



III.- MATERIAL Y METODOS.

3.1.- CARACTERISTICAS DEL CULTIVO.

Este estudio fue realizado en Centro Nacional de Mejora Forestal “*El Serranillo*” ubicado en la provincia de Guadalajara, dependiente del Ministerio de Medio Ambiente.

Hay que reseñar, que por las características del ensayo, fue necesario que las plantas de ambas especies fueran cultivadas en las mismas condiciones, por lo que tanto los materiales usados, las operaciones culturales, y la ubicación de los cultivos fue exactamente la misma tanto para *Pinus halepensis* Mill. como para *Pinus nigra* Arn., con la obvia excepción de la semilla utilizada.

Las plántulas estuvieron en invernadero, con condiciones de temperatura luminosidad, y humedad relativa controladas, desde el 26 de febrero de 1998, fecha de inicio de la fase de semillado hasta que hubieron alcanzado un estado de desarrollo suficiente como para soportar adecuadamente las condiciones externas y el peligro de heladas fuera mínimo. El 18 de mayo de 1998 fueron trasladadas al área sombreada del centro, donde permanecieron hasta el final del ensayo.

3.1.1.- Materiales:

- *Envase:*

La utilización de contenedores para la producción de brinzales forestales es un hecho prácticamente generalizado hoy en día en nuestro país. El cambio de un sistema de producción a raíz desnuda por uno en envase se produjo por la necesidad de asegurar las repoblaciones en climas de fuerte variabilidad climática, característica del área mediterránea (PEÑUELAS, 1996).

La producción de planta en contenedor reduce la crisis posterior al transplante. Las raíces iniciales se conservan íntegramente y no se interrumpe la alimentación de la planta, mantiene la humedad durante el transporte, la protege de daños mecánicos, permite controlar la micorrización (inoculación de hongos simbioses), alarga el periodo de plantación, mejora la supervivencia y el crecimiento inicial de muchas plantaciones, además permite controlar las condiciones ambientales (temperatura, luz, humedad y riego) (DOMÍNGUEZ LERENA, 1997).

Las características básicas que deben cumplir los contenedores para producción de planta forestal son:

- Tener un volumen mínimo para el desarrollo equilibrado de la planta. Se puede decir que cuanto mayor es el envase mayor será la planta a producir. El tamaño óptimo de envase varía en función de la densidad de cultivo, las especies cultivadas, el tamaño de planta deseado, las condiciones medioambientales y la duración del periodo de crecimiento. No son aconsejables en ningún caso volúmenes inferiores a 150-175 cm³.



- Permitir una adecuada densidad de cultivo, para limitar la competencia y favorecer la lignificación del tallo. A altas densidades las plantas producidas presentan un escaso diámetro, mientras que si la densidad es baja se produce un decremento en el crecimiento en altura.
- Impedir las deformaciones radicales. Los sistemas de repicado y direccionamiento radicales son fundamentales para evitar la tendencia natural del sistema radical a espiralizarse por la cara interior del envase. Por ello es preciso dotar a la cara interna del contenedor de estrías o aristas verticales que dirijan el crecimiento de las raíces.
- Permitir la mecanización de la producción (llenado y semillado).
- Garantizar un grado adecuado de humedad y permitir la aireación del sustrato. Estos se ven muy influenciados por características tales como la altura del envase, permeabilidad de la pared del contenedor, y presencia de un orificio de drenaje.
- Ser resistente a la manipulación y el transporte.
- De fácil manejo. Los contenedores más grandes son más engorrosos de manejar durante el transporte y la plantación,
- Coste limitado.

Teniendo en cuenta estos factores, el envase que se eligió para este ensayo, fue ®Forest Pot 200, de tamaño no excesivamente grande para el cultivo de *Pinus nigra* Arn., ni demasiado pequeño para *Pinus halepensis* Mill., con lo que así evitamos que el tamaño del envase pueda influir de manera sustancial en los resultados del ensayo. Este envase se suministra en bandejas de plástico rígido de color negro. Cada envase tiene forma de tronco de pirámide, en la parte inferior aparece una rejilla que impide la caída del sustrato al suelo, facilita el drenaje del cepellón y que además permite el autorepicado de la raíz. La parte interior de cada envase está provista de costillas y resaltos interiores para impedir la espiralizaciones y direccionar el sistema radical hacia abajo. Las bandejas están provistas además de patas desmontables de suficiente longitud para facilitar el llenado, semillado, instalación en eras, embalaje, transporte, distribución en campo y recuperación, pudiendo ser reutilizado en más de tres o cuatro campañas, lo que permite abaratar el coste de producción unitario.

Las características dimensionales de este envase son:

<i>Boca sup.</i> (cm)	<i>Boca inf.</i> (cm.)	<i>Profundidad</i> (cm.)	<i>Sección</i> (cm ²)	<i>Vol. alvéolo</i> (cm ³)	<i>Nº</i> <i>alv./band.</i>	<i>Dimensión</i> <i>bandeja (cm.)</i>	<i>Nº alv./m²</i>
4,6 × 4,8	1,9	15	22,1	200	50	30 × 43	387



- **Substrato:**

Hasta hace muy poco se consideraba que el substrato no ejercía efecto alguno sobre la calidad de la planta, sin embargo estudios recientes han demostrado que los substratos son una de las mejores herramientas para conferir calidad a la planta forestal cultivada en vivero (PEÑUELAS, 1996).

