

**EVALUACION DE CUATRO SISTEMAS DE PRODUCCION DE
PLANTULAS DE LAUREL DE CERA (*Myrica pubescens* H&B ex Wild)
BAJO CONDICIONES DE VIVERO**

Por

**MONICA PATRICIA RIASCOS ERAZO
MARIO FERNANDO FAJARDO SANTANDER**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL
PASTO - COLOMBIA
2001**

**EVALUACION DE CUATRO SISTEMAS DE PRODUCCION DE
PLANTULAS DE LAUREL DE CERA (*Myrica pubescens* H&B ex Wild)
BAJO CONDICIONES DE VIVERO**

Por

**MONICA PATRICIA RIASCOS ERAZO
MARIO FERNANDO FAJARDO SANTANDER**

**Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Agroforestal**

Presidente

JAIRO MUÑOZ HOYOS I.A. M. Sc

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
INGENIERIA AGROFORESTAL
PASTO - COLOMBIA
2001**

**“las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado, son
responsabilidad exclusiva de su autor”**

**Artículo 1° del Acuerdo N° 324 de octubre 11 de 1996, emanado
del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.**

DEDICO A:

**MIS PADRES
MIS HIJOS
MI ESPOSO
MIS HERMANOS
TODAS LAS PERSONAS QUE ME HAN DADO
SU CARIÑO Y APOYO**

MONICA PATRICIA RIASCOS ERASO

DEDICO A:

**MI MADRE
LA MEMORIA DE MI ABUELO
MIS HIJOS
MI ESPOSA
MI FAMILIA
TODAS LAS PERSONAS QUE ME HAN
DADO SU CARIÑO Y APOYO**

MARIO FERNANDO FAJARDO SANTANDER

AGRADECIMIENTOS A:

JAIRO MUÑOZ HOYOS Ingeniero Agrónomo, M. Sc.

GERMAN CHAVEZ Ingerniero Agrónomo. Esp.

HERNANDO CRIOLLO Ingeniero Agrónomo. M. Sc.

ARAMID SOAZA Ingeniero Forestal

TULIO CESAR LAGOS Ingeniero Agrónomo M. Sc.

EDMUNDO APRAEZ Zootecnista

CRISTINA LUNA CABRERA Ingeniero Agrónomo

Corporación Autónoma Regional de Nariño – CORPONARIÑO

Plan de Investigación, Fomento e Industrialización del Laurel de cera - PIFIL

Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño

A todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la elaboración de este trabajode tesis.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Estructura de la semilla	3
2.2 Germinación	4
2.3 Fisiología de la germinación	6
2.3.1 Latencia	7
2.3.2 Liberación de la latencia	7
2.3.3 Viabilidad	8
2.3.4 Vigor	8
2.4 Capacidad germinativa	9
2.5 Factores que afectan la germinación	11
2.6 Finalización de la germinación	12
2.7 Germinación en especies forestales	12
2.8 Métodos pregerminativos en semillas forestales	13
2.8.1 Análisis de viabilidad con tetrazolio	13
2.9 Desarrollo de una plántula	14
2.10 Siembra	14
2.10.1 Profundidad	15
2.10.2 Densidad	15
2.11 Sistemas de siembra	16

2.11.1 Siembra al voleo	17
2.11.2 Siembra en líneas paralelas o surcos	17
2.11.3 Siembra en golpes	17
2.11.4 Siembra en caballones	17
2.12 Producción de plántulas en envase	17
2.12.1 Envases de turba prensada	18
2.12.2 Super – leach o SL	18
2.12.3 Rootranier	18
2.12.4 Bolsas de polietileno	19
2.12.5 Bandejas de germinación	19
2.13 Calidad de la planta de vivero	20
2.14 Características de una planta de calidad	21
2.14.1 Edad	21
2.14.2 Equilibrio y proporción	21
2.14.3 Longitud y forma de la raíz	22
2.14.4 Lignificación	22
2.14.5 Densidad de hojas	22
2.14.6 Estado sanitario	22
2.15 Transplante	23
2.16 Tratamiento de las plantas en vivero	23
2.16.1 Malla sombra	23
2.16.2 Deshierbe	23

2.16.3 Riego	24
2.16.4 Fertilización	25
Aspectos generales sobre el laurel de cera (<i>Myrica pubescens</i> H&B ex Willd)	26
2.17.1 Características botánicas	26
2.17.2 Semilla de laurel de cera	27
2.17.3 Aspectos ecológicos relacionados con el laurel de cera	28
2.17.4 Viveros de laurel de cera	29
2.17.5 Epoca de producción de laurel de cera	30
III. MATERIALES Y METODOS	31
3.1 Localización de la zona de estudio	31
3.2 Diseño experimental	31
3.3 Características de la cama germinadora, bolsas de polietileno y bandejas germinadoras	32
3.4 Análisis del suelo empleado en el experimento	33
3.5 Labores culturales	34
3.5.1 Preparación de la cama germinadora	34
3.5.2 Siembra	34
3.5.3 Malla sombra	35
3.5.4 Riego	35
3.5.5 Fertilización	39

3.5.6	Control de malezas	39
3.5.7	Transplante a bolsa	39
3.6	Evaluación	40
3.6.1	Germinación	40
3.6.2	Porcentaje de mortalidad de transplante	40
3.6.3	Altura	40
3.6.4	Vigor	41
3.6.5	Tiempo de transplante a sitio definitivo	43
3.6.6	Análisis económico	43
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	45
4.1	Análisis del suelo empleado en el experimento	45
4.2	Germinación de semillas de laurel de cera en los diferentes tratamientos	45
4.3	Porcentaje de mortalidad de transplante	51
4.4	Altura de plántulas de laurel de cera	55
4.5	Grosor del tallo	59
4.6	Número de hojas	62
4.7	Vigor de las plántulas de laurel de cera	65
4.8	Altura recomendable para transplante a sitio definitivo	67
4.9	Análisis económico	73

V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
5.1	Conclusiones	76
5.2	Recomendaciones	77
VI.	RESUMEN	78
VII.	BIBLIOGRAFIA	80
VII.	APENDICE	83

LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Siembra de semillas de laurel de cera para tratamiento 3, Siembra directa en bolsas.	36
Figura 2	Siembra de semillas de laurel de cera para tratamiento 4, Siembra directa en bandejas germinadoras.	37
Figura 3	Siembra de semillas de laurel para tratamientos 1(Siembra al voleo) y 2 (siembra en surcos).	38
Figura 4	Germinación de laurel de cera en el tratamiento 1, donde se observa la desuniformidad en cuanto a la época de emergencia	50
Figura 5	Distribución de los tratamientos 1 y 2 en el transplante a bolsas	53
Figura 6	Mortalidad de plántulas de laurel de cera en los tratamientos 1 y 2 ; después del transplante a bolsa desatacándose las plántulas de menor tamaño.	54
Figura 7	Estado de la raíz de plántulas de laurel de cera a alturas de 7 y 9 cm correspondientes a los tratamientos 1 y 2.	68
Figura 8	Plántulas de laurel de cera de 15 cm de altura, se observa en el tratamiento 2 una excesiva aglomeración de raíces.	70

Figura 9	Estado de la raíz de plántulas de laurel de cera a alturas de 3 y 5 cm correspondientes a los tratamientos 3 y 4.	71
Figura 10	Distribución de las raíces de cuatro alturas diferentes, en plántulas del tratamiento 4.	72

LISTA DE GRAFICOS

	Página
Gráfico 1 Porcentaje de germinación de semillas de laurel de cera (<i>Myrica Pubescens</i> H&B ex Willd) en los cuatro tratamientos	49
Gráfico 2 Promedios de altura de plántulas de laurel de cera (<i>Myrica Pubescens</i> H&B ex Willd) en los cuatro tratamientos.	58
Gráfico 3 Promedios de grosor del tallo de plántulas de laurel de cera (<i>Myrica Pubescens</i> H&B ex Willd) en los cuatro tratamientos.	61
Gráfico 4 Promedios de número de hojas de plántulas de laurel de cera (<i>Myrica Pubescens</i> H&B ex Willd) para los cuatro tratamientos.	64

LISTA DE TABLAS

		Página
Tabla 1	Porcentaje de germinación quincenal de semillas de laurel de cera (<i>Myrica pubescens</i> H&B ex Willd).	47
Tabla 2	Porcentaje total de germinación de semillas de laurel de cera (<i>Myrica pubescens</i> H&B ex Willd).a los 130 días.	48
Tabla 3	Porcentaje de mortalidad de transplante a bolsa de las plántulas de los tratamientos 1 y 2.	52
Tabla 4	Valores correspondientes a altura de plántulas de laurel de cera a los siete meses de edad.	56
Tabla 5	Promedio de crecimiento en altura mensual de plántulas de laurel de cera hasta los siete meses	57
Tabla 6	Valores correspondientes a grosor del tallo de plántulas de laurel de cera a los siete meses de edad.	60
Tabla 7	Valores correspondientes a número de hojas en plántulas de laurel de cera a los siete meses de edad.	63
Tabla 8	Valores correspondientes a vigor de plántulas de laurel de cera a los siete meses de edad.	66
Tabla 9	Descripción de materiales e insumos utilizados en el ensayo.	74

Tabla 10 Costos de producción de los cuatro tratamientos propuestos en el ensayo para 10 m².

75

LISTA DE TABLAS DEL APENDICE

Tabla 1	Prueba de viabilidad con tetrazolio para semillas de laurel de cera (<i>Myrica pubescens</i> H&B ex Willd)	84
Tabla 2	Análisis de Varianza para germinación	89
Tabla 3	Análisis de Varianza para Altura	90
Tabla 4	Análisis de Varianza para grosor del tallo	91
Tabla 5	Análisis de Varianza para número de hojas	92

LISTA DE FIGURAS DEL APENDICE

Figura 1	Embrión de semilla de laurel de cera (<i>Myrica pubescens</i> ex Willd) viable.	85
Figura 2	Embrión viable de laurel de cera, dentro de la testa	86
Figura 3	Embrión de laurel de cera no viable	87

RESUMEN

Objetivo: Evaluar cuatro sistemas de producción de plántulas, establecer su vigor, la altura de transplante y la viabilidad económica.

Metodología: El ensayo se realizó en Corponariño, empleando un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y tres replicaciones:

T1: Siembra al voleo

T2: Siembra en surcos

T3: Siembra directa en bolsa

T4: Siembra directa en bandejas germinadoras

Se evaluó además la germinación y mortalidad de transplante.

Resultados y discusión: La mejor germinación la obtuvo T4 con 24.32%, los otros tratamientos presentaron porcentajes inferiores al 20%.

Se transplantó a los 150 días de la siembra. La mayor mortalidad fue de T2 (42.7%). No existió diferencia estadística entre T1 y T2. La mayoría de plántulas muertas fueron de alturas menores a 3cm. La altura recomendable para transplante a sitio definitivo de T 1 y T2 es 7 a 9 cm y T 3 y T4 de 11 cm.

T3 presentó el mayor vigor y los menores costos de producción (\$53.667). T1 obtuvo el mayor ingreso total (\$626.700) y el mejor ingreso neto (\$441.775).

Conclusiones: Se recomienda T1 como sistema de producción de plántulas de laurel de cera. Transplantar plántulas con alturas inferiores a 3 cm representa porcentajes altos de mortalidad.

ABSTRACT

Objective: To evaluate four systems of plántulas production, to establish their vigor, the transplante height and the economic viability.

Methodology: The rehearsal was carried out in Corponariño, using a design of blocks at random with four treatments and three replications:

T1: Sows to the I volley

T2: Sows in furrows

T3: Sows direct in bag

T4: Sows direct in trays germinadoras

It was also evaluated the germination and transplante mortality.

Results and discussion: The best germination obtained it T4 with 24.32%, the other treatments presented inferior percentages to 20%.

You transplanted to the 150 days of the sows. The biggest mortality was of T2 (42.7%). difference statistic didn't exist between T1 and T2. Most of dead plántulas went from smaller heights to 3cm. The advisable height for transplante to definitive place of T 1 and T2 is 7 to 9 cm and T 3 and T4 11 cm.

T3 presented the biggest vigor and the smallest production costs (\$53.667). T1 obtained the biggest total entrance (\$626.700) and the best net entrance (\$441.775).

Conclusions: It is recommended T1 as system of production of plántulas of laurel of wax. Transplantar plántulas with inferior heights to 3 cm represents high percentages of mortality.

**EVALUACION DE CUATRO SISTEMAS DE PRODUCCION DE
PLANTULAS DE LAUREL DE CERA (*Myrica pubescens* H&B ex Wild)
BAJO CONDICIONES DE VIVERO ***

Por
MONICA PATRICIA RIASCOS ERAZO
MARIO FERNANDO FAJARDO SANTANDER

I. INTRODUCCION

Cuando se estiman los criterios para el establecimiento de actividades como la reforestación, el cultivo de especies forestales y la implementación de Sistemas Agroforestales, generalmente se da por sentado que se dispone de material vegetal para la siembra.

En el caso de las especies agrícolas es factible manejar la siembra directa de la semilla en el sitio a realizar dicha actividad. Mas sin embargo las especies forestales deben estar sujetas a un manejo previo de propagación y desarrollo en sus etapas tempranas de crecimiento a nivel de vivero. Lo anterior se convierte en la base fundamental de la presente investigación en el sentido de evaluar los sistemas de producción que lleven a la obtención de plantas de buena calidad y que a la vez sean económicamente rentables para el agricultor si se habla de la comercialización del material vegetal obtenido.

***Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agroforestal, bajo la presidencia del Doctor Jairo Muñoz Hoyos I.A. MSc.**

El laurel de cera (*Myrica pubescens* H&B ex Willd) es una especie nativa que se adapta a diferentes tipos de suelo y rangos altitudinales, es apta para la protección de cuencas hidrográficas y recuperación de suelos, lo que hace que sea una especie apta para reforestaciones y a la vez ofrece al agricultor beneficios económicos mediante la extracción de la cera que recubre su fruto, la cual es utilizada como materia prima para diferentes procesos industriales.

