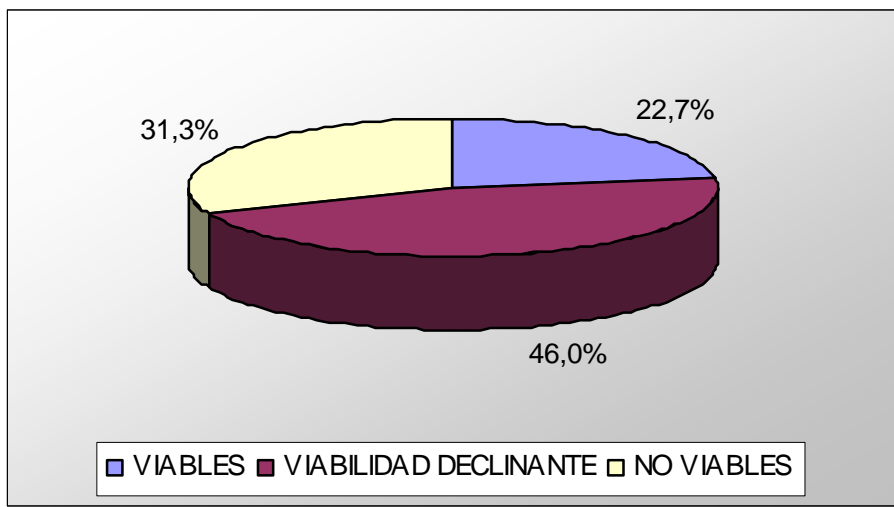
Según los resultados en la prueba de viabilidad indicados en el cuadro 8 y gráfico 1 se puede inferir que el 68.67% (viables y viabilidad declinante) de las semillas de *F. canescens* pueden llegar a germinar, debido a que presentan una tinción roja en gran parte de su eje embrionario.

Cuadro 8. Prueba de viabilidad en semillas de *Freziera canescens*

VIABILIDAD	DESCRIPCION	REPETICIONES			PROMEDIO	%	FIGURA
		R1	R2	R3			
VIABLES	Embriones completamente coloreados, tinción roja	11	13	10	11,33	22,67	11
VIABILIDAD DECLINANTE	Embriones parcialmente teñidos, tinción pálida o moteada en los bordes.	23	21	25	23	46	12
NO VIABLES	Semillas vacías, tejidos del embrión sin teñir o necróticos	16	16	15	15,67	31,33	13

Fuente. Esta investigación

Gráfico 1. Viabilidad en semillas de *Freziera canescens*



Fuente. Esta investigación

Semilla viable de *Freziera canescens*. Como se puede observar en la figura 6, se aprecia una tinción roja que demuestra la presencia de tejidos vivos.

Figura 6. Semilla viable de *Freziera canescens*



Fuente. Esta investigación

Este tipo de tinción se consideró como semillas viables presentando un porcentaje de 22.67% en el ensayo de viabilidad para semillas de *F. canescens*.

Semilla con viabilidad declinante de *Freziera canescens*. En la figura 7 se aprecia una tinción roja en la parte baja de la semilla (hipocótilo) y una tinción menos marcada en la parte superior (epicótilo) que permite inferir que los tejidos de esta zona tienen una tasa de respiración baja.

Figura 7. Semilla con viabilidad declinante de *Freziera canescens*



Fuente. Esta investigación

En este caso se consideró que las semillas se encuentran en una viabilidad declinante, presentándose un porcentaje de 46% del total de las semillas evaluadas.

Semilla no viable de *Freziera canescens*. En la figura 8 se observa una semilla sin tinción en la zona del eje embrionario por tanto se consideró una semilla no viable. Este tipo de semillas presentaron un porcentaje de 31.33%.

Figura 8. Semilla no viable de *Freziera canescens*



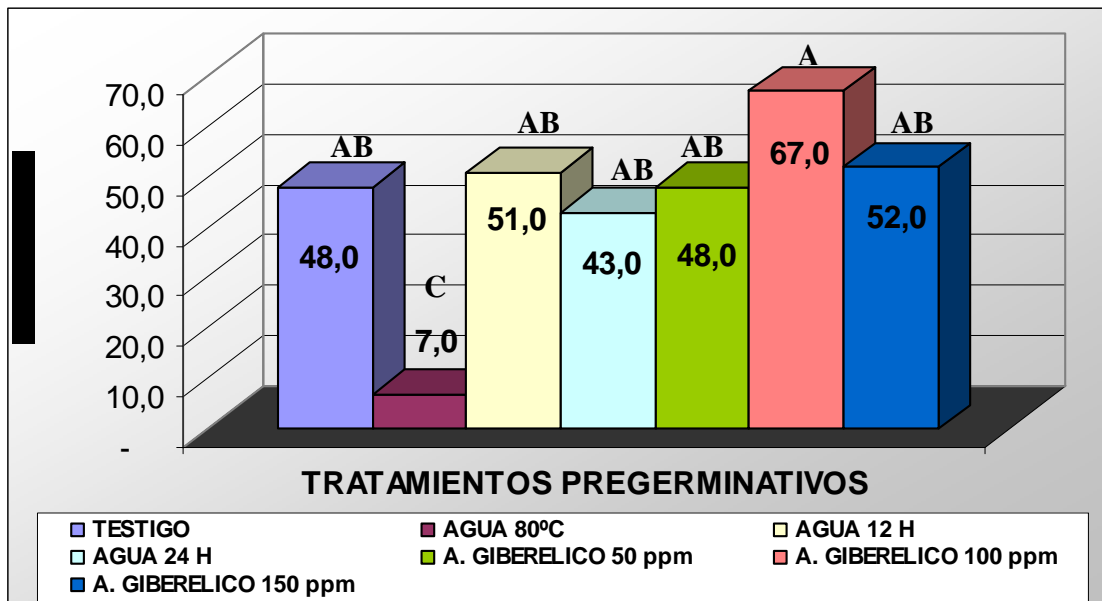
Fuente. Esta investigación

Los resultados de viabilidad para semillas de la especie *Freziera canescens* son un punto de partida para el análisis de semillas de especies silvestres, ya que gran parte de los estudios de viabilidad se realizan con semillas de especies agrícolas u hortícolas y forestales domesticadas, en algunos casos las pruebas de viabilidad no se realizan mediante ensayo topográfico con tetrazolio y solo se remiten a resultados de pruebas de vaneamiento y germinación para determinar esta variable.

3.2 PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Freziera canescens*

En el gráfico 2 se indica el comportamiento de la germinación de cada uno de los tratamientos pregerminativos en semillas de *F. canescens*.

Gráfico 2. Porcentajes de germinación en semillas de *Freziera canescens* bajo siete tratamientos pregerminativos.



Fuente. Esta investigación

Como se aprecia en el gráfico 2 los porcentajes de germinación más altos en semillas de *Freziera canescens* se obtuvieron con los tratamientos (T6) inmersión de semillas en ácido giberélico a una concentración de 100 ppm, (T7) inmersión de semillas en ácido giberélico a una concentración de 150 ppm. Con porcentajes de germinación de 67% y 52% respectivamente. En contraste el porcentaje más bajo de germinación se obtuvo con el tratamiento (T2) inmersión de semillas en agua a 80°C durante una hora con un 7%.

Los resultados de germinación en semillas de *Freziera canescens* con aplicación de ácido giberélico a concentraciones de 50, 100, 150 ppm fueron superiores a los obtenidos por Rodríguez y Zambrano en semillas de *Senna pistacifolia* con porcentajes finales de 38, 46, y 59% a concentraciones de 500, 1000, 1500 ppm de ácido giberélico respectivamente⁸².

⁸² RODRIGUEZ Y ZAMBRANO. Op. Cit. p. 87.

De igual manera los bajos resultados obtenidos con el tratamiento (T2) agua 80°C coinciden con lo reportado por Chavesorbeogo y Jarrin, donde la escarificación fermentativa en agua hirviendo inhibe totalmente la germinación de semillas de *Hieronyma macrocarpa*⁸³.

3.2.1 Análisis de varianza para porcentaje de germinación de semillas de *Freziera canescens*. Para las variables porcentaje de germinación y emergencia se tuvo en cuenta la transformación angular o arcoseno aplicada a porcentajes para análisis de varianza⁸⁴, éste tipo de transformaciones permiten obtener resultados más confiables al momento de analizar datos⁸⁵.

El análisis de varianza para porcentaje de germinación indicado en el cuadro 9. Indica que existe diferencia altamente significativa entre los efectos de los tratamientos pregerminativos utilizados en el ensayo de germinación de semillas de motilón silvestre *Freziera canescens* aceptando una hipótesis alterna.

Cuadro 9. Análisis de varianza para porcentaje de germinación de semillas de *F. canescens*.

ANDEVA % GERMINACIÓN					
FV	GL	SC	CM	FC	FT
TRATAMIENTO	6	3.734,935	622,48919	* *19,070	2,57
ERROR	21	685,482	32,64201		3,81
TOTAL	27	4.420,417			
CV	13,8475 %				

Fuente. Esta investigación

El coeficiente de variabilidad calculado en el ensayo de germinación fue de 13.84% encontrándose el experimento en un rango de precisión muy bueno según Legarda et. Al.⁸⁶. Siendo confiable para una evaluación preliminar.

⁸³ CHAVESORBERGOZO y JARRIN. Op. Cit. p.40.

⁸⁴ LITTLE, Thomas M. Métodos Estadísticos Para la Investigación en la Agricultura. México. Ed Trillas. 1987. p. 139-141

⁸⁵ FREESE, Frank. Métodos Estadísticos Elementales para Técnicas Forestales. Departamento de Agricultura de los EEUU. de A. Ed. AID. EEUU. 1970. p. 23-24

⁸⁶ LEGARDA, Lucio, LAGOS, Tulio y VICUÑA, Luis. Diseño de Experimentos Agropecuarios. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Ed. UNIGRAF. Litografía. Pasto. 2001. p.49.