Las plantas cultivadas en envase tienen ciertos requerimientos que deben ser proporcionados por el substrato: agua, aire, nutrientes minerales, y soporte físico.

Para que un substrato se comporte de manera adecuada ha de poseer una serie de propiedades específicas:

- Propiedades físicas:

- * *Mantenimiento de niveles hídricos adecuados.* Debido a lo reducido del volumen de los contenedores, la capacidad de retención de agua debe ser elevada. El substrato debe tener una microporosidad suficiente para almacenar agua, y en lo posible una alta capacidad de rehumectación para casos en los que se seque más de lo debido.

- * *Porosidad.* Este es el factor que determinará el nivel de aireación del sistema radical, que debe estar equilibrado con la capacidad de retención de agua. Niveles altos de porosidad (mínimos 80 %) incrementan de manera significativa el peso de las raíces y la actividad vegetativa en las coníferas (PEÑUELAS, 1996).

- * *Textura.* La existencia de cepellones consistentes es la consecuencia de un buen cultivo y garantía de un buen resultado en campo. En los casos en los que la consistencia del cepellón pueda ser un problema, se puede incluir en la mezcla substratos lo más fibrosos posible, con turbas de textura gruesa.

- Características químicas:

- * *pH ligeramente ácido.* En los substratos orgánicos (los más ampliamente usados) el máximo nivel de absorción de nutrientes por parte de la planta se da con pH en torno a 5,5 mientras que en substratos minerales esto se produce con pH de 6,5. Es importante señalar que el control de enfermedades criptogámicas es más fácil con pH ácidos (PEÑUELAS, 1996).

- * *Alta capacidad de intercambio catiónico.* La posibilidad de manejar la nutrición según las conveniencias del cultivo es indicativo de la conveniencia de usar substratos inertes, y con una alta capacidad de intercambio catiónico, para que este pueda almacenarlos hasta que la planta disponga de ellos. La mayor capacidad de intercambio catiónico dentro de los substratos más usados son los de la turba *Sphagnum* y la vermiculita.



* *Adecuada relación C/N.* La relación C/N tiene una influencia notable tanto en el comportamiento físico como químico de los sustratos a lo largo del tiempo. Relaciones bajas o medias (20-30) no son interesantes ya que implican pérdidas de estructura por su alto grado de mineralización y porosidad principalmente por colmatación de los poros. Se recomienda usar materiales orgánicos con relación C/N en torno a 50-60 (turba rubias).

➤ Características biológicas:

* *Ausencia de contaminación por agentes patógenos.* Se debe procurar usar sustratos que no porten propágulos de hongos, así como con la menor cantidad de nutrientes posible para que no puedan ser utilizados por estos en sus primeras fases como saprófitos. Se debe evitar mezclar tierras, sin el debido control fitosanitario, con sustratos a base de turba.

El sustrato más adecuado y el utilizado en este ensayo fue turba rubia tipo *Sphagnum* sin fertilizar, y sin mezclar con otro tipo de sustrato, comercializada por la firma ®VAPO. Este tipo de sustrato es químicamente activo, estéril, higroscópico, con baja densidad aparente, capacidad de intercambio catiónico alta, estructura fibrosa y esponjosa, que permite formar un sistema radical denso y extendido por todo el volumen del cepellón. Además éste permanece íntegro en las operaciones de extracción, transporte y plantación, el único inconveniente que presenta, es su dificultad de rehumectarse cuando está excesivamente seco.

- **Material de recubrimiento:**

El objetivo del uso del material de recubrimiento es impedir desecaciones Superficiales y por lo tanto la formación de costras, además de ocultar las semillas a los depredadores.

Los materiales más utilizados son, arena, vermiculita, y perlita. Actualmente se están ensayando otros materiales como la corteza de pino y el serrín.

Para recubrir los alvéolos de este ensayo se usó perlita, que es un material inerte y estéril, compuesto de ortosa esencialmente y algún silicato de aluminio.

- **Semillas:**

Como ya se dijo una de las premisas de este ensayo fue el que ambas especies tuvieran las mismas condiciones de cultivo, y a la hora de elegir las semillas para el cultivo se tuvo la precaución de elegir una región de procedencia de la semilla en consonancia con la estación donde se encuentra el Centro de Mejora Forestal “*El Serranillo*” (Guadalajara). En el caso de *Pinus nigra* Arn. subsp. *salzmannii* además se buscó la variedad más adecuada, en este caso la *hispanica*.

Los análisis tipo que se realizaron a las semillas consistieron en: identidad y origen, germinación, número de semillas en unidad de peso y estado sanitario. Estos análisis fueron realizados en el Centro de Mejora Forestal “*El Serranillo*”.

➤ *Pinus halepensis* Mill.

* *Clase de análisis:* Recepción.

* *Especie:* *Pinus halepensis* Mill.