Uno de los problemas encontrados por los agricultores que desean propagar la mencionada especie está relacionado con la dificultad de hacer germinar la semilla de laurel y la obtención de material vegetal de alto vigor y buena calidad capaz de adaptarse y desarrollarse con facilidad en el sitio definitivo de transplante.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones se realizó el presente trabajo cumpliendo los siguientes objetivos:

- Evaluar cuatro sistemas de producción de plántulas de laurel de cera (*Myrica pubescens* H&B ex Willd) bajo condiciones de vivero.
- Evaluar el vigor de las plántulas de laurel de cera (*Myrica pubescens* H&B ex Willd) obtenidas en los cuatro sistemas.
- Evaluar en los cuatro sistemas el tiempo en el cual la planta está en condiciones de transplante.
- Evaluar la viabilidad económica de producción de plántulas en los cuatro métodos propuestos.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Estructura de la semilla

Las semillas maduras poseen las siguientes partes: cubierta, endospermo y embrión. Las cubiertas se derivan de los tegumentos interno y externo del óvulo. La cubierta externa denominada testa, suele ser un recubrimiento duro y consistente. Por lo general, presenta en su parte exterior una gruesa cutícula y en muchos casos una secreción cerosa. La testa está cubierta por una o varias capas de células protectoras con paredes celulares gruesas. Estas características le confieren un cierto grado de impermeabilidad al agua y a los gases, ejerciendo una función reguladora en el metabolismo de los órganos y tejidos internos de la semilla (Garcia y Primo (1978), citados por Azcon y Talon, 1993).

Las semillas pueden clasificarse en endospérmicas y no endospérmicas dependiendo de la presencia o ausencia de un endospermo bien formado. Cuando este es suficientemente voluminoso, almacena las reservas alimenticias de la semilla. En este caso los cotiledones suelen ser de reducido tamaño y el endospermo generalmente es un tejido triploíde. (Garcia y Primo (1978), citados por Azcon y Talon, 1993).

El embrión está constituido por el eje embrionario y uno o dos cotiledones. El eje embrionario está constituido por la radícula que es el meristemo radical y la plúmula que constituye el ápice del tallo, donde en algunos casos pueden encontrarse las primeras hojas. Ambos ápices meristemáticos se encuentran en los extremos del eje embrionario unidos por el hipocótilo, en donde se insertan los cotiledones (Garcia y Primo (1978), citados por Azcon y Talon, 1993).

2.2 Germinación

De acuerdo Copeland y McDonald (1996), citado por Morales (1998), existen varias definiciones de germinación. Para un fisiólogo la germinación se define como la emergencia de la radícula a través de la testa. Para un analista de semillas, la germinación es la emergencia y desarrollo a partir del embrión de aquellas estructuras esenciales que son indicadoras de la habilidad de producir una planta normal bajo condiciones favorables. Dependiendo de la especie, éste periodo puede durar unos pocos días o muchos años. Indiferentemente a la duración del tiempo entre la maduración y la reactivación del crecimiento, la germinación se caracteriza por varios procesos.

El embrión dentro de la semilla es una planta en miniatura. En la semilla madura se ha detenido su crecimiento pero está vivo y respira muy lentamente. Más pronto o, más tarde la semilla comienza a estar madura para germinar y cuando se encuentra en condiciones adecuadas para el crecimiento vegetal, el embrión empieza su desarrollo; este es el fenómeno conocido como germinación (Hartman y Kester, 1981).

La germinación de la semilla, según García y Primo (1978), citados por Azcon y Talon (1993), comprende una serie de procesos que comienzan con la imbibición de agua y culmina con la emergencia de la plántula a través de las cubiertas. La absorción de agua por la semilla desencadena una secuencia de cambios metabólicos que incluyen la activación del proceso respiratorio, la síntesis proteica y movilización de las reservas. A su vez, la división y alargamiento celular en el embrión produce la rotura de las cubiertas de la semilla, que generalmente, es ocasionada por la emergencia de la radícula.

De acuerdo con Hartman y Kester (1981), las semillas de la mayoría de plantas son incapaces de germinar cuando están encerradas dentro del fruto fijado a la planta madre o por un periodo de tiempo después de la maduración del fruto y de la dispersión de la semilla. De las semillas cuya germinación es impedida por sus propios mecanismos internos se dice que están latentes. Si la semilla es capaz de germinar de inmediato cuando se la expone a las condiciones ambientales adecuadas se dice que está no quiescente o no latente. La diferencia entre semillas latentes y no latentes estriba en que, en las primeras, el control de la germinación se debe a mecanismos internos de la semilla y en la segunda a factores ambientales externos de la misma.

En consecuencia, para que la germinación comience se deben llenar tres condiciones: que la semilla debe ser viable, o sea que el embrión debe estar vivo y tener capacidad para germinar, las condiciones internas de la semilla deben ser favorables para la germinación y la semilla debe encontrarse en las condiciones ambientales apropiadas, como buena disponibilidad de agua, temperatura apropiada, buena provisión de oxígeno y luz; estas condiciones internas de la semilla pueden cambiar con el tiempo y en consecuencia, los requerimientos ambientales también pueden variar debido a que pueden afectarse por el estado interno de la semilla (Hartman y Kester, 1981).

Los mismos autores, aseguran que la germinación de una semilla está conformada por tres estadios que en resumen son:

Primer estadio: activación o despertar, puede completarse en un periodo de minutos o de horas, donde la semilla absorbe agua llevando a la imbibición de la misma y ocasionando la hidratación del protoplasma. Como consecuencia de esto la semilla se hincha y sus cubiertas pueden romperse.

Segundo estadio: que significa la digestión y translocación. La absorción de agua y la respiración tienen un ritmo constante, comienza la síntesis de proteínas para producir nuevas enzimas que empiezan a digerir materiales de reserva como grasas, carbohidratos, etc. contenidos en los tejidos de almacenamiento y transformados a compuestos químicos más sencillos que son translocados a los puntos de crecimiento del eje embrionario para emplearse en el crecimiento y la formación de nuevas partes de la planta.

Tercer estadio: consiste en la división celular en los puntos de crecimiento separados del eje embrionario seguida de la expansión de las estructuras de la plántula. Una vez comienza el crecimiento en el eje embrionario, aumenta el peso fresco y el peso seco de la plántula, pero disminuye el peso de los tejidos de almacenamiento. La respiración aumenta con el avance del crecimiento, finalmente, cesa la actividad metabólica en los tejidos de almacenamiento.

De acuerdo con García y Primo (1978), citados por Azcon y Talon (1993), para que la germinación pueda ocurrir es necesario que se den algunos factores externos como un sustrato húmedo, suficiente oxígeno que permita la respiración aeróbica y una temperatura adecuada para los distintos procesos metabólicos y para el desarrollo de la plántula. Sin embargo, las semillas de muchas especies permanecen en estado de latencia y son incapaces de germinar, incluso cuando se encuentran en condiciones favorables.

2.3 Fisiología de la germinación

Las semillas son un medio para asegurar la continuidad de la existencia, la adaptación y evolución de las especies. Por lo tanto, la germinación y el

crecimiento de semillas embrionarias son procesos fundamentales importantes (Rodríguez y Nieto, 1999).

2.3.1 Latencia

Es una condición que evita que las semillas viables germinen aunque estén en condiciones apropiadas de humedad, temperatura, gases e iluminación. Esta condición es reversible sometiendo la semilla a tratamientos con factores no esenciales para la germinación. La intensidad de la latencia en la semilla varía no solo entre especies, sino entre árboles de la misma especie, algunas veces por condiciones ambientales prevalecientes durante el desarrollo de la misma semilla. La latencia probablemente evolucionó en respuesta a condiciones ambientales variables después de la maduración y como un mecanismo para asegurar la mas alta probabilidad de germinación y sobrevivencia exitosa de la semilla y de la plántula. El efecto está en que todas las semillas que caen de una planta, no germinan de inmediato aunque estén maduras, si no en un período más largo, incluso de años (Rodríguez y Nieto, 1999).

2.3.2 Liberación de la latencia

Para Rodríguez y Nieto (1999), los procesos de germinación no se pueden iniciar y continuar en semillas que están en latencia, por lo tanto se debe primero romper este estado. La escarificación de la cubierta impenetrable de una semilla se puede hacer en forma mecánica eliminando una pequeña porción de la cubierta con cuchilla u otro instrumento con filo, raspando la superficie o aplicando químicos, como por ejemplo sumergiéndola en ácido sulfúrico o en agua caliente.

Otro método de inducción a la germinación es la utilización de ácido giberélico y cinetina (Bravo et al, 1996).

2.3.3 Viabilidad

Es la fracción de semillas que están vivas, o sea aquellas en las que se dan procesos metabólicos, aunque en forma lenta. Algunas veces la viabilidad se usa como sinónimo de vigor para indicar la habilidad del embrión para germinar y continuar el desarrollo (Rodríguez y Nieto, 1999).

Hartman y Kester (1981), aseguran que una provisión de semillas viables es primordial para tener éxito en la propagación por semilla; sin embargo, la diferencia entre una semilla viva y una muerta no esta bien marcada, si no caracterizada por una declinación gradual en vigor y por la aparición de necrosis o lesiones en un área localizada de la semilla. La viabilidad está representada por el porcentaje de germinación, el cual expresa el número de plántulas que pueden producir un número dado de semillas. Las características adicionales de la viabilidad, son de que la germinación debe ser pronta, el crecimiento de la plántula vigoroso y el aspecto de las mismas normal; por lo tanto, el vigor de las semillas y de las plántulas son atributos importantes de la calidad, pero pueden ser algo difíciles de medir, con frecuencia se encuentran asociados a un porcentaje y una velocidad de germinación bajos.

2.3.4 Vigor

Thompson (1979), lo define como la capacidad de una semilla para germinar o desarrollarse en condiciones adversas en el campo.

Delouche y Caldwell (1960), citados por Popinigis (1977), aseguran que vigor es la suma de todos los atributos de una semilla, que favorecen su establecimiento rápido y uniforme de una población en el campo.

Esta relacionado con el rango de condiciones ambientales bajo las cuales germinaría una semilla que no está en latencia. Una semilla con poco vigor germinaría y la plántula se podría establecer solamente dentro de un rango reducido de condiciones ambientales o bajo condiciones especiales favorables. Una semilla puede germinar bien, pero carecer de fuerza suficiente para penetrar en el suelo o a través de capas duras, o en el caso de que la radícula emerja hacia arriba y no tenga la capacidad para crecer dentro del suelo. Una semilla con mucho vigor germinará en un rango amplio de condiciones y en situaciones desfavorables (Rodríguez y Nieto, 1999).

2.4 Capacidad germinativa

Una alta pureza no sirve para nada si las semillas son incapaces de germinar y de producir plántulas fuertes en el campo. La capacidad germinativa de un lote es el porcentaje de semillas que producen plántulas normales en un ensayo de laboratorio por número de semillas puras, despreciándose las semillas débiles o anormales. Este índice indica el potencial de un lote para dar lugar a plantas en buenas condiciones de campo (Thompson, 1979)

Las condiciones de campo en el momento de la siembra suelen ser desfavorables, generalmente, demasiado secas, demasiado frías o demasiado húmedas, por lo que las semillas mueren de sequía, asfixia o son atacadas por hongos; incluso si las condiciones son favorables en general, pueden fallar las semillas individualmente por múltiples causas como por ejemplo, estar debajo de una piedra, ser atacada por insectos del suelo, comidas por pájaros o por competencia con malas hierbas u otras semillas. Una consecuencia de la alta mortalidad en el campo es que pequeñas diferencias en porcentaje de capacidad germinativa no tienen significancia

práctica. Sin embargo, cuanto más alta sea la capacidad germinativa, el establecimiento en el campo será mejor. (Thompson, 1979).

A continuación se enumera ciertas características que determinan la calidad física de las semillas de algunas especies forestales nativas.

ESPECIE	Rango pureza %	No. Sem. Puras/gr	Rango No. Semillas Viables/kg	Rango germinación/%	Valor real semillas vivas/%	Promedio contenido de humedad
<u>Eucaliptus</u> sp	24 - 25	210	143.000 – 354.000	93 - 95	23.7	10.7
<u>Heliocarpus popayanensis</u>	-	-	-	-	6.27	-
<u>Inga codonantha</u>	-	-	-	-	79	-
<u>Jacaranda caucana</u>	-	-	-	-	42	-
<u>Leucaena Leucocephala</u>	97 - 100	20	11.000 – 23.400	48 - 95	79.5	86
<u>Myrica popayanensis</u>	-	-	-	85	63.7	-
<u>Myrica pubescens</u>	-	-	-	15	13.5	-
<u>Pinus cocarpa</u>	95 - 99	49	37.000 – 51.900	79 - 96	97	77
<u>Pinus patula</u>	98 - 99	118	85.500 – 116.300	62 - 98	88.4	10.7

(Fuente: Trujillo, 1996)

2.5 Factores que afectan la germinación

Según Devlin (1980), la germinación de las semillas puede quedar bloqueada debido a la ausencia de algún factor externo que se considera necesario para que este proceso tenga lugar. Así, en la ausencia de agua, de la temperatura adecuada o de la mezcla gaseosa conveniente la germinación queda bloqueada. Sin embargo, después de colocar las semillas en un medio considerado como adecuado para la germinación, puede observarse que muchas de ellas no germinan debido a un factor interno. La causa puede hallarse en una cubierta seminal dura e impermeable al agua o a los gases o resistente físicamente al crecimiento, en la existencia de un embrión inmaduro, la necesidad de sobremaduración, la exigencia de un tipo de luz o temperatura específico o la presencia de alguna sustancia que inhiba la germinación.

La cubierta seminal puede afectar la germinación por tres caminos diferentes:

1. Privando a la semilla de agua
2. Privándola de gases
3. Reprimiendo mecánicamente el crecimiento del embrión

El letargo de las semillas puede dividirse en cuatro fases de desarrollo: la inducción, que se caracteriza por una disminución notable de los niveles hormonales, el mantenimiento, un período de detención metabólica parcial, el desencadenamiento, época en que las semillas son especialmente sensibles a las condiciones ambientales y la germinación, que se caracteriza por un aumento de la actividad hormonal y enzimática, seguido del crecimiento del eje embrionario latente (Weaver, (1987) citado por Bravo, et al. 1996).

2.6 Finalización de la germinación

Esta se caracteriza, con algunas excepciones, por la extensión de la radícula a través de las estructuras que rodean el embrión y es el evento que marca la finalización del proceso germinativo y el inicio de la postgerminación, es decir, el inicio del crecimiento de la plántula como tal. Esta extensión puede estar o no acompañada por división celular. Dos fases discretas de la síntesis del DNA ocurren en las células de la radícula después de la imbibición. La primera involucra la reparación del DNA dañado durante los procesos de maduración, desecamiento y la rehidratación así como de la síntesis del DNA asociada con la división celular postgerminativa (Osborne y Boubriak, (1994) citados por Morales, 1998).

2.7 Germinación en especies forestales

Las semillas de diferentes especies pueden diferenciarse en su germinación, según la posición de los cotiledones, respecto a la superficie del substrato (García y Primo (1978), citados por Azcon y Talon, 1993).