La prueba de comparación de medias de Tukey al 95% de confiabilidad indicada en el cuadro 10. Muestra que el efecto del tratamiento (T6) inmersión de semillas en ácido giberélico a una concentración de 100 ppm, como el mejor tratamiento en cuanto a germinación de semillas de *F. canescens*, con un porcentaje de germinación ajustado de 54.94%, existiendo diferencias significativas con los efectos de los tratamientos (T4) inmersión en agua a temperatura ambiente durante 24 horas y particularmente con (T2) inmersión de semillas en agua a 80°C durante 1 hora con porcentajes de germinación ajustados de 40.97% y 14.94% respectivamente.

Cuadro 10. Prueba de Tukey al 95% para porcentaje de Germinación de semillas de *F. canescens*.

TRATAMIENTOS	MEDIA	CALIFICACION		
T 6	54,945	A		
T 7	46,171	A	B	
T 3	45,657	A	B	
T 1	43,852	A	B	
T 5	43,189	A	B	
T 4	40,968		B	
T 2	14,943			C

Comparador 13.14

Fuente. Esta investigación

De igual manera se realizó una prueba de separación de medias al 95% de confiabilidad, que permitió hacer un análisis más detallado de los tratamientos, con el fin de obtener conclusiones más precisas de los efectos de los mismos.

Cuadro 11. Análisis de separación de medias para porcentaje de germinación de semillas de *F. canescens*.

ANDEVA % GERMINACIÓN

FV	GL	SC	CM	FC	FT 0,05%
TRATAMIENTO	6,00	3.734,94	622,49	19,07	2,57
1. T1 vs T2+T3+T4+T5+T6+T7	1,00	28,30	28,30	0,87	4,32
2. T5+T6+T7 vs T2+T3+T4	1,00	1.217,64	1.217,64	* 37,30	4,32
3. T5 vs T6+T7	1,00	144,81	144,81	* 4,44	4,32
4. T2 vs T3+T4	1,00	2.146,22	2.146,22	* 65,75	4,32
5. T3 vs T4	1,00	43,98	43,98	1,35	4,32
6. T6 vs T7	1,00	153,97	153,97	* 4,72	4,32
ERROR	21,00	685,48	32,64		
TOTAL	27,00	4.420,42			

Fuente. Esta investigación.

La prueba ortogonal de separación de medias al 95% de confiabilidad indicada en el cuadro 11. Para el ensayo de germinación en semillas de *F. canescens* Permite inferir:

1. Se obtiene mejores resultados con agua a temperatura ambiente durante 12 y 24 horas que tratamientos con agua a 80°C.
2. Es mejor utilizar tratamientos con ácido giberélico a concentraciones entre 50 ppm y 150 ppm que tratamientos con agua a temperatura ambiente durante 12 y 24 horas o agua a 80°C durante 1 hora.
3. Se recomienda utilizar tratamientos con ácido giberélico a concentraciones menores de 150 ppm.
4. Se recomienda utilizar ácido giberélico a concentraciones mayores de 50 ppm.

3.3 VIGOR DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Freziera canescens*

Los datos obtenidos en el cuadro 12 muestran el vigor de germinación en semillas de *F. canescens*.

Cuadro 12. Vigor germinativo en semillas de *Freziera canescens*

TRATAMIENTO	TOTAL DIAS GERMINACIÓN	%FINAL GERMINACIÓN	SEMILLAS GERMINADAS EN EL PRIMER TERCIO DE TIEMPO	SEMILLAS GERMINADAS EN EL SEGUNDO TERCIO DE TIEMPO	SEMILLAS GERMINADAS EN EL TERCER TERCIO DE TIEMPO	VIGOR DE GERMINACIÓN
T1 TESTIGO	60	48	0	16	32	BAJO
T2 AGUA 80°C	66	7	0	2	5	BAJO
T3 AGUA 12 H	63	51	0	15	36	BAJO
T4 AGUA 24 H	58	43	0	2	41	BAJO
T5 A. GIBERELICO 50 ppm	63	47	0	14	33	BAJO
T6 A. GIBERELICO 100 ppm	65	67	0	24	43	BAJO
T7 A. GIBERELICO 150 ppm	66	52	0	35	17	MEDIO

Fuente. Esta investigación

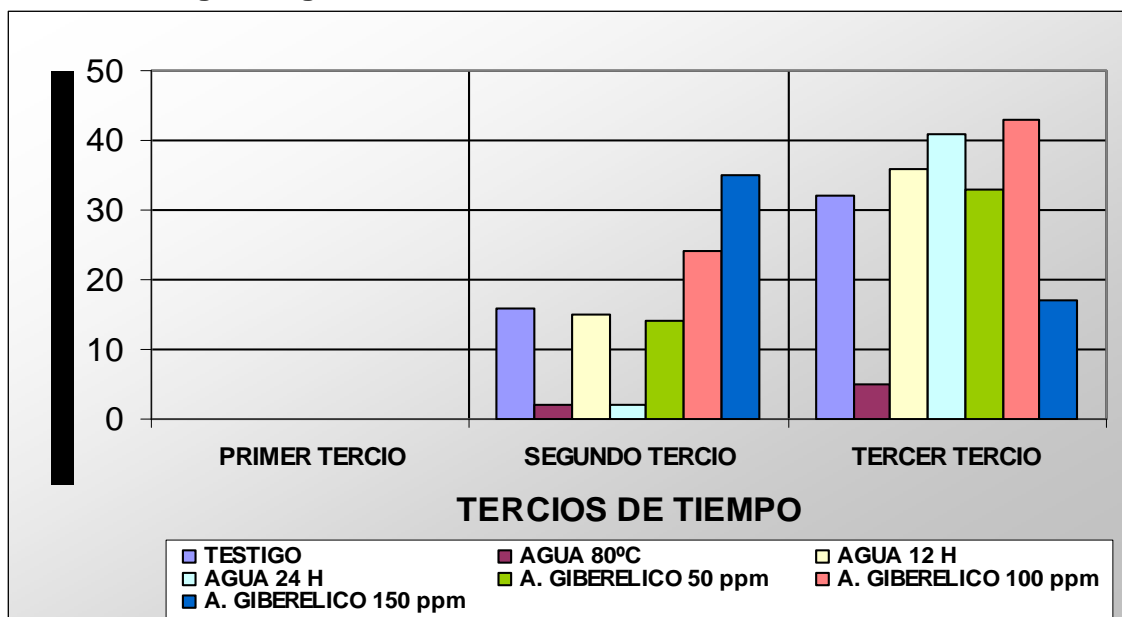
Los resultados obtenidos permiten determinar que ninguno de los tratamientos utilizados en el ensayo de germinación obtuvo un vigor germinativo alto.

Para el tratamiento (T1) testigo se obtuvo un vigor de germinación bajo ya que el 66% del total de semillas germinaron en el último tercio del tiempo, obteniéndose un porcentaje final de 48% en 60 días.

Los tratamientos (T2) inmersión en agua a 80°C, (T3) inmersión en agua a temperatura ambiente durante 12 horas y (T4) inmersión en agua a temperatura ambiente durante 24 horas presentaron un vigor de germinación bajo, con porcentajes de germinación en el último tercio de tiempo de (T2) 71.4%, (T3) 70.5% y (T4) 95.3% del total y porcentajes de germinación finales de (T2) 7%, (T3) 51% y (T4) 43%, durante 66, 63 y 58 días respectivamente.

Los tratamientos (T5) inmersión de semillas en ácido giberélico a una concentración de 50 ppm, (T6) inmersión de semillas en ácido giberélico a una concentración de 100 ppm, presentaron un vigor de germinación bajo, con porcentajes de germinación en el último tercio de tiempo de (T5) 70.2%, (T6) 64.2% del total y porcentajes de germinación finales de (T5) 47% y (T6) 67% durante 63, y 65 días respectivamente.

Gráfico 3. Vigor de germinación en semillas de *F. canescens*.



Fuente. Esta investigación.

En consecuencia los resultados de vigor germinativo bajo pueden estar relacionados con lo señalado por Hartmann y Kester, en cuanto a que los mayores problemas de germinación se presentan en semillas de árboles y arbustos silvestres debido a influencias restrictivas dentro de estas⁸⁷.

Para el tratamiento (T7) inmersión de semillas en ácido giberélico a una concentración de 150 ppm se presentaron un vigor de germinación medio, con un porcentaje de germinación en el segundo tercio de tiempo de 67% del total de germinación y un porcentaje final de 52% en 66 días.

El vigor de germinación medio determinado en el tratamiento (T7) con relación al resto de tratamientos pudo estar influenciado por la utilización de una concentración alta de esta hormona, la cual estimula la germinación de semillas latentes, aumentando la velocidad de germinación y el crecimiento de las plántulas⁸⁸.

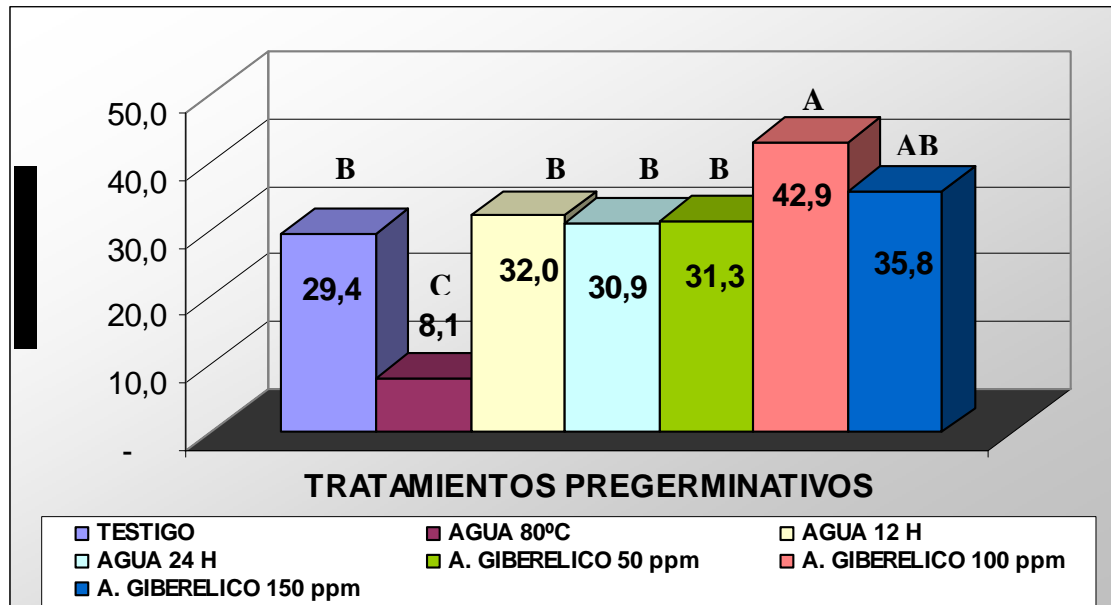
3.4 PORCENTAJE DE EMERGENCIA DE SEMILLAS DE *Freziera canescens*.

Como se aprecia en el gráfico 4, los porcentajes de emergencia más altos en semillas de *Freziera canescens* se obtuvieron con los tratamientos (T6) inmersión de semillas en ácido giberélico a una concentración de 100 ppm, (T7) inmersión de semillas en ácido giberélico a una concentración de 150 ppm. Con porcentajes de emergencia de 42.9% y 35.8% respectivamente. En contraste el porcentaje más bajo de emergencia se obtuvo con el tratamiento (T2) inmersión de semillas en agua a 80°C durante una hora con un 8.1%.

⁸⁷ Hartmann y Kester. Op. Cit., p156.

⁸⁸ *Ibíd.*, p 210.

Gráfico 4. Porcentajes de emergencia en semillas de *Freziera canescens* bajo siete tratamientos pregerminativos.



Fuente. Esta investigación

Los anteriores resultados permiten observar que los tratamientos (T6) (T7) obtuvieron los porcentajes más altos en los ensayos de germinación y emergencia.

Figura 9. Emergencia de semillas de *Freziera canescens*.



Fuente. Esta investigación

3.4.1 Análisis de varianza para porcentaje de emergencia de semillas de *Freziera canescens*. El análisis de varianza para porcentaje de emergencia indicado en el cuadro 13 muestra que existe diferencia altamente significativa entre los efectos de los tratamientos pregerminativos utilizados en el ensayo de emergencia de semillas de motilón silvestre *Freziera canescens*. Aceptando una hipótesis alterna.

Cuadro 13. Análisis de varianza para porcentaje de emergencia de semillas de *F. canescens*.

ANDEVA % EMERGENCIA					
FV	GL	SC	CM	FC	FT
TRATAMIENTO	6	1.423,978	237,3296	* * 31,454	2,57
ERROR	21	158,449	7,5452		3,81
TOTAL	27	1.582,427			

CV 8,400 %

Fuente. Esta investigación

El coeficiente de variabilidad calculado en el ensayo de emergencia fue de 8.4% encontrándose el experimento en un rango de precisión excelente según Legarda et. Al.⁸⁹. Siendo confiable para una evaluación preliminar.

Cuadro 14. Prueba de Tukey al 95% para porcentaje de emergencia de semillas de *F. canescens*.

TRATAMIENTOS	MEDIA	CALIFICACION		
T6	40,89	A	B	C
T7	36,69			
T3	34,41			
T1	32,80			
T5	34,02			
T4	33,74			
T2	16,35			

Comparador 6.32

Fuente. Esta investigación

La prueba de comparación de medias de Tukey al 95% de confiabilidad (Cuadro 14). Muestra que el efecto del tratamiento (T6) inmersión de semillas en ácido giberélico a una concentración de 100 ppm y (T7) inmersión de semillas en ácido giberélico a una concentración de 150 ppm como los mejores tratamientos en cuanto a emergencia de semillas de *F. canescens*, con porcentajes de emergencia ajustados de 40.89% y 36.68% respectivamente, existiendo diferencias significativas con el efecto del tratamiento (T2) inmersión de semillas en agua a 80°C durante 1 hora con un porcentaje de emergencia ajustado de 16.35%.

Cuadro 15. Análisis de separación de medias para porcentaje de emergencia de semillas de *F. canescens*.

ANDEVA % EMERGENCIA

FV	GL	SC	CM	FC	FT 0,05%
TRATAMIENTO	6,00	1.423,98	237,33	31,45	2,57
1. T1 vs T2+T3+T4+T5+T6+T7	1,00	0,05	0,05	0,01	4,32
2. T5+T6+T7 vs T2+T3+T4	1,00	489,75	489,75	* 64,91	4,32
3. T5 vs T6+T7	1,00	60,66	60,66	* 8,04	4,32
4. T2 vs T3+T4	1,00	837,26	837,26	* 110,97	4,32
5. T3 vs T4	1,00	0,90	0,90	0,12	4,32
6. T6 vs T7	1,00	35,36	35,36	* 4,69	4,32
ERROR	21,00	158,45	7,55		
TOTAL	27,00	1.582,43			

Fuente. Esta investigación

⁸⁹ Legarda, Lucio et al. Op. Cit. P 49.

La prueba ortogonal de separación de medias al 95% de confiabilidad indicada en el cuadro 15. Para el ensayo de emergencia en semillas de *F canescens* Permite inferir:

1. Se obtienen mejores resultados con agua a temperatura ambiente durante 12 y 24 horas que el tratamiento con agua a 80°C.
2. Es mas recomendable utilizar tratamientos con acido giberélico a concentraciones entre 50 ppm y 150 ppm que tratamientos con agua a temperatura ambiente durante 12 y 24 horas o agua a 80°C durante 1 hora.
3. Se recomienda utilizar tratamientos con acido giberélico a concentraciones mayores de 50 ppm
4. Se recomienda utilizar tratamientos con acido giberélico a concentraciones menores de 150 ppm.

Estos resultados coinciden con el ensayo realizado por Furuta, citado por Weaver, donde la capacidad de emergencia de semillas de camelia perteneciente a la familia (Theaceae), aumento con la aplicación de tratamiento con giberelinas a 100 ppm sumergidas durante 24 horas, resultando ser la mas eficaz en apresurar su germinación⁹⁰.

3.5 RESULTADOS OBTENIDOS EN SEMILLAS DE *Freziera suberosa*.

3.5.1 Prueba de germinación y emergencia en semillas de *Freziera suberosa*.

Los resultados obtenidos en las pruebas de germinación y emergencia de semillas de *Freziera suberosa* sometidas a los diferentes tratamientos pregerminativos no tuvieron resultados significativos, ya que los porcentajes de germinación y emergencia fueron menores a un 5% (Cuadro 16) lo cual no permitió hacer un análisis de varianza o pruebas de comparación debido a que estos porcentajes tan bajos no evidencian que los tratamientos hayan influido en las variables antes mencionadas⁹¹.

⁹⁰ Furuta, 1961, citado por Weaver. Op. Cit. p. 183

⁹¹ ENTREVISTA con Hernando Criollo, Ingeniero Agrónomo. M.Sc. Profesor Titular. Universidad de Nariño, Pasto. 19 de octubre de 2007.

Cabe resaltar que la metodología utilizada en el diseño experimental y las condiciones en que se realizaron los ensayos fueron idénticos a los manejados en semillas de *F. canescens*.

De igual manera el tiempo transcurrido desde la siembra hasta la terminación del ensayo supero los noventa (90) días establecidos por Hartmann y Kester como tiempo prudente para semillas con germinación lenta.

Cuadro 16. Porcentajes finales de germinación y emergencia de semillas de *Freziera suberosa*.

TRATAMIENTOS	% GERMINACIÓN	% EMERGENCIA
T1	2	0,25
T2	0	0,06
T3	2	0.00
T4	1	0,12
T5	1	0.00
T6	2	0,31
T7	3	0,12

Fuente. Esta investigación

3.5.2 prueba de viabilidad en semillas de *Freziera suberosa*. Los resultados en las pruebas de viabilidad permitieron determinar que las semillas de la especie *Freziera suberosa* presentaron una irregularidad, ya que se evidencia una tinción en los tejidos vivos, sin embargo el 98.6% de las semillas no presentaron embriones diferenciados, observándose que la cavidad embrionaria no estaba completamente llena.

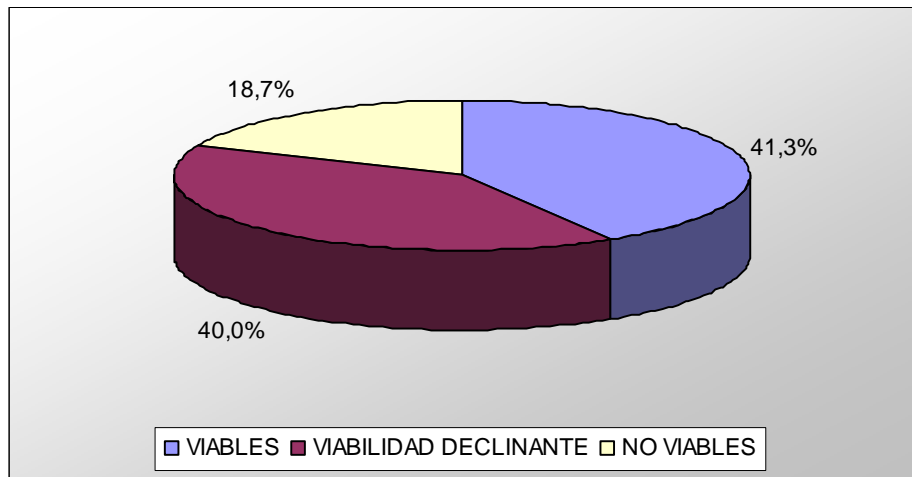
En el cuadro 17 se indica la descripción y los resultados de las semillas expuestas a la prueba de viabilidad.

Cuadro 17. Prueba de viabilidad en semillas de *Freziera suberosa*

VIABILIDAD	DESCRIPCION	REPETICIONES			PROMEDIO	%	FIGURA
		R1	R2	R3			
POSIBLEMENTE VIABLES	Embriones no diferenciados con, tinción roja	8	11	9	9,33	18,67	15
POSIBLEMENTE CON VIABILIDAD DECLINANTE	Embriones no diferenciados parcialmente teñidos, tinción pálida o moteada en los bordes.	19	18	23	20	40	16
NO VIABLES	Semillas vacías, tejidos del embrión no diferenciados sin teñir o necróticos	23	21	18	20,67	41,33	17

Fuente. Esta investigación

Gráfico 5. Viabilidad en semillas de *Freziera suberosa*



Fuente. Esta investigación.