Según Correa citado por Triviño y Jara (1990), los ensayos de germinación realizados en las condiciones de cultivo no son generalmente satisfactorios, ya que sus resultados no se pueden reproducir fielmente. Por ello, se han desarrollado métodos de laboratorio controlando algunas o todas las condiciones externas, con el fin de obtener germinación más regular, más rápida y lo más completa posible, para la mayoría de las muestras de una especie determinada de semillas. Las fases del proceso de germinación son bien conocidas y la mayor parte de las investigaciones se han realizado en semillas de plantas herbáceas, pero los mismos principios se aplican a la germinación de estas que de semillas de especies arbóreas. La germinación o su ausencia no es un hecho fortuito, ni está sujeto a las leyes del azar.

Las semillas de algunas especies forestales tropicales suelen tener algunas condiciones internas que impiden la germinación como también el nivel genético y el nivel de las capas de recubrimiento embrionario en la semilla. El aspecto químico también cumple un papel importante en la germinación de las semillas (Montes, (s.f) citado por Triviño y Jara, 1990).

2.8 Métodos pregerminativos en semillas forestales

La estandarización del método pregerminativo para cada especie forestal, se hace con el propósito de especificar los métodos y la duración de la evaluación para que no se varíe en una secuencia de tiempo y lugar. Por consiguiente, se permite evaluar con precisión en la evaluación de parámetros como, porcentaje de germinación con los datos de estudios anteriores (secuencia de tiempo, distintos ambientes y secuencia de sitio). El resultado de ésta comparación ofrece información crítica para predecir la pérdida de viabilidad y vigor de semillas que es información decisiva para los éxitos de reforestación y la conservación de germoplasma (Fonseca y colaboradores, (s.f) citados por Triviño y Jara, 1990).

2.8.1 Análisis de viabilidad con tetrazolio

La prueba de tetrazolio ha sido diseñada para medir la viabilidad de las semillas (Aguirre y Peske, 1992).

De acuerdo con las Reglas Internacionales para ensayo de semillas (1977), es un ensayo bioquímico con 2,3,5 - cloruro de trifeníl - tetrazolio, el cual al entrar en contacto con los tejidos vivos de la semilla forma una sustancia roja, estable y difusible (trifeníl - formazon): así como se puede diferenciar las partes muertas de la semilla las cuales no se colorean. La concentración de la solución puede ser del 0.1 al 1%; para facilitar la entrada del tetrazolio

es necesario preparar la semilla, antes de introducirla a la solución, esto puede consistir en una preinmersión en agua, en quitar las capas más exteriores o cortar la semilla en mitades.

El test se realiza en 24 horas, pero este tiempo puede reducirse haciendo que las semillas asimilen el reactivo bajo condiciones de vacío, manteniendo una alta temperatura durante la inmersión (30 - 40 °C), o utilizando la sal de yodo de tetrazolio (Thompson, 1979).

2.9 Desarrollo de una plántula

Después de la germinación el meristemo de la raíz del embrión se activa y crece rápidamente, iniciándose el desarrollo de la raíz primaria. Posteriormente del meristemo principal de la parte aérea de la planta empieza a crecer el hipocótilo; en otras aquellos quedan bajo tierra y solamente el epicótilo crece sobre el suelo (Bidwell, s.f.).

García y Primo (1978), citados por Azcón y Talon (1993), aseguran que los cambios fisiológicos y metabólicos que sufren las semillas latentes después de la imbibición de agua culminan con el inicio de la división en el embrión y el desarrollo posterior de la plántula. Por lo general, éste proceso comienza por la radícula, que es el primer órgano que emerge a través de las cubiertas, produciendo la ruptura de la testa. Sin embargo, en otras semillas el crecimiento comienza por el hipocótilo.

2.10 Siembra

Según Montoya y Camara (1996), para poder sembrar a tiempo, es preciso tener el terreno sin plantas y preparado; bien por haberlas extraído con

tiempo suficiente para tenerlo preparado para la nueva siembra o bien que haya permanecido en barbecho la siembra anterior.

Trujillo (1996), asegura que la siembra de la semilla en el germinador, incluye dos variables importantes que son:

2.10.1 Profundidad: Trujillo (1996), indica que se debe sembrar a una profundidad de 1 ó 2 veces el diámetro de la semilla. En semillas grandes puede resultar excesivo, por ejemplo, el nogal que tiene una semilla de 2.5 centímetros de diámetro, al sembrarla a 5 centímetros de profundidad jamás lograría llegar a la superficie. Otras especies de semilla diminuta, como los eucaliptos o el aliso al sembrarlas al doble de su diámetro, quedarían expuestas al sol y al aire que las resecarían. La semilla debe sembrarse a una profundidad tal que quede lo suficientemente protegida para que el riego no la destape y gaste la menor cantidad de energía posible para salir a la superficie.

En el caso del laurel de cera, la semilla se cubre con una fina capa de suelo de un grosor equivalente al doble del tamaño de la semilla (Muñoz y Luna, 1999).

2.10.2 Densidad: La densidad es el número de semillas sembradas por unidad de área casi siempre se determina por número de siembra en cada metro cuadrado. La densidad esta relacionada con el tamaño de la semilla en forma inversamente proporcional, lo cual implica que a mayor cantidad de semilla, menor densidad de siembra (Trujillo, 1996).

Cada especie tiene sus propios valores como por ejemplo: *Cordia alliodora* que se siembra al voleo de forma superficial con una densidad de siembra de 1500 g por metro cuadrado, *Eucaliptus globulos* que se siembra la

semilla con una capa de suelo de 2 veces su tamaño y una densidad de siembra de 1500 g por metro cuadrado, *Pinus patula* se siembra a una profundidad de 1 a 2 cm y una densidad de siembra de 600 g a 6000 g por metro cuadrado y *Tabebuia rosae* se siembra superficialmente hasta 1 cm y densidad de 800 g a 1200 g por metro cuadrado (Trujillo, 1996).

Para calcular la cantidad de semilla necesaria para obtener una densidad determinada, se aplica siguiente fórmula:

$$C = \frac{P}{NpGF}$$

Donde:

C = Cantidad de semilla a sembrar en gramos.

Np = Número de semillas por gramo.

P = Pureza en tanto por 1.

G = Germinación en tanto por 1.

F = Factor de seguridad que varía de 0.6 a 0.9 según las condiciones del vivero.

El factor seguridad, es mayor si las condiciones del vivero son confiables y se utiliza adecuadas técnicas de producción (Trujillo, 1996).

2.11 Sistemas de siembra

Montoya y Camara (1996), aseguran que la siembra de la semilla se hace directamente en las eras de germinación y pueden sembrarse por los siguientes métodos:

2.11.1 Siembra al voleo: En desuso por complicarse la escarda y el arranque de las plantas.

2.11.2 Siembra en líneas paralelas o surcos: La siembra puede ser manual (a chorrillo, aperos de molinete o disco) y mecanizada (sembradoras de precisión).

2.11.3 Siembra en golpes: Generalmente para planta de gran edad, lo que no es frecuente en viveros forestales.

2.11.4 Siembra en caballones: Se aplica sobre todo en climas húmedos, para impedir la formación de costras en la cercanía del cuello de la raíz.

Trujillo (1996), afirma que para la siembra en surcos se debe nivelar la superficie y hacer surcos de una profundidad no superior a dos veces el tamaño de la semilla. La distancia entre surcos puede variar entre 4 y 10 centímetros, dependiendo de su tamaño.

2.12 Producción de plántulas en envase

Según Montoya y Camara (1996), en los inicios del cultivo en vivero de plantas forestales en envase, se emplearon las clásicas macetas de barro y posteriormente las bolsas de polietileno. En estos tipos de envases asentados normalmente en el suelo, se producían varios problemas destacables:

- Crecimiento de raíces fuera del envase, por la salida al exterior de las mismas a través de los orificios de drenaje y posterior conexión directa de las mismas con el suelo.

- Crecimiento de malezas entre las macetas y las bolsas, que procedentes del suelo, terminan por recubrir las plántulas o por semillar o enraizar dentro de los envases.
- Enroscamiento de los sistemas radicales en el fondo del envase. Estas raíces enroscadas con el tiempo y la acumulación de su crecimiento en grosor, acaban por estrangular el flujo de savia y por matar el árbol.

2.12.1 Envases de turba prensada

De poca consistencia y duración, se plantan juntos el envase y la planta, ya que es un envase permeable a las raíces de las plantas que contiene. Se puede presentar un posible enroscamiento de la raíz principal (Montoya y Cámara, 1996).

2.12.2 Super-leach o SL

Alvéolos móviles y por tanto sustituibles en sus bandejas de cultivo, dotados con un sistema antiespiralizante y autorepicado. Con patas de PVC de fácil apilado para el transporte. Son reutilizables (Montoya y Cámara, 1996).

2.12.3 Rootranier

Son placas troqueladas de plástico rígido, que cierran alrededor de una bisagra que queda en la parte inferior de los envases. Forma grupos de 4 envases por placa. Con sistema de antiespiralización de las raíces, presentan una capacidad individual de 300 cc aproximadamente (Montoya y Cámara, 1996).

2.12.4 Bolsas de polietileno

La técnica de la siembra en bolsa, consiste en la introducción de las semillas directamente en estos recipientes, eliminando el uso de germinadores y trasplante (Trujillo, 1996).

Las bolsas pequeñas de polietileno, con agujeros en el fondo para escurrimientos, pueden llenarse con un medio poroso para enraizamiento, tal como perlita con vermiculita y colocarse en los bancos de propagación, con las bocas abiertas. En cada bolsa se coloca una semilla para que enraice con facilidad y una vez ha enraizado y se ha dejado endurecer, se transfiere en la misma bolsa para plantar (Hartman y Kester, 1981).

Es un envase muy barato y muy ligero, lo que facilita su manipulación tanto en vivero como en el campo, pero puede producir una fuerte espiralización del sistema radical y generalmente, la extracción del cespedón se dificulta, aunque se puede plantar también con la bolsa si se rompe previamente su parte inferior, aunque esta operación no sea recomendable (Montoya y Camara, 1996).

2.12.5 Bandejas de germinación

Son envases recuperables que no se destruyen en la fase de cultivo plantación. Son reutilizables y tienen sistema de estriado y autorepicado de raíces. Se facilita el llenado de suelo y la siembra de las semillas. Si el cultivo en estas bandejas se ha realizado correctamente, el cespedón debe salir perfectamente y debe ser lo bastante consistente para que pueda llevarse la planta en cajas de cartón sin necesidad de ir en el alvéolo. No obstante y aunque esta forma de transporte es general en Estados Unidos y se generaliza en Francia y otros países, sigue siendo habitual el transporte

de la planta dentro de los alvéolos de las bandejas (Montoya y Camara, 1996).

Existen hoy en el mercado otros tipos de envases, como las bandejas alveolares de poliestireno expandido, bandejas de termoformado, etc.; aunque se utilizan poco en el campo forestal (Montoya y Camara, 1996).

2.13 Calidad de la planta de vivero

La calidad de una planta forestal se demuestra finalmente en el campo, por su capacidad de arraigar y vegetar larga y satisfactoriamente una vez plantada. En buena parte estas capacidades dependen de la técnica de repoblación, pero están además condicionadas por su cultivo en vivero. Una planta forestal en el campo debe: arraigar bien sus raíces, crecer lo más pronto posible bajo las condiciones del lugar y con las prácticas de mantenimiento previsibles y asegurar una longevidad ampliamente suficiente para los objetivos buscados para la repoblación (Montoya y Camara, 1996).

Dos son las condiciones internas que, además de haber sido adecuadamente plantada, debe cumplir una planta para lograr un buen funcionamiento ideal en el lugar y con el cultivo previsible en el campo: tener una genética adecuada y ser morfológicamente buena (Montoya y Camara, 1996).

Para el transplante, una planta debe tener las condiciones adecuadas como:

- Tener la edad adecuada.
- Ser del tipo, raíz desnuda o cespedón, más conveniente.
- Tener una dimensión adecuada en su parte aérea y raíz.
- Ser equilibrada y proporcionada.
- No presentar otros defectos.

Se debe tener presente que en la supervivencia, crecimiento en el arranque posterior de una planta, tiene una importancia fundamental la preparación previa del terreno a repoblar y la misma forma de ejecución de la plantación. (Montoya y Camara, 1996)

2.14 Características de una planta de calidad

2.14.1 Edad

Montoya y Camara, (1996), afirman que por lo general arraigan mejor las plantas jóvenes, porque tienen un mejor potencial de crecimiento en sus raíces. Por eso las plantas que se utilizan en la repoblación forestal suelen ser pequeñas y de una o dos hojas. No obstante, en ocasiones se recurre a plantas algo mayores, para acortar los pasos de protección o el período inicial de cuidados intensos, por esto no suelen aceptarse en algunas especies, ni plantas demasiado pequeñas, ni grandes, ni viejas.

2.14.2 Equilibrio y proporción

Una planta está equilibrada cuando mantiene una adecuada proporción entre su raíz y su parte aérea.

En general se exige que lavada la planta y secada al aire, el peso de la parte aérea no llegue a doblar el peso de la raíz.

Toda planta de escasa raíz o de escaso tallo debe ser rechazada. Una planta desarrolla poca raíz cuando vive con un exceso de humedad y cuando posee escasas hojas y tallo es cuando sufre una escasez de luz o de nutrientes (Montoya y Camara, 1996).

2.14.3 Longitud y forma de la raíz

La profundidad o longitud de la raíz debe ser adecuada, ni excesiva, ni escasa. Una profundidad excesiva dificulta y encarece la plantación; una profundidad escasa expone a la planta a la sequía y a las heladas. La longitud más recomendable en especies forestales es de 15 a 20 cm. (Montoya y Camara, 1996).

2.14.4 Lignificación

Para Trujillo (s.a), los árboles deben estar lo suficientemente lignificados, es decir, los tallos deben estar relativamente duros y no deben doblarse con facilidad.

2.14.5 Densidad de hojas

Para que una planta sea de buena calidad y pueda tener un mejor arraigo es necesario que la densidad de hojas sea normal, ni escasa, ni excesiva (Montoya y Camara, 1996)

2.14.6 Estado sanitario

Las plántulas que presenten heridas, daños de enfermedades y plagas, enmohecimiento, partes resacas, etc., deben ser rechazadas.

Es importante prestar atención a las coloraciones anormales, distintas de las que haya podido generar el frío, pues denuncian una mala nutrición mineral (Montoya y Camara, 1996).