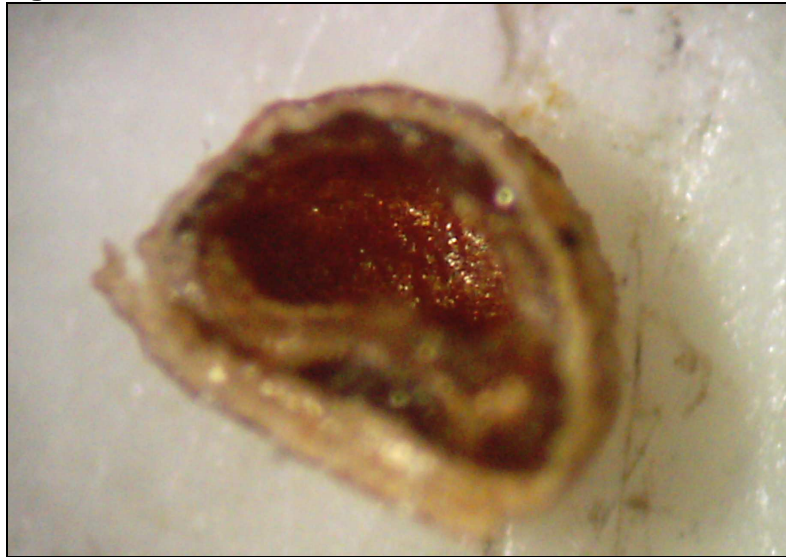
Teniendo en cuenta los resultados del cuadro 17 y el gráfico 5 se puede inferir que el 58.7% (semillas viables y semillas con viabilidad declinante) de *F. suberosa* pueden germinar con la aplicación de tratamientos diferentes a los utilizados que permitan el desarrollo normal de los embriones.

Dados los resultados de viabilidad y del ensayo de germinación y emergencia se pudo determinar que las semillas de esta especie no responden a ninguno de los

tratamientos pregerminativos utilizados en este experimento, ya que el problema de germinación se debe a un factor genético y en particular a la presencia de embriones rudimentarios⁹².

Semillas viables de *F. suberosa*. Como se puede observar en la figura 10 se aprecia una tinción roja en el eje embrionario que demuestra la presencia de tejidos vivos más no se diferencia ninguna estructura morfológicamente definida y la cavidad embrionaria esta vacía.

Figura 10. Semillas viables de *F. suberosa*



Fuente. Esta investigación

Este tipo de tinción se consideró como semillas viables presentando un porcentaje de 18.7% en el ensayo de viabilidad para semillas de *F. suberosa*.

Semillas con viabilidad declinante de *F. suberosa*. En la figura 11 se aprecia una tinción roja en la parte baja de la semilla (radícula) y carencia de tinción en la parte superior (plúmula) que permite inferir que los tejidos de la zona no teñida se encuentran inactivos (sin respiración).

⁹² ENTREVISTA con Hernando Criollo, Ingeniero Agrónomo. M.Sc. Profesor Titular. Universidad de Nariño, Pasto. 1 de noviembre de 2007.

Figura 11. Semillas con viabilidad declinante de *F. suberosa*



Fuente. Esta investigación

Para este caso se consideró que las semillas se encuentran con viabilidad declinante, presentándose en un porcentaje de 40% del total de las semillas evaluadas.

Semillas no viables de *F. suberosa*. La figura 12 presenta una semilla sin tinción en la zona del eje embrionario por tanto se considera una semilla no viable.

Figura 12. Semillas no viables de *F. suberosa*



Fuente. Esta investigación

Las semillas que no mostraron tinción se consideraron no viables presentando un porcentaje de 41.3%

3.6 CAUSAS DE DORMICIÓN EN SEMILLAS DE *Freziera suberosa*

3.6.1 Concepto de dormición. En español se han utilizado las palabras dormancia, dormición, latencia, letargo, reposo y vida latente para referirse a la ausencia o inhibición del crecimiento vegetal y en particular, de la germinación⁹³.

En este trabajo se utilizó el término dormición como el estado en que se encuentra una semilla viable sin que germine, aunque disponga de condiciones ambientales favorables. Por tanto dormición es sinónimo de letargo, latencia, reposo y vida latente.

3.6.2 Dormición en semillas de *Freziera suberosa*. El término letargo o dormición tiene una amplia aplicación en fisiología vegetal para indicar la falta de crecimiento de cualquier parte de la planta debida a factores inducidos externa o internamente.

Para hablar de dormición en semillas de esta especie es necesario tener en cuenta las reglas para el análisis de semillas, donde la Asociación Internacional de Analistas de Semillas (ISTA) define a las semillas latentes como aquellas que no llegan a germinar debido a que influencias restrictivas dentro de estas, bloquean alguna reacción fisiológica en el embrión, aunque absorban agua⁹⁴.

A partir de los bajos resultados en los ensayos de germinación y emergencia, se procedió a hacer un análisis de las posibles causas por las cuales las semillas de la especie *F. suberosa* no respondieron a los tratamientos pregerminativos, encontrándose los siguientes tipos de dormición. (Cuadro 18).

⁹³ CAMACHO MORTIN, Francisco. Dormición de Semillas. Causas y Tratamientos. Trillas. México. 1990. 125p.

⁹⁴ HARTMANN Y KESTER, Op. Cit. p. 154.

Cuadro 18. Tipos de dormición evidentes en semillas de *Freziera suberosa*

TIPO DE DORMICION	CAUSAS	EXIGENCIAS PARA GERMINACIÓN
DORMICION QUIMICA	Presencia de inhibidores en la cubierta externa	Eliminación de la cubierta o de los inhibidores o remojo de la semilla en agua.
DORMICION MORFOLOGICA	Presencia de embriones rudimentarios	Temperatura y humedad que permitan el crecimiento del embrión. O aplicación de hormonas

Fuente. Esta investigación

Dormición química en semillas de *F. suberosa* En la dormición química la germinación es bloqueada por aquellos inhibidores del crecimiento que se encuentran en las cubiertas mas expuestas al medio, como el pericarpio o la testa de la semilla⁹⁵.

En semillas de *F. suberosa* se encontró un tipo de dormición química evidenciada por la presencia de colorantes (taninos, antocianinas) en el fruto los cuales están en contacto con las cubiertas externas de las semillas, este tipo de colorantes son indicadores de la existencia de inhibidores que afectan la parte externa de las semillas y por tanto su germinación normal.

Ante este tipo de dormición la literatura recomienda la eliminación de la cubierta externa de la semilla o la lixiviación del los inhibidores mediante un periodo continuo de remojo de la semilla en agua a temperatura ambiente o altas temperaturas.

Para el caso de *F. suberosa* se utilizo el remojo de las semillas en agua durante 12 y 24 horas a temperatura ambiente e inmersión en agua a 80°C sin obtener resultados ante ninguno de los tratamientos.

⁹⁵ ATWATER, B. R., Dormancy and Morphology of Seeds of Herbaceous Ornamental Plants, Seeds Sci. and Technol, Vol. 8. 1980. 573p.

Dormición morfológica en semillas de *F. suberosa*. La dormición morfológica es causada por la detención en el desarrollo y crecimiento de los embriones, por lo que sus semillas maduras presentan embriones rudimentarios⁹⁶.

Los embriones rudimentarios son estructuras morfológicamente poco desarrolladas que causan inhibición la germinación de las plántulas y su tamaño varía según la especie⁹⁷.

En el caso de las semillas de *F. suberosa*, se observó que la cavidad embrionaria se encontraba vacía, sin embargo mediante la prueba de viabilidad con una solución de cloruro de 2.3.5 trifenil tetrazolio (TTC) se demostró la presencia de tejidos vivos en el eje embrionario comprobando la presencia de este tipo de embriones.

Algunos autores afirman que no solo la presencia de embriones rudimentarios son causa de la dormición morfológica, sobre todo en plantas en que el crecimiento del embrión requiere de varios meses, la dormición morfológica también puede estar relacionada con la existencia de inhibidores en la semilla⁹⁸.

Gelmond ha encontrado que la aplicación de giberelina estimula la salida de la dormición de semillas con este tipo de latencia, lo que puede deberse a un déficit de promotores⁹⁹.

Dentro de los tratamientos aplicados en el ensayo realizado con semillas de *Freziera suberosa* se utilizó ácido giberélico a concentraciones de 50, 100, y 150 ppm a los cuales la semilla no presentó ninguna respuesta.

Según Camacho es posible que en embriones rudimentarios se requiera la combinación de giberelina y citocianina para que el tratamiento sea efectivo, ya que la primera estimula el crecimiento del embrión mientras que la segunda estimula la elongación del mismo¹⁰⁰.

⁹⁶ NIKOLAEVA, G. M; Physiology of Deed Dormancy in Seeds., Trad. Shapiro S. IPST, Pres., Israel, 1969 220p.

⁹⁷ Camacho, Francisco. Op. Cit. p 86.

⁹⁸ NIKOLAEVA, G., Op. Cit. p 220.

⁹⁹ GELMOND, H; Aspectos fisiológicos en la Germinación de Semillas, Ciencia y Tecnología de Semillas. Vol. 6. 1978. p. 629

¹⁰⁰ Camacho, Francisco. Op. Cit. p 95.

3.6.3 Otros posibles tipos de dormición en semillas de *Freziera suberosa*.

En semillas de *Freziera suberosa* se encontró, que la dormición química y morfológica fueron dos de las causas de letargo detectadas por las cuales las semillas no germinan en el rango de tiempo estimado para especies silvestres.

Sin embargo, existen reportes sobre posibles causas que pueden estar relacionadas con la dormición de semillas de *F. suberosa*. En el cuadro 19. Se presentan otros tipos de dormancia que involucra a la semilla tanto en sus funciones fisiológicas como en su estructura morfológica o combinadas y, su detección resulta ser compleja, ya que sus análisis pueden ser complicados, costosos y requieren un largo tiempo para su identificación¹⁰¹.

Cuadro 19. Otros posibles tipos de dormición en semillas de *Freziera suberosa*

TIPO DE DORMICION	CAUSAS
Dormición fisiológica	Bloqueos metabólicos y baja permeabilidad de las cubiertas a los gases
Dormición morfofisiológica simple	Idem. Embriones rudimentarios y dormición fisiológica que afectan tanto la germinación, como el crecimiento de las plántulas. Frecuente en plantas de clima frío
Morfofisiológica compleja	Idem, con inhibición del crecimiento del tallo y la raíz

Fuente. Esta investigación

Hartmann y Kester coinciden en que en cierto número de especies, la germinación se complica con la presencia de más de un tipo de latencia, siendo la combinación más frecuente la de la latencia de las cubiertas de la semilla con la latencia del embrión. Consideradas como las más difíciles de manejar, debido al largo tiempo que requieren para que se produzca la germinación¹⁰².

En conclusión los resultados obtenidos en el ensayo con semillas de *F. suberosa* coinciden con los bajos índices de población reportados por Peñafiel y Unigarro¹⁰³

¹⁰¹ Ibid., p 20

¹⁰² HARTMANN Y KESTER, Op. Cit. p. 36.

¹⁰³ PEÑAFIEL Y UNIGARRO., Op. Cit. 87p.

donde no se hace alusión sobre el aprovechamiento, floración y manejo de esta especie, en su estudio sobre caracterización de motilón silvestre. (*Freziera spp*).

Así mismo los pocos individuos encontrados en la recolección de semilla para este ensayo, permite concluir que esta especie presenta dificultades germinativas debido a condiciones genéticas.

3.7 ANALISIS DE CARACTERES MORFOLOGICOS DE SEMILLAS DE MOTILÓN SILVESTRE (*Freziera spp*)

El presente estudio se basa en el análisis de algunos caracteres morfológicos externos que permiten la fácil identificación de las semillas de *Freziera canescens* (Cuadro 20), y *Freziera suberosa* (Cuadro 21).

Cuadro 20. Caracterización morfológica de semillas de *Freziera canescens*

CARACTERIZACION DE SEMILLAS DE <i>Freziera canescens</i>		
DESCRIPCION	CARACTERES MORFOLOGICOS	FIGURA
Las semillas se desarrollan en el interior de	Frutos complejos	
Frutos individuales en	Bayas	
Forma (contorno) de la semilla	Forma de "D"	13
En vista transversal las semillas son	Triangulares	14
El tamaño que presenta la semilla es	Pequeña (1,2 mm de largo)	15
Presencia de arilo	No presenta	---
Presencia de sarcotesta	No presenta	---
Presencia pelos y alas	No presenta	---
la semilla se encuentra	Desnuda	16
consistencia de cubierta seminal	Coriácea	16
Superficie de la cubierta	Ornamentada	16
Las semillas presentan un hilo	Conspicuo	17
El hilo esta en posición	Apical	17
El hilo presenta forma	Lineal	17
La semilla presenta micrópilo	Conspicuo	17
La posición del micrópilo es	Apical	17
La forma del micrópilo es	Puntiforme	17
Endospermo	Abundante	18
El endospermo se presenta en forma	Uniforme	18
Coloración de endospermo	Blanquecina	18
El endospermo se encuentra	Rodeando completamente al embrión	19
Las semillas presentan	Un embrión	19
La semilla presenta un embrión	Axial-Folial-Espatulado	19
La forma que presenta la radícula es	Curva	20
La radícula se encuentra	Parcialmente incluida en los cotiledones	20

Fuente. Esta investigación

De acuerdo con el análisis morfológico realizado en semillas de *F. canescens* se puede afirmar que por tener sus estructuras completas y desarrolladas, su proceso de germinación se efectúa normalmente, permitiendo que la aplicación de hormonas (GA3) estimule el desarrollo y crecimiento del embrión incrementando su vigor germinativo.

Figura 13. Contorno de semillas de *Freziera* spp



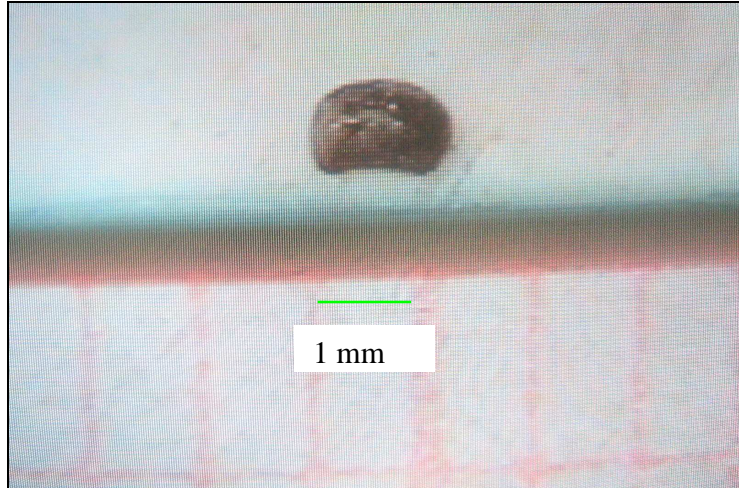
Fuente. Esta investigación

Figura 14. Vista transversal semilla de *F. canescens*.



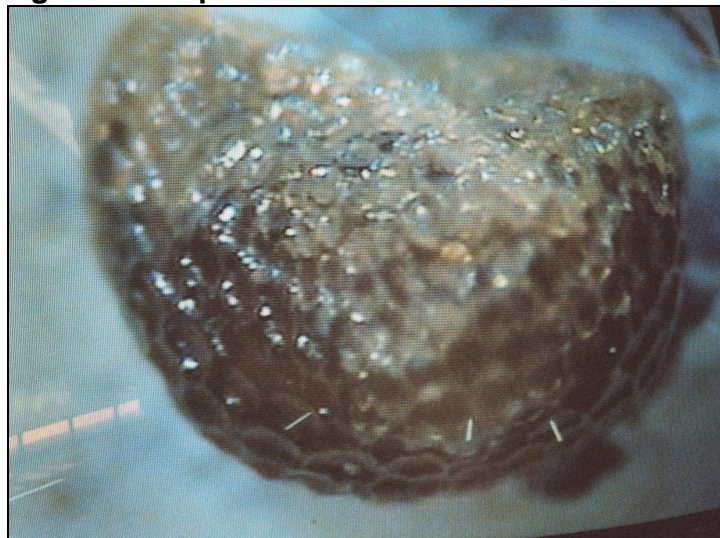
Fuente. Esta investigación

Figura 15. Tamaño de semilla de *F. canescens*.



Fuente. Esta investigación

Figura 16. Superficie cubierta seminal de *F. canescens*



Fuente. Esta investigación

Figura 17. Estructuras externas de *F. canescens*



Fuente. Esta investigación

Figura 18. Endospermo de *F. canescens*



Fuente. Esta investigación

Figura 19. Embrión de *F. canescens*



Fuente. Esta investigación

Figura 20. Radícula de *F. canescens*



Fuente. Esta investigación

Cuadro 21. Caracterización morfológica de semillas de *Freziera suberosa*

CARACTERIZACION DE SEMILLAS DE <i>Freziera suberosa</i>		
DESCRIPCION	CARACTERES MORFOLÓGICOS	FIGURA
Las semillas se desarrollan en el interior de	Frutos complejos	
Frutos individuales en	Bayas	
Forma (contorno) de la semilla	Forma de "D"	13
En vista transversal las semillas son	Triangulares	21
El tamaño que presenta la semilla es	Diminuto (<1mm de largo)	22
Presencia de arilo	No presenta	---
Presencia de sarcotesta	No presenta	---
Presencia pelos y alas	No presenta	---
La semilla se encuentra	Desnuda	23
Consistencia de cubierta seminal	Coriácea	23
Superficie de la cubierta	Ornamentada	23
Las semillas presentan un hilo	Conspicuo	24
El hilo esta en posición	Apical	24
El hilo presenta forma	Lineal	24
La semilla presenta micrópilo	Conspicuo	24
La posición del micrópilo es	Apical	24
La forma del micrópilo es	Puntiforme	24
Endospermo	No presenta	25
Endospermo se presenta en forma	No presenta	25
Coloración de endospermo	No presenta	25
El endospermo se encuentra	No presenta	25
Las semillas presentan	Un embrión no diferenciado	26
La semilla presenta un embrión	Basal-Rudimentario	26
La forma que presenta la radícula es	No diferenciada	---
La radícula se encuentra	No diferenciada	---

Fuente. Esta investigación

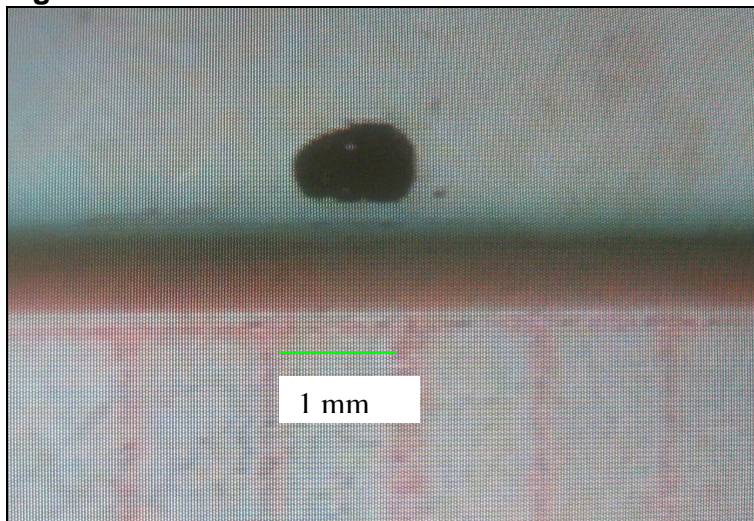
De acuerdo con el análisis morfológico realizado en semillas de *F. suberosa* se puede afirmar que por tener sus estructuras incompletas y poco desarrolladas, su proceso de germinación se ve interrumpido debido a la dormición presente dentro de su semilla, impidiendo que los tratamientos utilizados en el ensayo sean efectivos.

Figura 21. Vista transversal semilla de *F. suberosa*.



Fuente. Esta investigación

Figura 22. Tamaño de semilla de *F. suberosa*.