2.15 Transplante

Según Trujillo (1996), las semillas que han sido sembradas en los germinadores, permanecen ahí en desarrollo y crecimiento hasta un punto que se hace necesario trasladarlas a un sitio donde puedan desarrollarse adecuadamente, sin la fuerte competencia, provocada por la alta densidad de siembra en el vivero. Esta técnica se conoce como transplante y es indispensable en el proceso de producción en vivero.

De acuerdo con Venegas, (s.f.) citado por Trujillo (1996), cuando las plantas en los germinadores tengan entre 3 y 6 cm de altura se procede a transplantarlas a cualquier recipiente.

2.16 Tratamiento de las plantas en vivero

2.16.2 Malla sombra

Después de la siembra de la semilla es de gran importancia proteger el germinador de la intensidad de la luz homogenizándola a través de toda el área, ésta malla es hospedera de plagas o enfermedades, pulveriza el agua de aguaceros fuertes (Montoya y Camara, 1996).

2.16.3 Deshierbe

Es la eliminación de las "malas hierbas" que, además de perjudicar el crecimiento de las plantas, dificulten el cultivo y el arranque de las mismas (Montoya y Camara, 1996).

Según Trujillo (1996), las malas hierbas requieren de un especial seguimiento y control en todas las etapas de producción del vivero y tienen mayor influencia en los germinadores.

Existen muchos tipos de escardas como son:

- **Escardas mecánicas:** Por corte o siega, por arranque, por enterramiento o impidiendo mecánicamente el desarrollo de las malas hierbas.

- **Escarda manual:** Arranque o tirón con la mano o escarda con herramientas manuales.

- **Escardas químicas:** Aplicación de herbicidas, (Montoya y Camara, 1996).

2.16.3 Riego

Según Trujillo (1996), el agua en la etapa de germinación es de primera necesidad; en el caso de germinadores se proporciona mediante un riego, preferiblemente, de gota muy fina que no levanta la tierra del germinador al caer.

Thompson (1979), asegura que el riego puede ser a pie y/o por aspersión. El riego por aspersión puede favorecer las enfermedades foliares y las transmitidas por las semillas y puede ser perjudicial para la polinización. Como regla general es preferible el riego a pie; el agua debe tomarse directamente del canal o de la bomba y no debe fluir anteriormente por otro cultivo, ya que esto supondría un riesgo de que llevase semillas extrañas. Si es posible, el agua se debe suministrar en los cuatro estados de desarrollo del cultivo como sigue:

1. Fase temprana de desarrollo de la semilla, gran cantidad de agua. Para asegurar el desarrollo del mayor número de semillas.
2. Establecimiento y crecimiento hasta la iniciación de la floración, gran cantidad de agua.
3. Floración, agua limitada. Una deficiencia de agua en este estado promueve la producción de semilla.
4. Maduración, ningún riego.

2.16.4 Fertilización

En la fase vegetativa de desarrollo del cultivo, se requieren bastantes nutrientes minerales (principalmente nitrógeno, fósforo y potasio) para construir, a través de las actividades sintéticas de las hojas, la estructura de la planta que desarrolle el máximo número de semillas (Thompson, 1979).

Según Trujillo (1996), el uso de fertilizantes en el vivero, ayuda a un adecuado desarrollo de las plantas. El nivel de estos puede determinarse en el sustrato utilizado en el vivero, recurriendo al análisis de suelo.

Las dosis de fertilizantes serán variables en función del volumen del envase, estado o edad de la planta, especie y tipo de sustrato.

La fertilización se aplica:

- Incorporando abonos de liberación lenta en la mezcla del sustrato inicial, lo que tiene algunas limitaciones.
- Aplicando abonos incluso por fertirrigación que permiten variar las dosis y nutrientes según la evolución y fases del cultivo.

Aunque se suelen usar sustratos ya fertilizados, es aconsejable que en cada una de las tres fases del cultivo (germinación, crecimiento y endurecimiento)

se aplique la fertilización más conveniente. En todo caso, la fertilización debe ser siempre equilibrada respecto a los tres macronutrientes esenciales, cambiándose según dichas fases la composición de los fertilizantes (Montoya y Camara, 1996).

De acuerdo con Trujillo (1996), son variados los síntomas provocados en las plántulas. Debido a las deficiencias nutricionales, pueden presentar por ejemplo, amarillamiento o enrojecimiento de las hojas, entorchamiento de hojas, reducción del crecimiento o muerte, poco endurecimiento. Cuando se presentan síntomas que evidencien un comportamiento anormal de las plántulas en el vivero, debe procederse a su corrección mediante la acción de fertilizantes. Los fertilizantes son de dos tipos: orgánicos y químicos.

2.17 Aspectos generales sobre el Laurel de cera (*Myrica pubescens* H. & B. ex Willd)

2.17.1 Características botánicas

Según Pérez (1978), el laurel de cera u olivo de cera, pertenece a las *Angiospermas*, orden *Juglandales*, familia *Myricaceae*, género *Myrica*.

De acuerdo con Ulloa y Moller (1995), la familia *Myricaceae* consta de tres géneros y unas 50 especies, con presentación cosmopolita y esta mejor representada en las regiones templadas y subtropicales. Las características que presenta el género *Myrica* son arbustos y árboles pequeños, densamente ramificados; indumento de pelos lepidotos amarillos, hojas alternas, simples, estípulas ausentes.

Parra (1998), asegura que el laurel de cera es un arbusto de corteza gris clara a oscura con numerosas lenticelas oscuras, ramas de color marrón

oscuro o pardas y sus tallos se ramifican densamente una vez a alcanzado los 50 centímetros de altura. Sus hojas son coráceas, simples, alternas y lanceoladas, pubescentes por la haz y el envés, bordes con dientes pequeños y las nervaduras son salientes y se bifurcan en el ápice. Las flores son unisexuales, carentes de color protegidas individualmente por varias brácteas, se disponen en amentos axilares sobre ramas diferentes de la misma planta, los gametos femeninos tienen un tamaño equivalente al doble o más que los masculinos.

Esta especie se puede encontrar desde los 1600 hasta los 3200 msnm, sobre una gran diversidad de suelos tolerando un amplio rango de pH. Por lo general crece en la franja de clima medio y frío con temperaturas que oscilan entre los 8 y los 20 grados centígrados, obteniendo los mayores rendimientos entre los 18 y 20 grados centígrados (Muñoz et al, 1993).

2.17.2 Semilla de laurel de cera

El tamaño de la semilla de laurel es de 0.4 centímetros de diámetro, de color verde grisáceo cuando madura, cuenta con una cubierta o testa impermeable al oxígeno y al agua lo que puede dificultar el desarrollo del embrión (Herrera (1953), citado por Muñoz, 1994).

Según Bravo, et al (1996), afirman que un gran número de especies forestales incluyendo el laurel de cera presentan grandes limitaciones de latencia.

De acuerdo con estudios realizados por Miranda y Torres (1997), se evaluó el porcentaje de germinación de semillas de laurel de cera, sometidas a varios mecanismos de escarificación mecánica, química y fermentativa, de lo

cual concluyeron que la escarificación mecánica ofrece mejores resultados en cuanto al porcentaje de germinación, longitud y tiempo de emergencia.

Bravo, et al (1996), evaluaron métodos pregerminativos en semillas de laurel de cera para acelerar la germinación, consistentes en eliminación de cera utilizando solventes orgánicos, eliminación de posibles inhibidores e inducción a la germinación utilizando ácido giberélico y cinetina, concluyendo que el método de eliminación de posibles inhibidores fue el de mejor resultado mediante la inmersión de semillas en agua, con cambio diario durante períodos de 15 a 30 días con lo cual aumenta la velocidad de emergencia y la proporción de germinación.

Las semillas son dispersadas por aves que comen los frutos, o caen directamente al suelo donde germinan dando lugar a la formación de grupos de tamaño variable generalmente pequeños y ralos en el interior del bosque, densos y de tamaño variable en sitios descubiertos (Muñoz et al, 1993).

Gómez citado por Corella y Muñoz (1997), afirma que de su fruto se extrae una cera que puede ser utilizada de diferentes formas: para la fabricación de velas, jabones, purificación y dureza de la panela y como materia prima de betunes y barnices.

2.17.3 Aspectos ecológicos relacionados con el Laurel de cera

El laurel de cera crece perfectamente en áreas disturbadas donde la competencia con otras especies es escasa, no obstante una vez alcanzado cierto desarrollo admite la presencia de especies arbustivas y arbóreas acompañadas como: pumamaque, (*Oreuponax discolor*), amarillo (*Micoria archeotoma*), salado (*Hedyosum translucidum*) y otras en zonas altas, para zonas bajas guarango (*Mimosa quitensis*), cujaco (*Solanum ovalifolium*),

cucharillo (*Myrsine coriacea*) y otros (Trejos (1960), citado por Muñoz et al., 1993).

Sobre los tallos se asientan varias especies de líquenes y en la posición basal se encuentran algunos musgos (Cuayal y Ramírez (1993), citado por Bravo et al., 1996), se adapta a una gran diversidad de suelos fértiles o incluso estériles, debido a la capacidad de fijar nitrógeno por medio de nódulos, tolerando un gran rango de pH. (Trejos (1960), citado por Muñoz et al., 1993).

2.17.4 Viveros de laurel de cera

Para la producción de árboles de laurel de cera es necesario regar las semillas en germinadores contruidos con materiales que faciliten el drenaje del agua; (capa inferior de 10 centímetros de grava, sobre la cual se deposita una capa de arena de 10 centímetros de altura y como capa superficial una mezcla de suelo: arena de 15 centímetros de espesor), este suelo debe ser previamente desinfectado con productos como agua hervida o formol al 40 por ciento o productos químicos comerciales adecuados, (Muñoz y Luna, 1999).

Según Muñoz y Luna, (1999), la semilla se riega al voleo o en surcos y se cubre con una fina capa de suelo de un grosor equivalente al doble del tamaño de la semilla. La cantidad de semilla por emplear en un área de 10 metros cuadrados es de 1 kilogramo cuando se siembra en surcos y 1.5 kilogramos cuando es al voleo; el porcentaje de germinación del laurel de cera es de 20-25 por ciento; posteriormente se cubre con un umbráculo (sombrió) que puede ser malla polisombra, ramas o costales. Este sombrío ayuda a proteger las semillas de fuertes aguaceros o excesiva cantidad de sol.

2.17.5 Época de producción del Laurel de cera

Según Muñoz y Luna, (199) la mayoría de árboles de laurel empiezan a producir a los tres años de sembrados.

En el departamento de Nariño, Colombia, la época principal de producción esta comprendida entre los meses de junio a septiembre. No obstante, se puede producir desde el mes de mayo en las regiones bajas debido a que poseen mayor temperatura y en las zonas ubicadas en una mayor altura, la cosecha se retarda hasta octubre (Muñoz y Luna, 1999).

El fruto está listo para cosechar cuando adquiere un color grisáceo y cuando al frotarla en las manos no desprende mucha tinta. La cosecha consiste en despuntar las ramas de los árboles y posteriormente sacudirlas para que la semilla caiga. Otro método utilizado es el de "ordeñar" las ramas sin cortarlas. El rendimiento promedio es de 1.5 Kg en árboles de 3 años y de 2.5 Kg en los de seis años (Muñoz et al, 1993).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización de la zona de estudio

El presente ensayo se llevó a cabo en el vivero establecido en la Corporación Autónoma Regional de Nariño (CORPONARIÑO) ubicado en el sector del Barrio la Carolina al suroccidente de la cabecera municipal de San Juan de Pasto con una altura de 2590 msnm y una temperatura de 10 a 12 grados centígrados; la precipitación promedio anual es de 800 mm y una humedad relativa que va de 70% a 80%. La zona de vida a la que pertenece éste sector es de Bosque subhúmedo montano bajo.

3.2 Diseño experimental

Se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y tres replicaciones.

La distribución de los tratamientos se hizo de la siguiente forma:

T1: Siembra al voleo: El área experimental fue de 1 m² y se dejó un espacio de 10 centímetros entre repeticiones. El total del área empleada en este tratamiento fue de 3,20 m². La cantidad de semilla sembrada fue de 100 g por repetición.

En las evaluaciones posteriores al transplante a bolsa del material vegetal producido en éste tratamiento, se tubo en cuenta el efecto de borde y se tomó como área útil 1.90 m².

T2: Siembra en surcos: La unidad experimental fue de 1 m² y se dejó un espacio de 10 centímetros entre repetición; la superficie total fué 3,20 m².

La longitud de los surcos es de 1 metro. La cantidad de semilla sembrada fue de 100 g por repetición.

Al igual que el caso anterior, después del trasplante a bolsa del material vegetal producido en éste tratamiento, se tubo en cuenta el efecto de borde para las evaluaciones posteriores tomando como área útil 1.82 m².

T3: Siembra directa en bolsa: Se emplearon 200 bolsas plásticas de 4x6 cm. En cada una de ellas se sembró cinco semillas de laurel de cera, considerando un porcentaje de germinación del 20%, reportado por Semicol y corroborado por investigaciones realizadas de la especie, sembrando en total 10 gm de semilla (Figura 2).

T4: Siembra directa en bandejas germinadoras: Se emplearon 5 bandejas de 40 alvéolos cada una, de 24.8 cm x 39.8 cm. Se sembraron cinco semillas por alvéolo, al igual que en el caso anterior (Figura 3).

3.3 Características de la cama germinadora, bolsas de polietileno y bandejas germinadoras

El ensayo se realizó en una cama germinadora ubicada en el vivero de Corponariño, la cuál esta construida en ladrillo y posee las siguientes dimensiones: 1 m de altura, 10 metros de largo y 1 metro de ancho, en su parte inferior posee respiraderos que le permiten drenar el agua para así evitar estancamientos que pueden producir proliferación de hongos y/o bacterias.

Para la producción de árboles de laurel de cera es necesario regar las semillas en germinadores que posean una capa inferior de 10 cm de grava, sobre la cual se deposita una capa de arena de 10 cm de altura y como capa

superficial una mezcla de tierra – arena de 15 cm de espesor (Muñoz y Luna 1999).

El tipo de bolsa que se utilizó para el transplante de las plántulas producidas en los tratamientos T1 y T2 fue de polietileno negro de 3 x 5 cm con una capacidad de 250 gm de suelo. Para el tratamiento de siembra directa en bolsa el tamaño fue de 4 x 6 cm con una capacidad de 400 gm.

Las bandejas germinadoras son de material plástico, sus dimensiones son de 24.8 cm por 39.8 cm las cuales se pueden reutilizar para varios ciclos de producción. Cada bandeja posee 40 conos cuya capacidad, por alvéolo, es de 100 gm de suelo.