Fuente. Esta investigación

Figura 23. Superficie cubierta seminal de *F. suberosa*



Fuente. Esta investigación

Figura 24. Estructuras externas de *F. suberosa*



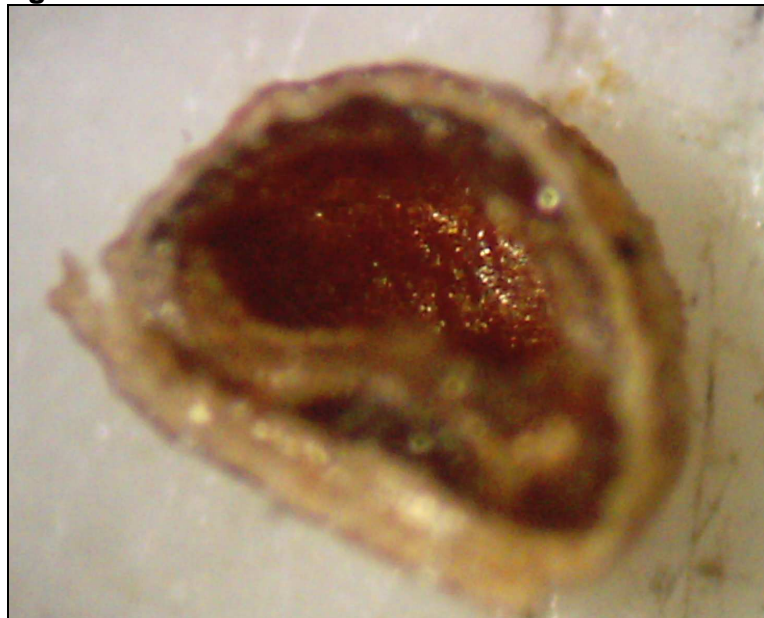
Fuente. Esta investigación

Figura 25. Ausencia de endospermo *F. suberosa*



Fuente. Esta investigación

Figura 26. Embrión de *F. suberosa*



Fuente. Esta investigación

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

En general el estudio de las especies *Freziera canescens* y *Freziera suberosa*, pertenecientes al trópico de altura permitieron obtener las bases en cuanto a germinación, emergencia y viabilidad de estas semillas y ponen en evidencia el poco interés que existe en el estudio de especies nativas, ya que no existen suficientes ensayos que proporcionan parámetros de comparación . Siendo que las especies nativas son primordiales en procesos de reforestación y conservación de cuencas hidrográficas.

Para semillas de *Freziera canescens*, los tratamientos con hormonas y en particular el tratamiento con ácido giberélico (GA3) a concentración de 100 ppm resultó ser el más efectivo en cuanto a germinación y emergencia con porcentajes de 67% y 42.9% respectivamente, de igual manera se determinó que el tratamiento con agua a 80°C inhibe su germinación. En cuanto a vigor se determinó que la aplicación de altas concentraciones (GA3) estimula la germinación en menor tiempo.

Los resultados obtenidos en las pruebas de germinación y emergencia de semillas de *Freziera suberosa* sometidas a los diferentes tratamientos pregerminativos no tuvieron resultados significativos siendo menores de 5% para las dos variables, la principal causa de estos bajos porcentajes se debe a la presencia de embriones rudimentarios (poco desarrollados).

En el análisis morfológico; realizado a semillas de las especies *Freziera canescens* y *Freziera suberosa*, las características más relevantes fueron: tamaño de semilla entre pequeño y diminuto, de consistencia coriácea en la cubierta seminal, presencia de estructuras externas visibles, presencia de un embrión desarrollado con endospermo abundante en *F. Canescens* y embrión rudimentario con ausencia de endospermo en *F. suberosa*.

4.2 RECOMENDACIONES

Realizar un estudio anatómico detallado de semillas de *Freziera suberosa* con el fin de determinar las causas exactas de la dormancia que presentan las semillas de esta especie.

Realizar ensayos mediante la técnica de embriones separados para semillas de *Freziera spp.* Con el objetivo de disminuir tiempo e incrementar los porcentajes de germinación de estas.

Evaluar el comportamiento de la aplicación de ácido giberélico a concentraciones entre 100 y 150 ppm para incrementar el porcentaje de germinación y aplicación de ácido giberélico a concentraciones mayores a 150 ppm para incrementar el vigor de germinación en semillas *F. canescens*.

Realizar ensayos con aplicación de hormonas combinadas (giberelina+citocianina) para superar la dormancia causada por embriones rudimentarios en semillas de *Freziera suberosa*.

Realizar estudios posteriores a esta investigación con el propósito de evaluar desarrollo, supervivencia y crecimiento de plántulas de *Freziera spp* en campo.

Teniendo en cuenta que *F canescens* y *F suberosa* son especies nativas del trópico de altura es necesario desarrollar programas que conlleven a mejorar su aprovechamiento para favorecer la manutención de la diversidad biológica, proteger el ambiente natural y mantener el germoplasma forestal existente.

BIBLIOGRAFIA

- AGENDA AMBIENTAL MUNICIPIO DE PASTO 2004-2012. CORPONARIÑO, Municipio de Pasto, SIGAM. Pasto 2004. 342p.
- ATENCIO. L., COLMENARES. R., RAMIREZ, M. Y MARCANO D. Tratamientos Pregerminativos En Acacia San Francisco (*Peltophorum pterocarpum*) Fabaceae. En: Revista Fac. Agronomía. Universidad de Zulia. Vol. 20 No 1 Venezuela. 2003. Pág. 63-71.
- BECERRA DE LOZANO, Nubia y CHAPARRO DE VALENCIA, Martha. Morfología y Anatomía Vegetal. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Ed. Publicaciones Universidad Nacional. Santa fé de Bogota. 1999. 207p.
- ATWATER, B. R., Dormancy And Morphology Of Seeds Of Herbaceous Ornamental Plants, Seeds Sci. and Techonol, Vol. 8. 1980. 573p.
- BRAVO, Álvaro; CASTILLO, Álvaro y CHAVEZ, Germán. Evaluación De Tres Métodos Sobre La Pregerminación De Semillas De Laurel De Cera (*Mirica pubescens* HBK). Pasto. 1996, 83p. Tesis (Especialista en Ecología y Gestión Ambiental) Universidad de Nariño.
- CHAVESBERGOZO, Campo Emilio y JARRIN, Verónica Fernanda. Evaluación De Tres Métodos De Escarificación En Semillas De Motilón Dulce (*Hieronyma macrocarpa*) Bajo Dos Sustratos De Suelo En El Corregimiento De Obonuco. Pasto. 1997, 40p. Tesis de grado. (Tecnólogo Forestal). Centro de Estudios Superiores Maria Goretti.
- CORANTIOQUIA, Cartilla Para El Manejo De Semillas Forestales, Adecuación, desarrollo y mantenimiento de un banco de germoplasma especializado.)1995. 28p.

- CUMBAL, Freddy Hernán y GOMAJOA, Leandro. Evaluación De Tres Métodos Pregerminativos En Semillas De Pino Colombiano (*Podocarpus oleifolius*) Bajo Dos Sustratos De Suelo En El Corregimiento De Obonuco. Pasto 1997. Tesis de grado (Tecnólogo Forestal). Centro de Estudios Superiores Maria Goretti.
- FIGUEROA, A. y RODRIGUEZ, R. Reglamentación del Uso y Distribución de la Fuente Hídrica de Dolores, vereda Dolores, Municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas. Departamento de Biología. Programa de Especialización en Ecología con Énfasis en Gestión Ambiental. Pasto. 2003. 34-35p
- FREESE, Frank. Métodos Estadísticos Elementales para Técnicas Forestales. Departamento de Agricultura de los EEUU. de A. Ed. AID. EEUU. 1970. 104 p.
- GEILFUS, Franz. El Árbol al Servicio del Agricultor. Manual De Agroforesteria Para El Desarrollo Rural. Principios Y Técnicas. Vol. 1 CATIE. 1994 Pág. 291-309.
- GELMOND, H; Aspectos fisiológicos en la Germinación de Semillas, Ciencia y Tecnología de Semillas. Vol. 6. 1978. p. 629.
- GOMEZ M, Fernando. Germinación De Semillas Y Evaluación De Plántulas. Tibaitata-Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario. 1972.
- HARTMANN, Hudson. T y KESTER, Dale E. Propagación de Plantas. México. ED. LIMUSA. 1981. 814p.
- LEGARDA, Lucio, LAGOS, Tulio y VICUÑA, Luis. Diseño de Experimentos Agropecuarios. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Ed. UNIGRAF. Litografía. Pasto. 2001. 262 p.
- LITTLE, Thomas M. Métodos Estadísticos Para la Investigación en la Agricultura. México. Ed Trillas. 1987. 270p.

- LOJAN IDROBO, Leoncio. El Verdor de los Andes Ecuatorianos. Proyecto Apoyo Desarrollo Forestal Comunal, DFC\FAO. Ministerio del Medio Ambiente Del Ecuador. 2003. Pág.- 77-81
- MORTIN CAMACHO, Francisco. Dormición de Semillas. Causas y Tratamientos. México. Ed. Trillas. 1990. 125p.
- NIKOLAEVA, G. M; Physiology of Deed Dormancy in Seeds., Trad. Shapiro S. IPST, Pres., Israel, 1969 220p.
- PEÑAFIEL, Andrea y UNIGARRO, Cristina. Determinación de la Variabilidad, Distribución y manejo del Motilón Silvestre (*Freziera spp*) En La Cuenca Alta del Río Pasto. Tesis de grado (Ingeniería Agroforestal). Universidad de Nariño. Pasto. 2006, 87 p.
- Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Pasto. Corporación Autonoma Regional de Nariño. (CORPONARIÑO). 2000.
- REINA DE AGUILAR, Maria luisa. Reforestación Natural: Una Alternativa Viable Para la Restauración Ecológica. En: Revista Forestal Centroamericana No 5 Vol. 2. Salvador. 1993. p 6-9.
- RODRIGUEZ, Darío y ZAMBRANO, Daisy. Evaluación de Ocho Tratamientos Pregerminativos en Semillas de Pichuelo, *Senna pistacifolia* en CORPONARIÑO, Municipio de Pasto. Tesis de grado (Ingeniería Agroforestal). Universidad de Nariño. Pasto. 2003, 114 p.
- RODRIGUEZ ROMERO, Javier y NIETO RODRIGUEZ, Víctor M. Investigación En Semillas Forestales Nativas. Serie Técnica No 43 Bogota. Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal. 1999, 89p.
- ROJAS GARCIDUEÑAS, Manuel. Fisiología Vegetal Aplicada. 4ed. Monterrey, Mexico. MacGraw-Hill. 1993. 277p.