Para evitar el enraizamiento de las plántulas en el suelo, las bandejas se colocaron en un soporte de alambre galvanizado y varillas a una altura de 50 cm.

3.4 Análisis del suelo empleado en el experimento

Para determinar el tipo de suelo que se utilizó en el ensayo se realizó un análisis de suelo a una muestra recogida del vivero de Corponariño con el fin de especificar sus propiedades fisicoquímicas.

3.5 Labores culturales

3.5.1 Preparación de la cama de germinación

Las camas germinadoras se prepararon previamente a la siembra. Teniendo en cuenta que éstas se encuentran en un continuo uso debieron ser desinfectadas para evitar el ataque de enfermedades a las semillas. Esto

se realizó con un desinfectante líquido, en una proporción de 15 cm³ de formol comercial por litro de agua.

Además, se eliminaron los residuos de material vegetal y contaminantes para evitar la aparición o presencia de patógenos, plagas, etc.

3.5.2 Siembra

A una muestra de las semillas que se utilizarían en la investigación se les realizó una prueba de viabilidad con 2,3,5 cloruro de trifenil – tetrazolio, las 100 semillas fueron inicialmente sumergidas en agua durante 4 días con cambio diario y partidas por la mitad para colocarlas en una solución de tetrazolio al 1% durante 24 horas a una temperatura de 20°C. El conteo se hizo con la ayuda de un estereoscopio.

Este análisis se realizó con el fin de corroborar el porcentaje de germinación reportado por Semicol, el cual corresponde al 20% para finalmente especificar el número de semillas que se sembrarían por bolsa y por alveoló.

Teniendo en cuenta esta prueba se puede deducir que el porcentaje de viabilidad de las semillas utilizadas en el experimento es del 30%. Lo que contrasta con el porcentaje de germinación del laurel de cera, que según Semicol y las investigaciones realizadas de esta especie es del 20%, indicando así que no todas las semillas viables van a germinar; ya que esto



Figura 1. Siembra de semillas de laurel de cera para el tratamiento 3, siembra directa en bolsas.

Autores: Mónica Patricia Riascos Eraso
Mario Fernando Fajardo Santander



Figura 2. Siembra de semillas de laurel de cera para tratamiento 4, siembra directa en bandejas germinadoras.

Autores: Mónica Patricia Riascos Eraso
Mario Fernando Fajardo Santander



Figura 3. Siembra de semillas de laurel de cera para tratamiento 1 (siembra al voleo) y tratamiento 2 (siembra en surcos).

Autores: Mónica Patricia Riascos Eraso
Mario Fernando Fajardo Santander

puede estar determinado por factores externos a la semilla como condiciones adversas de clima o suelo y causas internas como la latencia y letargo de la misma.

Los resultados obtenidos en el análisis de viabilidad se presentan en la tabla 6 y en las figuras de la 1 a la 4.

Las semillas se sembraron a una profundidad de 5 mm, considerando que esta se debe encontrar cubierta por una capa de suelo equivalente a dos veces el tamaño de la semilla.

Teniendo en cuenta los anteriores criterios se sembró 5 semillas por bolsa y por alveólo para asegurar la germinación de por lo menos 1 plántula por unidad (Figura 5 y 6).

En los tratamientos de siembra al voleo y siembra en surcos se sembró 100 gm de semilla para cada repetición obteniendo un total de 300 gm por tratamiento(Figura 7).

3.5.3 Malla sombra

Después de la siembra de la semilla de laurel de cera se colocó hierba y tamo seco para retener la humedad. Posteriormente se cubrió con la malla polisombra para evitar que la fuerza del agua de lluvia o de riego dejen al descubierto las semillas.

3.5.4 Riego

Ya que el riego en la etapa de germinación es de primera necesidad, éste se aplicó según las condiciones climáticas.

Considerando las condiciones normales, se realizó pasando un día mediante riego de gota muy fina para evitar levantar el suelo del germinador.

3.5.5 Fertilización

A lo largo del ensayo se realizaron dos fertilizaciones con 15-15-15 y úrea en proporciones de 150 gm y 50 gm respectivamente para un germinador de 10 m², recomendado por el personal técnico de Corponariño.

La primera fertilización se hizo al mes de la siembra y la segunda en el momento del transplante de los tratamientos 1 y 2, aproximadamente a los 5 meses.

3.5.6 Control de malezas

Para garantizar el normal desarrollo de las plántulas se llevó a cabo una erradicación manual de malezas cada 15 días en todas las etapas de la producción.

3.5.7 Transplante a bolsa

Las plántulas de los tratamientos 1 (siembra al voleo) y 2 (siembra en surcos), fueron transplantadas a los cinco meses de la siembra utilizando para este procedimiento bolsas de polietileno de 3x5 cm.

Debido a que la germinación no fue homogénea en el momento de transplante las plántulas no tenían la misma altura, así que se las distribuyó de tal forma que las más altas quedarán en la parte delantera de los bloques y las de menor altura en la parte de atrás de los mismos, para evitar que estas tengan que competir por la obtención de luz y espacio. Para el

transplante se tuvo en cuenta que la distribución de las plántulas se hiciera por bloques de acuerdo a la instalación inicial en la cama germinadora (Figura 13).

3.6 Evaluación

Para el momento de las evaluaciones en los cuatro tratamientos se aplicó el efecto de borde.

3.5.3 Germinación

Los datos se registraron cada 15 días, para un total de 7 lecturas durante todo el periodo experimental; teniendo en cuenta el tiempo y el sistema de producción.

Para el desarrollo de la investigación se empleó semilla procedente de la empresa productora de semillas Semicol.

3.6.2 Porcentaje de mortalidad de transplante

Después de 30 días del transplante a bolsa de los tratamientos 1 y 2 se realizó un conteo del material vegetal muerto, donde la mayoría eran plántulas con alturas menores a los 3 cm. Los datos se llevaron a porcentaje para luego ser comparados mediante una prueba de t.

3.6.3 Altura

Debido a que la germinación del laurel de cera no fue homogénea, en cada tratamiento se obtuvieron plántulas de diferentes tamaños, lo que llevó a que en la toma de datos los bloques se dividieran en tres estratos diferentes: plántulas altas (mayores a 7 cm), medianas (3 a 6,9 cm) y pequeñas

(menores de 3 cm) tomando como muestra 10 plántulas por cada estrato, obteniendo un total de 30 plántulas por bloque y 90 por tratamiento, tanto para el tratamiento 1 como para el 2.

En los tratamientos 3 y 4 se trabajó con una muestra de 45 plántulas seleccionadas al azar y al igual que los tratamientos anteriores los datos se dividieron en tres rangos de altura, con 15 unidades cada uno.

El número de plántulas tomadas como muestra en los tratamientos T3 y T4 difiere de los tratamientos T1 y T2, puesto que el área experimental fue menor; con 1 metro cuadrado para T3 y con 5 bandejas germinadoras para T4.

Las lecturas se realizaron teniendo en cuenta la longitud comprendida entre la base del tallo y la yema apical.

3.6.4 Vigor

Se consideró que el vigor de las plántulas está relacionado con el número de hojas, altura y grosor del tallo.

Para esto se asignó un valor ponderado a las tres variables basándose en los criterios teóricos de Fogg, (1987), sobre el funcionamiento e importancia de cada una de ellas, Sin omitir que el crecimiento de cualquier parte de una planta no es independiente si no que se halla perfectamente coordinado con el de las partes restantes.

La evaluación de vigor se realizó tomando los promedios totales por tratamiento de cada una de las observaciones realizadas a las plántulas muestreadas: altura, grosor del tallo y número de hojas. Teniendo en cuenta los criterios propuestos por Fogg (1987), del funcionamiento de cada parte

de la planta, el ponderado para evaluar el vigor en los cuatro tratamientos se determinó así:

Número de hojas: El crecimiento de una planta depende de la fotosíntesis la cuál se lleva a cabo en las hojas. Según esto se consideró que del número de hojas que posea una planta dependería en gran parte su desarrollo, por esto se le da un valor ponderado de 0.5.

Altura: Es una medida solo de la parte aérea y no tiene en cuenta otros aspectos como grosor del tallo y ramificación, siendo un parámetro que no evalúa el crecimiento de la planta en general. De acuerdo con esto se le asigna un valor ponderado de 0.3.

Grosor del tallo: El tallo es un órgano que depende de los nutrientes que tanto la raíz como las hojas captan del suelo y la atmósfera, respectivamente. Según lo anterior se le asignó un valor de 0.2.

La fórmula para calcular el vigor se determinó de la siguiente manera:

$$VT = (N \times 0.5) + (A \times 0.3) + (G \times 0.2)$$

Donde:

VT : Vigor de las plantas del tratamiento

N: promedio número de hojas del tratamiento

A: promedio altura del tratamiento

G: promedio grosor del tallo del tratamiento

Los datos de número de hojas se tomaron en general al total de la planta; el grosor del tallo se evaluó en la base del mismo y la altura desde la base al

ápice, con la misma unidad experimental de las evaluaciones anteriores (T1 y T2 90 plantas cada uno, T3 y T4 45 plantas cada uno).

3.6.5 Tiempo de transplante a sitio definitivo

Según Muñoz y Luna (1999), a los 90 días después del transplante la planta de laurel de cera alcanza una altura alrededor de 30 cm, propicia para ser llevada a plantación en sitio definitivo.

Para determinar la edad de transplante a sitio definitivo se tuvo en cuenta tres aspectos:

Amarre del sustrato de las raíces, enroscamiento de raíces o distribución de estas dentro del envase y enraizamiento al suelo; es decir, cuando las raíces traspasan la bolsa o el envase y se anclan en la superficie.

En este experimento el tiempo de transplante a sitio definitivo se asoció con la altura alcanzada por las plantas, para tener un mejor criterio de evaluación y resultados más precisos. Para esta evaluación se tomaron 6 rangos diferentes de altura: 3 cm, 5 cm, 9 cm, 11 cm, 13 cm, 15 cm que fue la máxima altura encontrada. Dicha valoración se efectuó en 5 plantas por rango es decir en 30 plantas por tratamiento.

Se considera que las plantas que están en condiciones de transplante, son aquellas que han logrado un amarre adecuado del sustrato, hasta el punto en que no haya excesivo enroscamiento de raíces ni grados elevados de enraizamiento al suelo.

3.6.6 Análisis económico

El método empleado para el análisis económico para cada tratamiento fue el de presupuesto parcial (Barros, 1987) y se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

a). Costo del suelo. Se refiere a la empleada para los germinadores, llenado de bolsas y bandejas.

El análisis se hizo teniendo en cuenta el costo de 5 m³ de suelo puesto en el vivero de Corponariño.

b). Costo de fertilizantes y pesticidas. Para esto se consideró el precio comercial y las cantidades utilizadas por tratamiento.

c). Valor de la semilla. Se calculó de acuerdo al precio comercial establecido por una firma productora de semillas certificadas.

d). Costo de bolsas y bandejas. Se calculó de acuerdo a la cantidad utilizada y su valor especificado por las casas distribuidoras.

e). Infraestructura. Se determinó para los tratamientos de siembra al voleo, siembra en surcos y siembra en bandejas, considerando los costos de los materiales utilizados para la construcción del germinador y las estructuras que soportan las bandejas.

f). Mano de obra. Se calcularon los jornales empleados para transplante, llenado de bolsas, llenado de bandejas y mantenimiento de las plántulas.

Con el fin de tener una misma unidad de comparación, tanto los costos como los ingresos se extrapolaron para la producción obtenida en 10 m² .

Los ingresos se calcularon teniendo en cuenta los árboles producidos y un precio de venta de \$160 por unidad, que es el valor por árbol en Corponariño.

La diferencia entre ingresos y egresos en cada uno de los tratamientos permitió calcular el ingreso neto.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis del suelo empleado en el experimento

De acuerdo con la Tabla 1 del Apéndice, referente al análisis de suelo se puede decir que este cuenta con buena infiltración y permeabilidad, regular fertilidad y capacidad de retención de humedad y baja resistencia a la erodabilidad.

Además, presenta altos contenidos de materia orgánica, calcio de cambio, nitrógeno total y capacidad de intercambio catiónico.

El contenido de Potasio y Boro es medio. El fósforo aprovechable, magnesio, manganeso, cobre y zinc se encuentran en cantidades bajas.

El pH es fundamentalmente ácido y la relación calcio/magnesio es amplia. El porcentaje de saturación de Aluminio es alto aproximadamente de 4.7%. De acuerdo a estos resultados fue necesario fertilizar con 15-15-15 para solventar el déficit nutricional y la aplicación de urea, para equilibrar la acidez del suelo y los contenidos de bases.

Aunque el laurel de cera no es una especie exigente en suelos (Muñoz y Luna, 1999), las condiciones físico-químicas del sustrato utilizado en el experimento favorecen en el desarrollo inicial de las plántulas; conjuntamente con un riego y una fertilización adecuados.

4.2 Germinación de las semillas de laurel de cera en los diferentes tratamientos.

La germinación de las semillas de laurel utilizadas en el experimento, no fue homogénea; fenómeno que se atribuye a la liberación de procesos de latencia de la semilla (Figura 8). Las primeras plántulas emergidas se

observaron a los cuarenta días después de la siembra presentandose un porcentaje de germinación relativamente bajo con 1.1% para T1, 0.8% para T2 y 0% para T3 y T4, el cual va incrementando progresivamente.

El porcentaje de germinación a los 130 días (Tabla 8), después de sembrada la semilla oscila entre el 11.25% y 24.32%, correspondiendo la primera cantidad al tratamiento T1 (siembra al voleo) y el segundo valor al tratamiento T4 (siembra directa en bandejas germinadoras). Lo anterior indica en principio, que hay una diferencia de 12% entre uno y otro tratamiento (Gráfico No. 1).

De acuerdo con la tabla 7 del apéndice, la germinación después de los 100 días, se aumenta considerablemente llegando a duplicarse a las semillas germinadas en los 15 días siguientes. De estos resultados se puede inferir, en términos generales, que el laurel germina hasta los 130 días.

El ANDEVA (Tabla 2 del apéndice), para los porcentajes de germinación indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos, pero al realizar la prueba de Tukey los porcentajes de germinación de cada uno de los tratamientos no presentan diferencias estadísticas.

Se considera que la igualdad estadística entre los tratamientos se debe a la homogeneidad en las condiciones de siembra como: el sustrato, fertilización, labores culturales en general y condiciones climáticas como humedad relativa, temperatura entre otras.

Los resultados de este ensayo, difieren del porcentaje de germinación reportado por la literatura.