- ROSERO, Sandra. Elementos de Planificación Participativa, Zonificación Ecológica y Ordenamiento para la Protección, Conservación y Manejo de la Microcuenca El Quinche, corregimiento de Buesaquillo. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Humanas. Programa de Geografía Aplicada. Pasto. 2004. 41p.
- SUAREZ, Pablo. Técnicas De Recolección De Semillas De Especies Típicas De Interés Nacional En Colombia. En Recolección y procesamiento de semillas forestales. Santa fe de Bogota: ministerio de agricultura, CONIF, INSEFOR. Serie técnica No 34, 1996. Pág. 51-59.
- TRIVIÑO DIAS, Trino y JARA, Luís Fernando. Seminario-Taller Sobre Investigaciones en Semillas Forestales Tropicales. Serie Documentación No 18. Bogota-Colombia. Ed. Gente Nueva. 1990. 176p.
- TRUJILLO NAVARRETE, E. FUNDAMENTOS Para El Manejo de Semillas, Viveros y Plantación Inicial. Bogota. SEMICOL LTDA. Serie técnica No 1. 1989. 150p.
- WEAVER, Robert j. Reguladores del Crecimiento de las Plantas En La Agricultura. Universidad De California. Editorial. Trillas. México. 1989. 622p.

FUENTES DE INFORMACION ELECTRONICA

- ANALES DEL INSTITUTO DE BIOLOGÍA, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica. Registro de *Freziera candicans* (Theaceae). Guerrero, México. En : <http://www.ejournal.unam.mx/botanica/073-02/BOT73207.pdf>. [citado abril 30 de 2007]
- JIMÉNEZ, Quirico. Manual de Plantas de Costa Rica. Biodiversidad, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. En : <http://darnis.inbio.ac.cr/FMPro?-DB=UBIpub.fp3&-lay=WebAll&-Format=/ubi/detail.html&-Op=bw&id=4438&-Find> [citado mayo 5 de 2007]

- SANCHEZ DE LORENZO, José Manuel. Árboles Ornamentales: En
<http://www.arbolesornamentales.com/Theaceae.htm#Stewartia>
[citado mayo 5 de 2007]
- Exomorfología. Morfología En Plantas Vasculares. En:
http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema6/6_8embrion.htm
[citado noviembre 12 de 2007]

ANEXOS

Anexo a. Registro diario de germinación de semillas de *F. canescens*

DIAS	T1				T2				T3				T4				T5				T6				T7			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
1																												
2																												
3																												
4																												
5																												
6																												
7																												
8																												
9																												
10																												
11																												
12																												
13																												
14																												
15																												
16																												
17																												
18																												
19																												
20																												
21																												
22																												
23																												
24																												
25																											1	
26																												
27																												
28																											1	
29																											1	
30																											1 2	
31																											1	
32																											1	
33																											1	
34																											1	
35																											1 1	
36																											1 1	
37																											1 1	
38																											2	
39																											2	
40																											3	
41																											3 1	
42																											1	
43																											2 4	
44																											1	
45																											1	
46																											1 2	
47																											2	
48																											2	
49																											1	
50																											1	
51																											1	
52																											1	

DIAS	T1				T2				T3				T4				T5				T6				T7						
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3
53	1		1	1					2	2		2		1	1		2			2					1		2				
54	1	1	1	1					1	1	1	1			1	1	1	2		1		1				1	1				
55		1		1			1			1	1					1				1	1										
56			1																		1								2		
57		1					1														1										
58									1		1	2				1		1	2	1							2				
59																												1			
60			1	1							1								1												
61					1															1				1							
62											1					1															
63												1					1														
64																			1												
65																						2									
66						1																							1		
67																															
68																															
69																															
70																															
71																															
72																															
73																															
74																															
75																															
76																															
77																															
78																															
79																															
80																															
81																															
82																															
83																															
84																															
85																															
86																															
87																															
88																															
89																															
90																															
total	48				7				51				44				47				62				52						

77	103	2	179	3	126	140	1	26	113	160	125	7	124	4	127	8	101	3	108	119	1	159	30	1	120	2	91	4	114	144	2	132	3	100	97	5	83	2	20	12	3	80	5	86	1	157	
78	1	104	3	182	126	140	2	28	2	115	160	125	6	130	1	128	5	106	2	110	119	2	161	3	33	120	4	95	114	3	147	1	133	4	104	3	100	3	86	20	5	17	80	4	90	157	
79	1	105	2	184	2	128	140	28	115	1	161	125	7	137	1	129	4	110	4	114	119	3	164	33	2	122	1	96	1	115	147	133	1	105	2	102	3	89	20	1	18	1	81	1	91	2	159
80	2	107	2	186	128	3	143	2	30	115	1	162	125	3	140	129	1	111	1	115	1	120	164	33	122	96	1	116	1	148	133	3	108	4	106	89	20	18	1	82	2	93	1	160			
81	1	108	1	187	128	143	30	115	2	164	125	4	144	129	1	112	2	117	1	121	2	166	1	34	1	123	96	3	119	148	133	1	108	106	1	90	1	21	18	2	84	1	94	1	161		
82	1	109	187	1	129	2	145	1	31	1	116	1	165	125	144	2	131	2	114	117	121	166	2	36	123	1	97	1	120	148	133	1	109	2	108	5	95	21	1	19	84	2	96	161			
83	1	110	187	129	145	31	116	1	166	1	126	2	146	1	132	3	117	1	118	121	1	167	1	37	1	124	97	120	148	133	1	110	2	110	2	97	21	1	20	2	86	2	98	161			
84	1	110	187	1	130	145	31	116	166	1	127	146	132	2	119	1	119	121	167	1	38	124	97	1	121	1	149	1	134	110	1	111	2	99	1	22	20	2	88	98	1	162					
85	110	1	188	130	145	31	116	3	169	127	2	148	2	134	119	1	120	121	1	168	3	41	124	97	3	124	149	134	110	111	99	22	1	21	1	89	1	99	162								
86	110	1	189	1	131	145	31	116	169	127	148	134	1	120	120	121	168	1	42	124	1	98	2	126	149	134	2	112	111	99	22	1	22	89	99	1	163										
87	110	1	190	131	145	31	1	117	1	170	1	128	148	134	1	121	1	121	1	122	2	170	1	43	1	125	1	99	1	127	1	150	134	2	114	1	112	1	100	1	23	2	24	89	1	100	163
88	1	111	190	1	132	145	1	32	117	1	171	128	1	149	1	135	2	123	1	122	122	170	43	125	99	127	150	134	1	115	2	114	100	23	24	1	90	1	101	163							
89	1	112	190	132	1	146	32	117	171	128	1	150	135	1	124	122	122	1	171	1	44	125	1	100	2	129	150	134	115	1	115	1	101	23	24	90	1	102	2	165							
90	112	1	191	132	1	147	32	117	1	172	1	129	1	151	135	124	122	1	123	171	44	125	2	102	129	1	151	134	1	116	1	116	2	103	23	1	25	90	102	165							
91	112	191	132	147	32	1	118	172	129	151	135	1	125	1	123	123	171	1	45	1	126	1	103	2	131	151	1	135	116	1	117	2	105	23	25	90	102	165									
92	1	113	191	1	133	147	32	1	119	1	173	129	151	135	1	126	1	124	123	1	172	45	126	1	104	131	151	135	1	117	117	1	106	23	25	1	91	102	1	166							
93	113	191	133	147	32	119	173	1	130	1	152	1	136	2	128	124	123	1	173	45	1	127	1	105	1	132	151	135	117	2	119	106	23	1	26	1	92	1	103	1	167						
94	1	114	191	1	134	1	148	32	119	173	130	152	136	128	124	1	124	1	174	45	127	105	132	151	135	1	118	1	120	106	23	26	92	103	167												
95	114	191	134	1	149	32	119	1	174	1	131	1	153	136	128	124	124	174	1	46	127	105	1	133	151	135	118	120	1	107	23	26	1	93	103	167											
96	114	191	134	149	32	119	174	131	153	136	1	129	1	125	124	174	46	127	1	106	133	151	135	118	120	107	23	1	27	93	1	104	167														
97	114	1	192	134	149	32	119	174	131	153	1	137	129	125	124	1	175	46	127	106	133	151	135	118	1	121	107	23	27	93	104	167															
98	114	192	134	149	32	119	174	131	153	137	129	125	1	125	175	46	127	106	1	134	151	135	118	121	1	108	23	27	93	104	167																
99	114	192	134	149	32	119	174	131	153	137	1	130	125	125	175	1	47	127	106	134	151	135	118	121	108	23	27	93	104	167																	
100	114	192	1	135	149	32	119	174	1	132	1	154	137	130	1	126	125	175	47	127	1	107	134	151	135	118	121	108	23	27	93	104	167														
101	1	115	192	135	149	32	119	174	132	154	137	130	126	125	1	176	47	127	107	134	151	135	1	119	121	1	109	23	27	93	104	167															
102	115	192	135	1	150	32	1	120	174	132	154	137	130	126	125	176	47	1	128	1	108	134	151	135	119	121	109	23	27	93	104	167															
103	115	192	135	150	32	120	174	132	154	137	130	126	1	126	176	47	128	108	1	135	151	135	119	121	109	23	27	93	104	167																	
104	115	192	135	150	32	120	174	132	154	137	130	126	126	176	47	128	108	135	151	135	119	121	109	23	27	93	104	167																			
105	115	192	135	150	32	120	174	132	154	137	130	126	126	176	47	128	108	135	151	135	119	121	109	23	27	93	104	167																			

Total. 115 192 135 150 32 120 174 132 154 137 130 126 126 176 47 128 108 135 151 135 119 121 109 23 27 93 104 167

TRAT	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Total	471	129	512	495	501	686	572

Anexo c. Transformación de datos para porcentaje de germinación y emergencia de semillas de *Freziera canescens*

Transformación Arcoseno.