Tabla 1

**Porcentaje de germinación quincenal de semillas de laurel de cera
(*Myrica pubescens* H&B ex Willd)**

Tratamientos	Días después de la siembra							Total % Germinación
	40	55	70	85	100	115	130	
Siembra al voleo	0.046	0.143	0.273	0.315	0.98	2.402	4.2	4.2
Siembra en surcos	0.048	0.174	0.27	0.282	0.32	2.112	6	6
Siembra directa en bolsas	0	0	0.032	0.064	0.223	2.170	15.96	15.96
Siembra directa en bandejas germinadoras	0	0	0.026	0.079	0.2	1.375	13.1	13.1

Tabla 2

Porcentaje total de germinación de semillas de laurel de cera (*Myrica pubescens* H&B ex Willd) a los 130 días

Tratamiento	Total semillas germinadas	Total semillas sembradas (g) *	Germinación Total (%)	Valores ajustados**
Siembra al voleo	1254	300	4.2	11.25
Siembra en surcos	1799	300	6	14.02
Siembra directa en bolsas	158	10	15.96	23.35
Siembra directa en bandejas germinadoras	128	10	13.1	24.32

- Considerando que 100 g tienen 10.000 semillas de laurel de cera

** Valores ajustados para el análisis de varianza mediante la fórmula:

$$Y = \text{arc sen } \sqrt{\%/100}$$

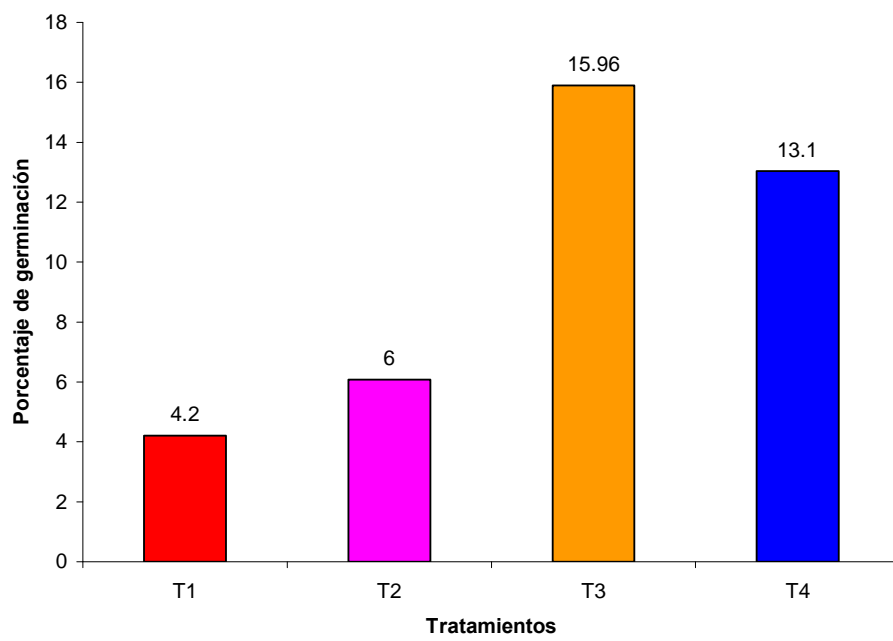


Gráfico 1 Germinación de laurel de cera (*Myrica pubescens* H&B ex Willd) en los cuatro tratamientos



Figura 4 Germinación de laurel de cera de el tratamiento 1, donde se observa la desuniformidad en cuanto a la época de emergencia.

Autores: Mónica Patricia Riascos Eraso
Mario Fernando Fajardo Santander

Según investigaciones realizadas en Semicol dicho porcentaje corresponde al 25% encontrando así que el tratamiento que más se acerca es T4 con 24.32% seguido por T3 con 23.35%, T2 con 14.02% y T1 con 11.25%.

Esta diferencia se puede atribuir al estado de madurez fisiológica de la semilla la cual y según información verbal de los viveristas de Corponariño, es susceptible a periodos prolongados de almacenamiento.

4.3 Porcentaje de mortalidad de transplante

El transplante se efectúa a los 150 días de la siembra, cuando más del 50% de plántulas alcanzaron una altura de 4 a 6 cm (Figura 9).

El mayor porcentaje de mortalidad se presentó en el tratamiento de siembra en surcos (T2) con 42.7% seguido por el tratamiento de siembra al voleo (T1) con 6.3% (Tabla 10 del apéndice). Según el resultado obtenido en la prueba de t (0.249288), (tabla 11 del apéndice) y comparándolo con el valor tabulado al 95% de probabilidad (4.303) no existe diferencia estadística entre los tratamientos, lo que puede darse debido a que las condiciones de transplante fueron las mismas en los dos tratamientos

Cabe anotar que el mayor número de plántulas muertas fueron las que presentaron al momento del transplante alturas inferiores a los 3 cm (Figura 10).

Este fenómeno se puede atribuir al hecho de que plántulas pequeñas con alturas inferiores a los 3 cm son susceptibles a condiciones adversas de clima o suelo durante y/o después del transplante a bolsa. Considerando lo anterior se asume que en el tratamiento T2 (siembra en surcos), se presentó un mayor número de plántulas con alturas inferiores a los 3 cm y por consiguiente mayor número de plántulas muertas.

Tabla 3

Porcentaje de mortalidad de transplante a bolsa de las plántulas de los tratamientos 1 y 2

Repetición	T1 (%)	T2 (%)
I	1.91	29.18
II	1.83	6.56
III	2.55	7
III. Total	6.30	42.70
	t *	1.6

* Prueba de significancia de t



Figura 5 . Distribución de los tratamientos 1 y 2 en el transplante a bolsa

Autores: Mónica Patricia Riascos Eraso
Mario Fernando Fajardo Santander



Figura 6. Mortalidad del laurel de cera, de los tratamientos 1 y 2; después del transplante a bolsa, destacándose las plántulas de menor tamaño.

Autores: Mónica Patricia Riascos Eraso
Mario Fernando Fajardo Santander

En el tratamiento 1 (siembra al voleo) las semillas quedaron distribuidas de forma homogénea lo que facilitó el normal desarrollo de las plántulas una vez emergidas. Por el contrario en el tratamiento 2 (siembra en surcos) las semillas no tenían el espacio adecuado en cada surco, dificultando así el crecimiento de las plántulas.

4.4 Altura de las plántulas de laurel de cera

La altura promedio obtenida por las plántulas a los siete meses de la siembra se presenta en la tabla 12 del apéndice. En ésta se observa que el tratamiento con el mayor promedio fue de 8.7 cm que corresponde a T1 le siguen 7.17 cm (T3), 6.3 cm (T2) y 4.7 cm (T4).

El ANDEVA para altura muestra que se encuentra diferencia significativa entre los promedios de los tratamientos. En la prueba de significancia de Tukey se presentan diferencias estadísticas entre los tratamientos T1 y T4 con promedios de 8.66 cm y 4.73 cm respectivamente; se presenta a demás igualdad estadística entre T1 con 8.66 cm, T3 con 7.17 cm, T2 con 6.26 cm y entre T3 – T2 – T4 (Gráfico No. 3).

De lo anterior se puede decir que en los tratamientos 1 – 3 – 2 se obtuvieron mejores resultados ya que presentan los mayores promedios de altura.

Tanto el tratamiento 1 como el 2 llevaron un proceso de transplante de germinador a bolsa de polietileno a la edad de tres meses, haciendo una selección según la altura y ubicando en el almácigo las plántulas de mayor a menor tamaño, con el fin de que las más pequeñas no tuvieran limitaciones en cuanto a la consecución de luz y espacio.

El promedio de crecimiento mensual en altura para cada uno de los tratamientos corresponde a: 1.23 cm para T1, 1.02 cm para T3, 0.89 cm

Tabla 4

Valores correspondientes a altura de plántulas de laurel de cera a los siete meses de edad

Tratamiento	Bloque	Promedio de altura por repetición (cm)	Promedio de altura por tratamiento (cm)
T1	I	11.9	8.66
	II	8.9	
	III	5.2	
T2	I	10.1	6.26
	II	5.5	
	III	3.2	
T3	I	11.03	7.17
	II	6.4	
	III	4.1	
T4	I	6.3	4.73
	II	4.6	
	III	3.3	

Tabla 5

Promedio de crecimiento en altura mensual de plántulas de laurel de cera hasta los siete meses

IV. Tratamiento	Crecimiento mensual (cm)
T1 (Siembra al voleo)	1.23
T2 (Siembra en surcos)	0.89
T3 (Siembra directa en bolsas)	1.02
T4 (Siembra en bandejas germinadoras)	0.67

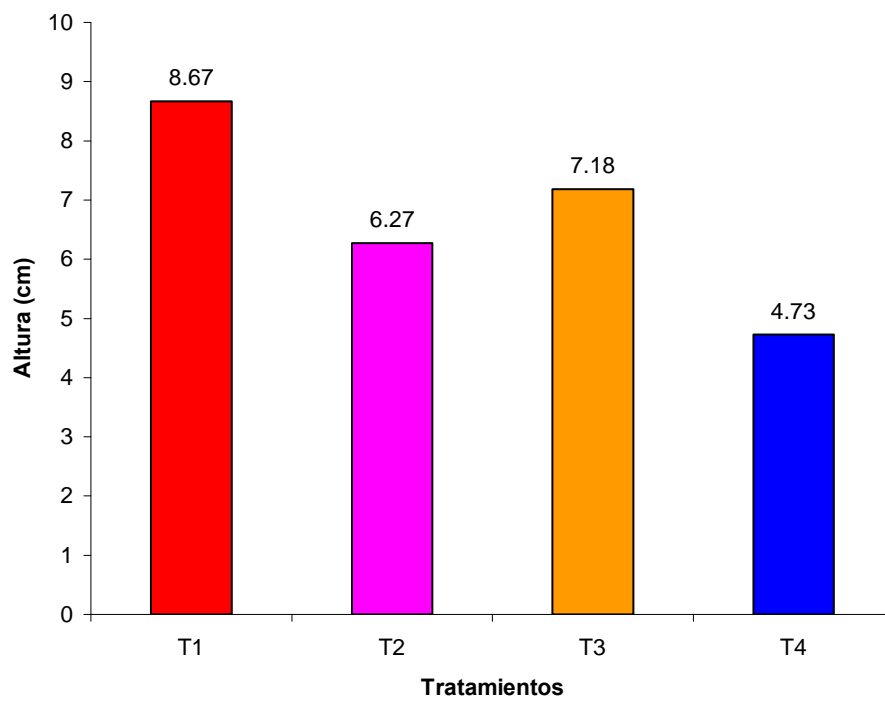


Gráfico 2 Promedios de altura de plántulas de laurel de cera de los cuatro tratamientos

para T2 y 0.67 cm para T4. Estas diferencias pueden atribuirse a que: En el tratamiento 1 la distribución homogénea de las semillas en el germinador les permitió a las plántulas desarrollarse mejor, para el tratamiento 3 se utilizaron bolsas de 4 x 6 cm proporcionando mayor espacio para el crecimiento de raíces, en el tratamiento 2 la distribución en surcos de la semilla dificultó el normal desarrollo, debido al reducido espacio entre plántulas; lo que hizo que al momento de transplante se presentaran plántulas de menor altura y por último en el tratamiento 4 la capacidad de los alvéolos de cada bandeja estaba por debajo de la capacidad de las bolsas utilizadas en los demás tratamientos.

En el tratamiento 4 los alvéolos son de material rígido que no permite expandir su capacidad cuando las raíces empiezan a desarrollarse, llevando esto a una compactación del suelo que restringe en forma general el crecimiento de la planta.

4.5 Grosor del tallo.

El ANDEVA (Tabla 2 del apéndice) indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos, encontrándose que en la prueba de significancia de Tukey existe diferencia estadística entre T1 con 2.836 mm y T2 con 2 mm, a su vez se presenta igualdad estadística entre T1 – T3 con 2.18 mm – T4 con 2.10 mm y entre T3 – T4 – T2 (Gráfico No. 4).

El tratamiento con el mayor promedio es T1 con 2.83 mm y el más bajo T2 con 2 mm encontrando una fluctuación de 0.83 mm entre estos tratamientos la cual corresponde al 29.3% (Tabla 12 del apéndice).

Tabla 6

**Valores correspondientes a grosor del tallo de plántulas de laurel de
cera a los siete meses de edad**

Tratamiento	Bloque	Promedio grosor tallo por repetición (mm)	Promedio grosor tallo por tratamiento (mm)
T1	I	3.6	2.83
	II	2.9	
	III	1.9	
T2	I	2.6	2.0
	II	2.0	
	III	1.4	
T3	I	3.3	2.18
	II	1.9	
	III	1.3	
T4	I	2.6	2.10
	II	2.1	
	III	1.6	

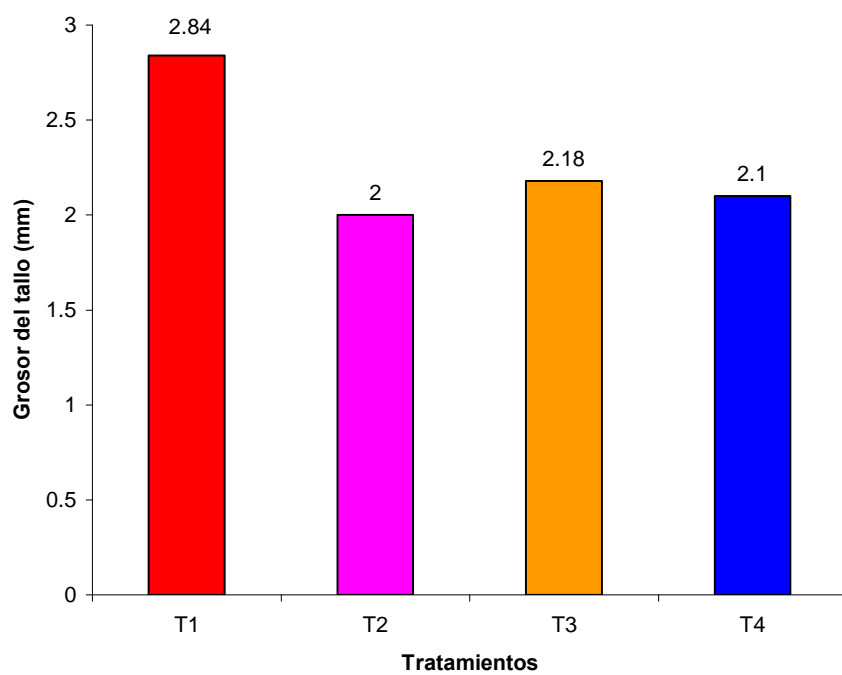


Gráfico 3 Promedios de grosor del tallo de plantulas de laurel de cera en los cuatro tratamientos

De lo anterior se puede concluir que en cuanto a grosor del tallo los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos T1 – T3 – T4 ya que presentan los mayores promedios.

4.6 Número de hojas.

En la Tabla 14 del apéndice se indican los promedios de número de hojas de las plántulas obtenidos a los siete meses de la siembra. Apreciándose que el tratamiento con el mayor promedio es T3 con 25.63 hojas y el tratamiento con el promedio más bajo es T4 con 15.40 hojas.

El ANDEVA (Tabla 4 del apéndice) para número de hojas muestra que existe diferencia estadística entre los tratamientos. Una vez realizada la prueba de Tukey se concluyó que existe diferencia estadística entre T3 y T4 con promedios de 25.63 y 15.40 hojas respectivamente e igualdad entre los tratamientos T3, T1 con 24.2 hojas y T2 con 16.63 hojas.

Estas diferencias pueden presentarse debido a los cambios que sufrieron las plántulas de los tratamientos.

Los tratamientos T1 y T2 como ya se describió anteriormente, el material vegetal fue transplantado a los 150 días de edad a bolsas de polietileno de 3 x 5, en cambio las plántulas del tratamiento 3 se desarrollaron en bolsas más grandes de dimensiones de 4 x 6.

Según los datos obtenidos, se puede determinar que las bolsas de 4 x 6 que tienen mayor capacidad; ofrecen mas espacio para el crecimiento de la raíz, se observó que las plantas presentan un incremento en el área foliar, en comparación con los demás tratamientos, lo que permite que los procesos

Tabla 7

Valores correspondientes al número de hojas en plántulas de laurel de cera a los siete meses de edad

Tratamiento	Bloque	Promedio # hojas por repetición	Promedio # hojas por tratamiento
T1	I	29.2	24.20
	II	26	
	III	17.4	
T2	I	21	16.63
	II	17.5	
	III	11.4	
T3	I	36.2	25.63
	II	24	
	III	16.7	
T4	I	16.9	15.40
	II	15.9	
	III	13.4	

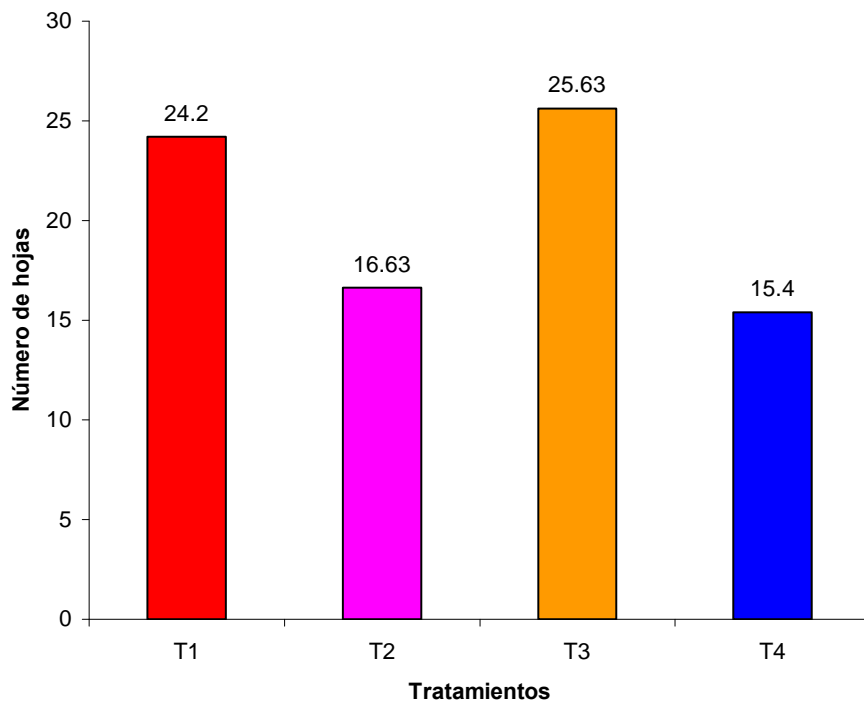


Gráfico 4 Promedio de número de hojas de plántulas de laurel de cera de los cuatro tratamientos

fotosintéticos conduzcan a una mayor concentración de carbohidratos lo que conlleva a un mejor crecimiento.

Las bandejas utilizadas en el ensayo tenían menor capacidad en relación a los demás tratamientos. Cada alveólo presentaba la capacidad de 100 gm contrastando con las bolsas de 3 x 5 cm y 4 x 6 cm las cuales albergan 250 y 450 gm respectivamente, lo que obliga a las raíces a crecer en forma horizontal haciendo que las plántulas se enraícen en menor tiempo al suelo.

4.7 Vigor de las plantas de laurel de cera

De acuerdo a la fórmula propuesta y basada en los criterios de Fogg (1987) en el capítulo de Materiales y Métodos: $VT = (N \times 0.5) + (A \times 0.3) + (G \times 0.2)$ los resultados obtenidos se presentan en la tabla 14 del apéndice.

La siembra directa en bolsas es el sistema que presenta plántulas de mayor vigor con un valor ponderado de 14.90, seguido por siembra al voleo con 14.68, siembra en surcos con 10.17 y siembra directa en bandejas germinadoras con 9.28.

Se atribuye que lo anterior se debe a que las plántulas del tratamiento 3 no tuvieron que soportar el estrés provocado por el trasplante como en el caso de los tratamientos 1 y 2. A demás el tipo de bolsa utilizado para éste tratamiento tiene una mayor capacidad y por consiguiente un mayor espacio para el desarrollo de la raíz lo que favorece el crecimiento de la planta en general.

Tabla 8

Valores correspondientes a vigor de plántulas de laurel de cera a los siete meses de edad

Concepto	T1		T2		T3		T4	
	x	factor	X	factor	x	factor	x	factor
Número de hojas (0.5)	24.20	12.1	16.63	8.31	25.63	12.82	15.40	7.7
Grosor del tallo (0.3)	2.83	0.85	2.00	0.6	2.18	0.65	2.1	0.63
Altura (0.2)	8.66	1.73	6.26	1.26	7.17	1.43	4.73	0.95
Valor total (equivalente al Vigor)	14.68		10.17		14.90		9.28	

4.8 Altura recomendable para transplante a sitio definitivo

Una vez llevada a cabo el análisis de las raíces de las plántulas de laurel de cera de los tratamientos 1 y 2 se pudo precisar las siguientes características:

3 cm: No se observa que las raíces hayan atravesado la bolsa, tampoco se presenta síntomas de enrozcamiento.

Las raíces son débiles y no amarran bien el sustrato

5 cm: Se presenta un leve enrozcamiento de raíces. No hay un buen amarre del sustrato, ya que éste se desmorona al quitar la bolsa.

7 cm: Las raíces son más gruesas y más fuertes, se presenta un mejor amarre del sustrato y la raíz aun no a traviesa la bolsa (Figura 14).

9 cm: Se comienza a observar que la raíz a traviesa la bolsa y hay enraizamiento al suelo. Las raíces amarran totalmente el sustrato aunque se presenta mayor enrozcamiento (Figura 14).

11 cm: Las raíces comienzan a agruparse en determinada zona de la bolsa observando una aglomeración de éstas (Figura 5).

15 cm: Se presenta el caso anterior, las raíces son mas gruesas y amarran muy bien el sustrato (Figura 15).

Teniendo en cuenta las especificaciones anteriores se concluye que la altura recomendable de transplante para el tratamiento 1 y 2 con bolsas de 3 x 5 es de 7 a 9 cm; ya que se presenta un mayor amarre del sustrato, mínima mal formación de raíces y bajos niveles de enraizamiento al suelo



Figura 7. Estado de la raíz de plántulas de laurel de cera a alturas de 7 cm correspondientes a los tratamientos 1 y 2

Autores: Mónica Patricia Riascos Eraso
Mario Fernando Fajardo Santander



Figura 7. Estado de la raíz de plántulas de laurel de cera de 9 cm correspondientes a los tratamientos 1 y 2

Autores: Mónica Patricia Riascos Eraso
Mario Fernando Fajardo Santander

Para los casos de los tratamientos 3 y 4 se evaluaron solo tres alturas ya que se presentaron similitudes entre algunas de ellas, encontrando las siguientes características:

5 cm: Se observan raíces pero no hay un amarre satisfactorio del sustrato. En ambos tratamientos se dificulta la manipulación de la plántula; ya que al quitar la bolsa o al extraerla del alvéolo, el suelo se desmorona.

11 cm: Las raíces del tratamiento 3 y 4 amarran totalmente el suelo, lo que proporciona una mejor manipulación al momento de quitar la bolsa o extraer la plántula del alveólo.

Las raíces son más fuertes, no se presenta aglomeración y por el contrario hay una buena distribución de estas.

Teniendo en cuenta lo anterior se concluye que la altura recomendable para transplante en los tratamientos 3 y 4 con bolsas de 400 gm y bandejas de 100 gm de suelo, es la de 11 cm; debido a que presenta mejor amarre del suelo y buena distribución de raíces.



Figura 8. Plántula de laurel de cera de 15 cm de altura, se observa en el tratamiento 2, una excesivo aglomeración de raíces.

Autores: Mónica Patricia Riascos Eraso
Mario Fernando Fajardo Santander



Figura 9. Estado de la raíz de plántulas de laurel de cera a alturas de 3 y 5 cm correspondientes a los tratamientos 3 y 4

Autores: Mónica Patricia Riascos Eraso
Mario Fernando Fajardo Santander



Figura 10. Distribución de las raíces de cuatro alturas diferentes, en plántulas del tratamiento 4.

Autores: Mónica Patricia Riascos Eraso
Mario Fernando Fajardo Santander

4.9 Análisis económico

De acuerdo a las variables expuestas en la tabla 9 y como se indica en la tabla 10, para el análisis económico, se tiene que el tratamiento con los menores costos de producción es el T3 con \$53.667 contrastando con el T2 con \$215.053 el cual presenta los mayores costos de producción.

El mayor ingreso total por concepto de venta de plántulas corresponde al tratamiento T1 con \$626.700, ya que en éste se obtuvo la mayor producción, considerando los totales de germinación.

Finalmente si se compara el ingreso total con los costos de producción se deduce que el tratamiento con el mayor ingreso neto es T1 (siembra al voleo) con \$441.775 convirtiéndose éste en el mas recomendable si se habla en términos económicos.

Tabla 9

Descripción de materiales e insumos utilizados en el ensayo

CONCEPTO	CANTIDAD				VALOR UNITARIO
	T1	T2	T3	T4	
Tierra para siembra (Kg)	900	900	240	121.6	15000/m ³
Tierra para trasplante (Kg)	313.5	449.8			15000/m ³
Semilla (gm)	300	300	30	60.8	70000/kg
Bolsas de polietileno	1254	1799	600		300/ 100 unidades
Bandejas germinadoras				31	6000/cada una
Jornales (día)					
Siembra de germinadores	1	1			8000
Siembra en bolsas			1		8000
Siembra de bandejas				1	8000
Trasplante	1	1			8000
Germinador	1	1			
Soportes para bandejas germinadoras				1	42460

Tabla 10

Costos de producción de los cuatro tratamientos propuestos en el ensayo para 10 m²

Concepto	Valor Total			
	T1	T2	T3	T4
Costo de la tierra	21250	21250	20000	10131.3
Costo tierra para trasplante	26125	37479.3		
Costo semilla	70000	70000	7000	14183
Costo bolsas	12550	17990	10000	
Costos bandejas				65846.67
Jornales				
Siembra germinadores	8000	8000		
Siembra bolsas			16666.7	
Siembra de bandejas				20000
Trasplante	33333.3	46666.7		
Construcción de germinador	16666.6	16666.6		
Soportes para las bandejas germinadora				12866.7
Ingresos venta de las plántulas	626700	549335	252800	421335
Total costos de producción	187924.9	218052.6	53666.7	123027.7
Ingreso Neto	438.775,1	331.282,4	199.133,3	298.307,3

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

5.1.1 De acuerdo a la evaluación de las variables: número de hojas, grosor del tallo y altura correlacionadas para determinar el vigor del material vegetal producido, se obtuvo que el mejor tratamiento es el de siembra directa en bolsa, seguido por siembra al voleo, siembra en surcos y siembra en bandejas germinadoras.

5.1.2 Teniendo como base las variables económicas y de vigor expuestas en la investigación, se recomienda la siembra al voleo (T1) como sistema de producción de plántulas de laurel de cera; ya que su ingreso neto es 221.8% mayor que el de siembra directa en bolsa (T3) y a su vez el vigor alcanzado por este tratamiento es 1.5% menor que el de T3.

5.1.3 El transplante del material vegetal con alturas inferiores a los 3 cm representa porcentajes altos de mortalidad; tal como se presentó en los tratamientos 1 y 2 con 6.3% y 42.7% respectivamente.

5.2 Recomendaciones

5.2.1 Realizar evaluaciones que se relacionen con el desarrollo y comportamiento de las plantas de diferentes alturas transplantadas al sitio definitivo.

5.2.2 Analizar métodos pregerminativos que faciliten la germinación de la semilla.

5.2.3 Llevar a cabo estudios tendientes a precisar si las condiciones y periodos prolongados de almacenamiento afectan la viabilidad y madurez fisiológica de la semilla.

5.2.4 Evaluar la incidencia de los cuatro tratamientos en el transplante del material vegetal al sitio definitivo.

VI. RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el vivero establecido en la Corporación Autónoma Regional de Nariño – Corponariño, ubicado en el sector del Barrio La Carolina al Sur occidente de la cabecera municipal de San Juan de Pasto, con una altura de 2590 msnm y una temperatura de 10 a 12 grados centígrados.

Mediante esta investigación se evaluó cuatro sistemas de producción de plántulas: Siembra al voleo en germinador (T1), siembra en surcos en germinador (T2), siembra directa en bolsa (T3) y siembra directa en bandejas germinadoras (T4), con el fin de determinar el desarrollo de las plántulas en cada uno de los sistemas.

Se empleó un diseño de bloque al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. El área experimental para los tratamientos fue de 3,20 m² tanto para T1 como para T2, 1 m² para T3 y 5 bandejas de 40 alveólos cada una para T4.

Para determinar el desarrollo de las plántulas de laurel de cera se evaluaron variables de: germinación (%), altura (cm), número de hojas (No.) y grosor del tallo (mm), destacando los tratamientos T1 y T3 los cuales presentaron los mayores promedios.

El promedio mensual de crecimiento en altura hasta los siete meses de edad corresponde a 1.23 cm para T1, 1.02 cm para T3, 0.89 cm para T2 y 0.67 cm para T4 determinando que el crecimiento en altura esta relacionado con el crecimiento en grosor del tallo el cual es mayor en T1 (Siembra al voleo).