TRATAMIENTO	REPETICION	VARIABLE 1	D. Transformados	VARIABLE 2	D. Transformados
		% GERMINACIÓN	% GERMINACIÓN	%EMERGENCIA	%EMERGENCIA
1	1	44,000	41,55395	28,750	32,4240
1	2	48,000	43,85370	34,250	35,8195
1	3	48,000	43,85370	31,500	34,1421
1	4	52,000	46,14620	23,250	28,8280
2	1	4,000	11,53690	8,000	16,4299
2	2	12,000	20,26790	11,750	20,0465
2	3	8,000	16,42980	5,750	13,8742
2	4	4,000	11,53690	6,750	15,0586
3	1	48,000	43,85370	30,000	33,2109
3	2	36,000	36,86980	38,500	38,3514
3	3	48,000	43,85370	32,500	34,7563
3	4	72,000	58,05190	27,000	31,3064
4	1	40,000	39,23150	37,500	37,7612
4	2	44,000	41,55390	33,000	35,0615
4	3	48,000	43,85378	27,250	31,4675
4	4	40,000	39,23150	26,000	30,6572
5	1	56,000	48,44600	31,500	34,1421
5	2	28,000	31,94800	33,750	35,5172
5	3	40,000	39,23150	29,750	33,0544
5	4	64,000	53,13010	30,250	33,3670
6	1	68,000	55,55010	48,000	43,8537
6	2	68,000	55,55010	44,000	41,5539
6	3	64,000	53,13010	37,750	37,9090
6	4	68,000	55,55010	41,750	40,2513
7	1	44,000	41,55390	33,750	35,5172
7	2	44,000	41,55390	43,500	41,2652
7	3	64,000	53,13010	32,000	34,4499
7	4	56,000	48,44600	33,750	35,5170

Anexo d. GUIA PARA CARACTERIZAR E IDENTIFICAR SEMILLAS
(Adaptado de Niembro Rocas, A.)

DESCRIPCIÓN DE LA GUIA

(Identificación de las características para cada semilla)

1. las semillas dese desarrollan al interior de:

Frutos simples
Frutos complejos
Frutos agregados
Frutos múltiples
Frutos esquizocárpicos.

Frutos individuales en:

- | | | |
|---------------|---------------------|-------------------|
| a) Drupas | j) Sámaras | s) Sicono |
| b) Bayas | k) cariósipide | t) Coco |
| c) Hesperidio | l) Nueses | u) Regma |
| d) Folículos | m) Pomos | v) Cremocarpo |
| e) Legumbre | n) Pepónide | w) Lomento |
| f) Silícuas | o) Sincarpo leñoso | x) Craspedio |
| g) Silículas | p) Sincarpo carnoso | y) Clusa |
| h) Cápsulas | q) Cinarrodon | z) Fructificación |
| i) Aquenios | r) Sorosis | aa) (Otras) |

2. La forma (contorno) de las semillas es:

- | | | |
|--------------------|---------------|----------------|
| a) Circular | f) Triangular | k) Rectangular |
| b) Elíptica | g) Sigmoide | l) Reniforme |
| c) Cordada | h) Linear | m) Irregular |
| d) En forma de "C" | i) Oblonga | |
| e) En forma de "D" | j) Cuadrada | |

3. En vista transversal las semillas son:

- | | | |
|----------------|------------------|-------------|
| a) Circulares | d) Triangulares | g) Cordadas |
| b) Aplanadas | e) Rectangulares | |
| c) Comprimidas | f) Reniformes | |

4. El tamaño que presenta la semilla es:

- | | |
|-------------------------------------|---|
| a) Diminuto (< 1 mm de largo) | d) Grande (de 10,1-20,0 mm de largo) |
| b) Pequeño (de 1,0-5,0 mm de largo) | e) Extagrande (mayores de 20,0 mm de largo) |
| c) Mediano (de 5,1-10, mm de largo) | |

5. Las semillas se encuentran:

- a) Desnudas
- b) Poseen crecimientos externos
 - Arilo
 - Sarcotesta
 - Carúncula
 - Pelos
 - Alas

6. El crecimiento externo (arilo) cubre:

- | | |
|--|----------------------------------|
| a) Menos de la mitad de la semilla | c) Más de la mitad de la semilla |
| b) Aproximadamente la mitad de la semilla. | d) La semilla completa |

7. El crecimiento externo (arilo, sarcotesta) presenta consistencia:

- | | | |
|------------------|---------------|-----------|
| a) Carnosa | d) Membranosa | g) Jugosa |
| b) Cartilaginosa | e) Coriácea | h) otra |
| c) Fibrosa | f) Papiracea | |

8. La coloración del crecimiento externo o excrecencia (arilo o sarcotesta) es:

- | | | |
|-------------|------------|---------|
| a) Roja | d) Naranja | g) Otra |
| b) Rosada | e) Blanca | |
| c) Amarilla | f) Castaña | |

9. La consistencia de la cubierta seminal es:

- | | | |
|------------------|--------------|-----------|
| a) Carnosa | d) Coriácea | g) Leñosa |
| b) Papirácea | e) Esponjosa | h) Pétreo |
| c) Cartilaginosa | f) Fibrosa | i) Otra |

10. La superficie de la cubierta seminal es:

- a) Lisa
- b) Ornamentada
- c) Pilosa
- d) Tomentosa

11. La Cubierta seminal se encuentra expandida en un ala:

- a) Terminal
- b) Doble
- c) Marginal

12. Las semillas presentan un hilo

- a) Conspicuo
- b) Inconspicuo

13. El hilo esta en posición:

- a) Basal
- b) Lateral
- c) Apical
- d) Otro

14. El hilo presenta forma:

- a) Eliptica
- b) Lineal
- c) Oval
- d) Otro

15. Las semillas presentan micrópilo

- a) Conspicuo
- b) Inconspicuo

16. La posición del micrópilo es:

- a) Basal
- b) Lateral
- c) Apical
- d) Otro

17. La forma del micrópilo es:

- a) Puntiforme
- b) Linal
- c) Otra

18. Las semillas presentan endospermo

- a) Abundante
- b) Escaso
- c) no tiene

19. El endospermo se presenta en forma:

- a) Uniforme
- b) Ruminado

20. La coloración que presenta el endospermo es:

- a) Blanquecina
- b) Verdosa
- c) Amarillenta
- d) Otra

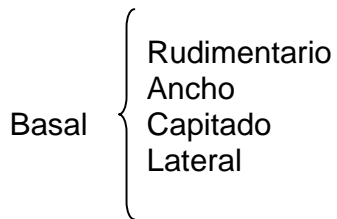
21. El endospermo se encuentra:

- a) Rodeando completamente el embrión
- b) En ambas caras del embrión a manera de "emparedado"
- c) Alrededor de la radícula
- d) Entre los cotiledones

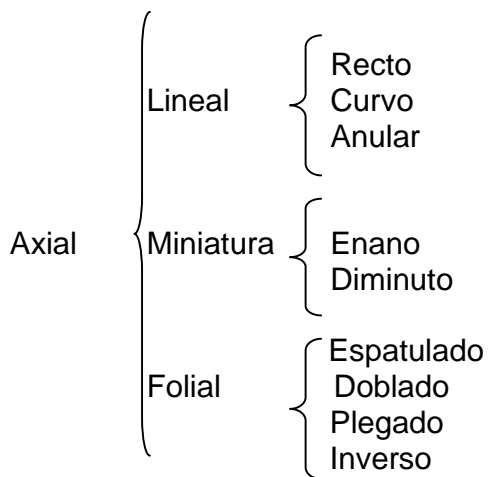
22. Las semillas presentan:

- a) Un embrión
- b) Más de un embrión

23. La semilla presenta un embrión:



Periférico



24. La forma que presenta la radícula

- a) Recta b) Curva c) Otra

25. La radícula se encuentra

- a) Totalmente saliente c) completamente incluida en los cotiledones
b) Parcialmente incluidos en los cotiledones d) Otra.

Anexo e. Protocolo para la aplicación de la hormona (AG3) como tratamiento pregerminativo de semillas.

Tratamientos con hormonas (ácido giberélico)

Una vez extraída la semilla del fruto, se dejó bajo sombra durante 24 horas, posteriormente se sumergió las semillas libres de impureza en ácido giberélico a diferentes concentraciones según los tratamientos determinados en el ensayo.

Para obtener 25 ml de la solución de ácido giberélico (GA3) a concentración de 150 ppm se realizó el siguiente cálculo.

$$25 \text{ ml soluto} = \frac{(150 \text{ mg. GA3})}{1000 \text{ ml soluto}} = 3.75 \text{ mg GA3}$$

A partir de este resultado se pesó 3.75 mg, de GA3 y se diluyó en 25 ml de agua destilada.

Obtenida la concentración más alta de 150 ppm para uno de los tratamientos se procedió a diluir la solución para los tratamientos de 100 ppm y 50 ppm aplicando la siguiente fórmula:

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

Donde:

C_1 = concentración inicial

V_1 = volumen inicial

C_2 = concentración final

V_2 = volumen final

Para la obtención de 10 ml de GA3 a una concentración de 100 ppm, a partir de la solución de 150 ppm se toma:

$$V_1 = \frac{C_2 \cdot V_2}{C_1} \quad V_1 = \frac{100 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}}{150 \text{ ppm}} = 6.66 \text{ ml}$$

Se toma 6.66 ml de solución de AG3 a 150 ppm adicionando 3.3 ml de agua destilada para completar el volumen final.

Para la obtención de 10 ml de GA3 a una concentración de 50 ppm, a partir de la solución de 150 ppm se toma:

$$V_1 = \frac{C_2 \cdot V_2}{C_1} \quad V_1 = \frac{50 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}}{150 \text{ ppm}} = 3.33 \text{ ml}$$

Se toma 3.33 ml de solución de AG3 a 150 ppm adicionando 6.66 ml de agua destilada para completar el volumen final.

Determinados los volúmenes y concentraciones se sumergió la semilla en los recipientes con ácido giberélico durante 24 horas a 14°C e inmediatamente después se realizó la siembra.

Se debe tener en cuenta que el ácido giberélico se debe almacenar a bajas temperaturas y en la oscuridad hasta el momento de aplicación a la semilla, y la siembra se debe realizar inmediatamente.