Teniendo en cuenta estos resultados se hizo necesario agrupar estas variables y asignarles un valor ponderado a cada una de ellas para poder determinar el vigor de las plántulas producidas en cada sistema: Número de hojas 0.5, grosor del tallo 0.3 y altura 0.2; donde T3 fue el tratamiento con el mayor valor ponderado de vigor.

De acuerdo con el análisis económico el tratamiento con los menores costos de producción es T3 con \$53.667 contrastando con T1 con \$187.925, el cual presenta los mayores costos. El tratamiento con el mayor ingreso neto es T1 con \$438.775 convirtiéndose este en el más recomendable si se habla en términos económicos; debido a su alta producción en el germinador y a sus bajos porcentajes de mortalidad de transplante a bolsa.

Teniendo como base las variables económicas y de vigor se recomienda la siembra al voleo (T1) como sistema de producción de plántulas de laurel de cera, ya que su ingreso neto es 220.34% mayor que el de siembra directa en bolsa (T3) y a su vez el vigor alcanzado por este tratamiento es 1.5% menor que el de T3.

VII. BIBLIOGRAFIA

- AGUIRRE, R y PESKE, S. 1992. Manual para el beneficio de semillas, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 2ª. Ed. Colombia.. 247 p.
- AZCON, J. Y TALON, M. 1993. Fisiología y Bioquímica vegetal. Interamericana. McGraw - Hill. España. 582 p.
- BARROS, J. 1987. Administración Rural aplicada al campo Agropecuario. Universidad del Tolima. Colombia. 417 p.
- BIDWELL, R. Fisiología Vegetal. Editor, S. A. Canadá. 784 p. s a.
- BRAVO, A, CASTILLO, A y CHAVEZ, G. 1996. Evaluación de tres métodos para pregerminación de semillas de laurel de cera (*Myrica pubescens*). Tesis Especialización en Ecología. UDENAR, VIPRI. 83 p.
- CORELLA, A y MUÑOZ, J. 1997. Estudio de la comercialización de la cera de laurel (*Myrica pubescens*), en Colombia. UDENAR, FACIA, San Juan de Pasto. 42 p.
- DEVLIN, R. 1980. Fisiología Vegetal. 3 ed. Ediciones Omega. Barcelona. 491 p.
- FOOG, G. 1987. El crecimiento de las plantas. Editorial Universitaria de Buenos Aires. 317 p.
- HARTMANN, H y KESTER, D. 1981. Propagación de plantas. ed. Continental Mexico, 145 - 190 pp.

- MIRANDA, J y TORRES, C. 1997. Evaluación de tres métodos de escarificación en semillas de laurel de cera (*Myrica pubescens*) en el Municipio de Pasto, Colombia. Tesis Especialización en Ecología. VIPRI. UDENAR, Programa de Biología. 47 p.

- MONTOYA, J y CAMARA, M. 1996. La planta y el vivero forestal. Mundi prensa Madrid, 126 p.

- MORALES, K. 1998. Evaluación del efecto de la temperatura sobre la germinación del laurel de cera (*Myrica pubescens* Willd.). Pontificia Universidad Javeriana. Santafé de Bogotá.

- MUÑOZ, y et al. 1993. Análisis de la producción de laurel de cera (*Myrica pubescens*) y de la comercialización de la cera en algunos municipios del Departamento de Nariño, Colombia. 96 p.

- MUÑOZ, J. 1994. Estudio agronómico del Laurel de cera (*Myrica pubescens*) en la zona Norte del departamento de Nariño, Colombia. UDENAR. FACIA. 95 p.

- MUÑOZ, J y LUNA, C. 1999. Guía para el cultivo, aprovechamiento y conservación del laurel de cera (*Myrica pubescens*). Colombia. 36 p.

- PARRA, C. 1998. Taxonomía del genero **Myrica** (MYRICACEAE) en Colombia. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Santa Fé de Bogotá. 241 p.

- PEREZ, A. 1978. Plantas útiles de Colombia. 3ª. Ed. Litografía Arco. Santafé de Bogotá. 831 p.

- POPINIGIS, F. 1997. Fisiología da semente. Agiplan, Brasilia. 83 p.

- REGLAS INTERNACIONALES PARA EL ENSAYO DE SEMILLAS. 1977. Ministerio de Agricultura dirección general de la producción agraria instituto nacional de y plantas de vivero. Madrid, 182 p.

- RODRIGUEZ, J y NIETO, V. 1999. Investigación en semillas forestales. Serie Técnica No. 43. CONIF. Santafé de Bogotá, 89 p.

- SEMICOL. 2000. La tienda Agroforestal. Santafé de Bogotá.

- THOMPSON, J. 1979. Introducción a la tecnología de las semillas. Acribia, España, 296p.

- TRIVIÑO, T y JARA, L. 1990. Memorias, Seminario taller sobre investigaciones en semillas forestales tropicales. CONIF. Santafé de Bogotá. 176 p.

- TRUJILLO, E. 1996. Fundamentos para el manejo de semillas, viveros y plantación Inicial. Serie técnica No. 1. SEMICOL Ltda. Santafé de Bogotá. 157 p.

- ULLOA, C y MOLLER, P. 1995. Arboles y arbustos de los Andes del Ecuador. 2 ed. Abya - Ayala. Quito, Ecuador. 329 p.

APENDICE

Tabla 1

**Prueba de viabilidad con tetrazolio para semillas de laurel de cera
(*Myrica pubescens* H&B ex Willd)**

Solución	tiempo	semillas teñidas	semillas no teñidas	semillas necrosadas	Viabilidad (%)	Tamaño de la muestra
Tetrazolio 1%	24 horas	35	39	26	30	100

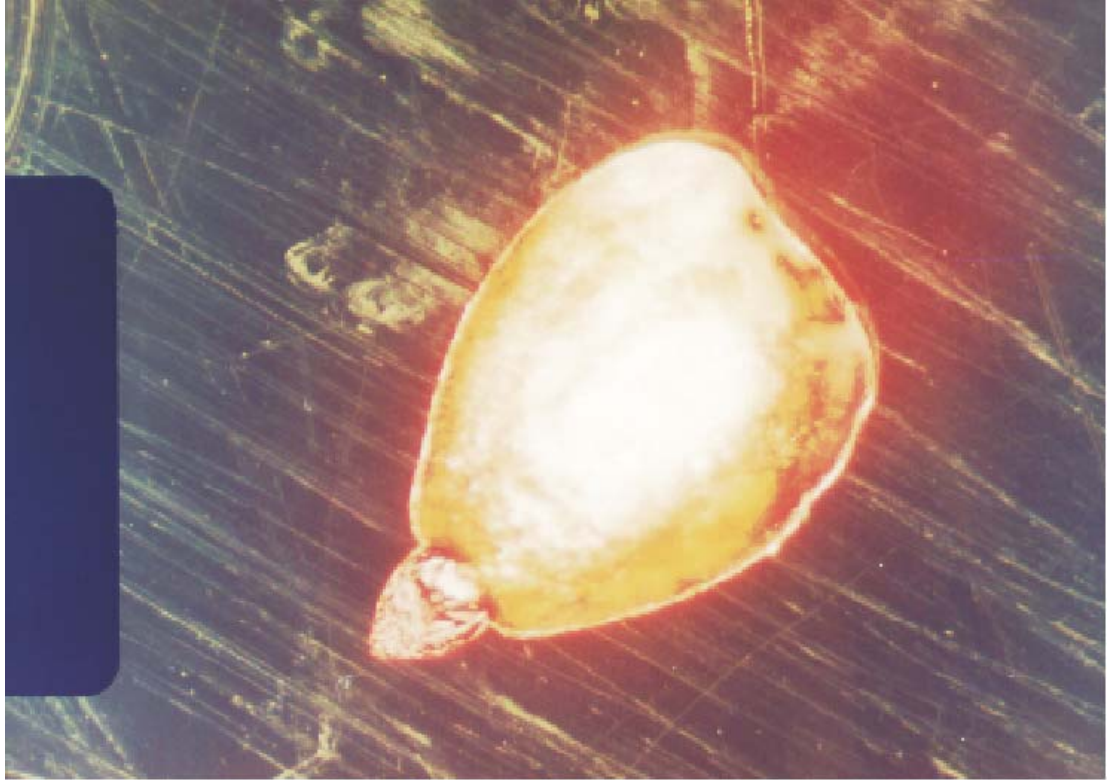


Figura 1 Embrión de semilla de Laurel de cera (*Myrica pubescens* H&B ex Willd) viable.

Resolución: 5X

Autores: Mónica Patricia Riascos Eraso
Mario Fernando Fajardo Santander

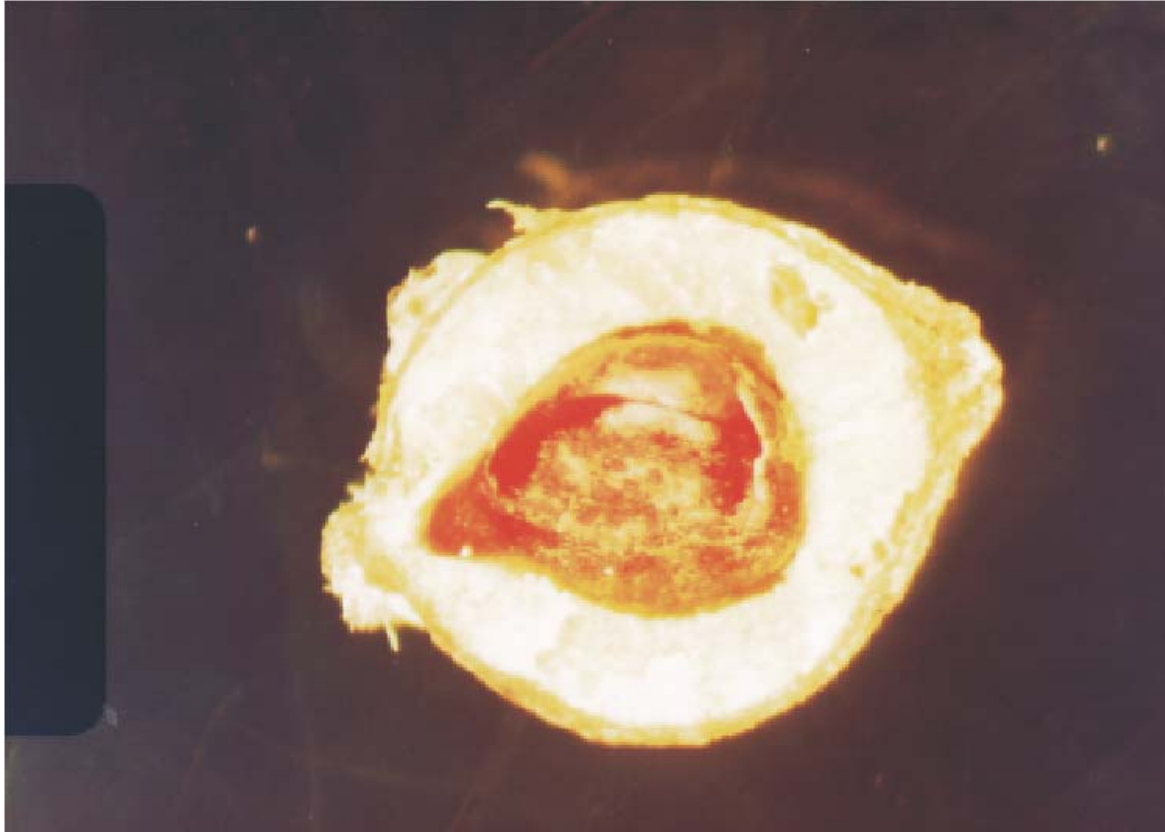


Figura 2 Embrión viable de laurel de cera, dentro de la testa

Resolución: 5X

Autores: Mónica Patricia Riascos Eraso
Mario Fernando Fajrdo Santander



Figura 3 Embrión de laurel de cera no viable

Resolución: 5X

Autores: Mónica Patricia Riascos Eraso
Mario Fernando Fajardo Santander

Tabla 2

Análisis de Varianza para Germinación

Source Pr > F	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value
Model 0.0762	5	408.89894742	81.77978948	3.58
Error	6	137.23103630	22.87183938	
Corrected Total	11	546.12998372		

Source Pr > F	DF	Anova SS	Mean Square	F Value
TRAT 0.0348	3	388.94812005	129.64937335	5.67 *
REP 0.6655	2	19.95082737	9.97541369	0.44

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: GERMINACION

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	24.317	3	T4
A	23.353	3	T3
A	14.023	3	T2
A	11.254	3	T1

Tabla 3

Análisis de Varianza para Altura

Source Pr > F	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value
Model 0.0017	5	94.43904167	18.88780833	16.99
Error	6	6.66845000	1.11140833	
Corrected Total	11	101.10749167		

Source Pr > F	DF	Anova SS	Mean Square	F Value
TRAT 0.0197	3	24.45022500	8.15007500	7.33 *
REP 0.0007	2	69.98881667	34.99440833	31.49

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: ALTURA.

TRAT	Tukey Grouping	Mean	N
	A	8.6667	3
	T1		
	B	7.1767	3
T3	B	6.2667	3
T2	A		
	B	4.7333	3
T4			

Tabla 4

Análisis de Varianza para Grosor del tallo

Source Value	Pr > F	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Model		5	5.60021667	1.12004333	
16.12	0.0020				
Error		6	0.41678333	0.06946389	
Corrected Total		11	6.01700000		

Source Pr > F	DF	Anova SS	Mean Square	F Value
TRAT	3	1.29006667	0.43002222	6.19*
0.0288				
REP	2	4.31015000	2.15507500	31.02
0.0007				

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: GROSOR

Tukey Grouping		Mean	N	TRAT
	A	2.8367	3	T1
B	A	2.1833	3	T3
B	A	2.1000	3	T4
B		2.0000	3	T2

Tabla 5

Análisis de Varianza para Número de hojas

Source Value	Pr > F	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Model		5	490.29500000	98.05900000	7.84
0.0131					
Error		6	75.01166667	12.50194444	
Corrected Total		11	565.30666667		

Source Value	Pr > F	DF	Anova SS	Mean Square	F
TRAT		3	242.99333333	80.99777778	6.48*
0.0260					
REP		2	247.30166667	123.65083333	9.89
0.0126					

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: NUMERO HOJAS

Tukey Grouping		Mean	N	
TRAT				
	A	25.633	3	T3
B	A	24.200	3	T1
B	A	16.633	3	T2
B		15.400	3	T4