* *Región de procedencia:* ES07 Alcarria.

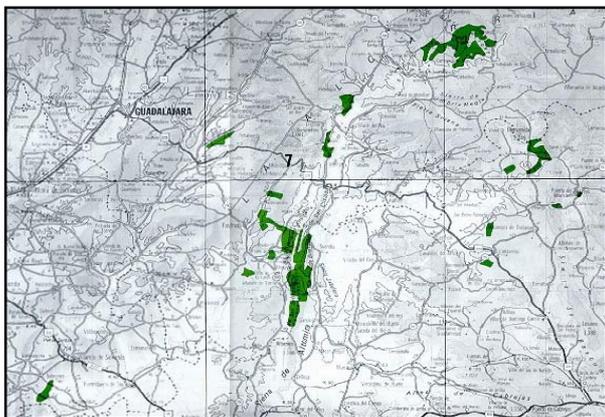


Figura 7: Región de procedencia ES07 Alcarria.

* *Normas:* I.S.T.A. (International Seed Testing Association).

* *Cosecha:* 1996/1997.

* *Proveedor:* TRAGSA.

* *Estado sanitario:* Satisfactorio, (13-01-1998)

* *Análisis de pureza:* realizado el 13-01-98.

CONCEPTO	GRAMOS	%
Peso total de la muestra	35	-
Semilla pura	34,614	98,90
Materia inerte	0,386	1,10
Otras semillas	-	-



Figura 8: Semillas de *Pinus halepensis* Mill. Región de procedencia: ES07 Alcarria. Año: 96/97.



* *Facultad germinativa*: realizado en cámara germinadora a temperatura constante de 20°C.

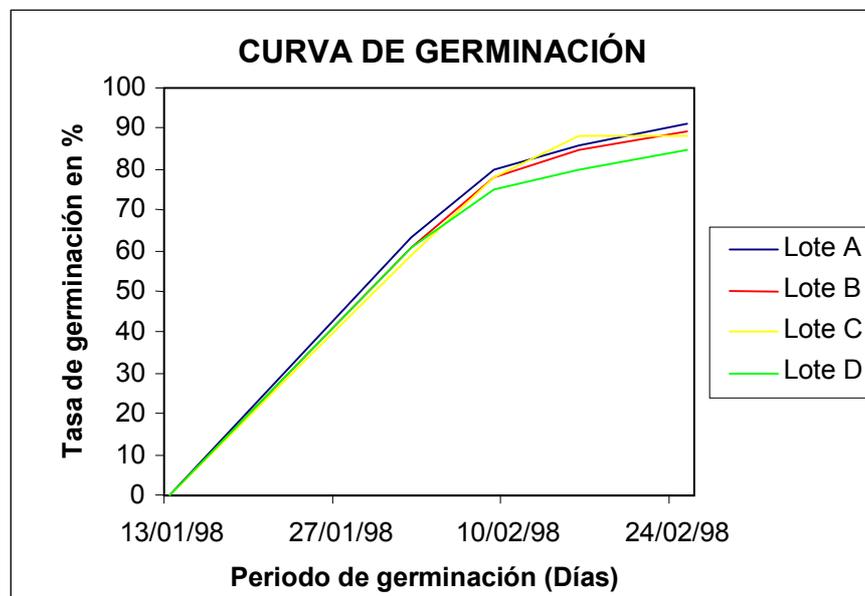
<i>Fecha inicial</i>	<i>1^{er} Conteo</i>	<i>2^o Conteo</i>	<i>3^{er} Conteo</i>	<i>4^o Conteo</i>
13-01-98	02-02-98	09-02-98	16-02-98	25-02-98

		<i>Normales</i>	<i>Duras</i>	<i>Vanas</i>	<i>Anormales</i>	<i>Muertas</i>
A	1	63				
	2	17				
	3	6				
	4	5	2			7
	TOTAL	91	2			7
B	1	61				
	2	17				
	3	7				
	4	4	1			12
	TOTAL	87	1			12
C	1	59				
	2	19				
	3	10				
	4	0			1	11
	TOTAL	88			1	11
D	1	61				
	2	14				
	3	5				1
	4	5	3	2		9
	TOTAL	85	3	2		10
TOTAL GERMINACIÓN		351	6	2	1	40



RESULTADOS EN %

Número de días	Normales	Duras	Vanas	Anormales	Muertas
43	87,75	1,5	0,5	0,25	10



* *Determinación del peso de mil semillas:* realizado el 13-01-98.

	<i>X</i>
1	2,283
2	2,301
3	2,125
4	2,221

<i>Peso medio de 100 semillas</i>
2,232

<i>Nª de semillas por Kg</i>
$N_{1.000} = 44803$ semillas

RESULTADO.....

➤ *Pinus nigra* Arn. subsp *salzmannii* var. *hispanica*.

* *Clase de análisis:* Recepción.

* *Especie:* *Pinus nigra* Arn. subsp *salzmannii* var. *hispanica*.

* *Región de procedencia:* ES07a RS (rodal semillero) Sistema Ibérico Meridional/Sierra de Cuenca-Alcarria.

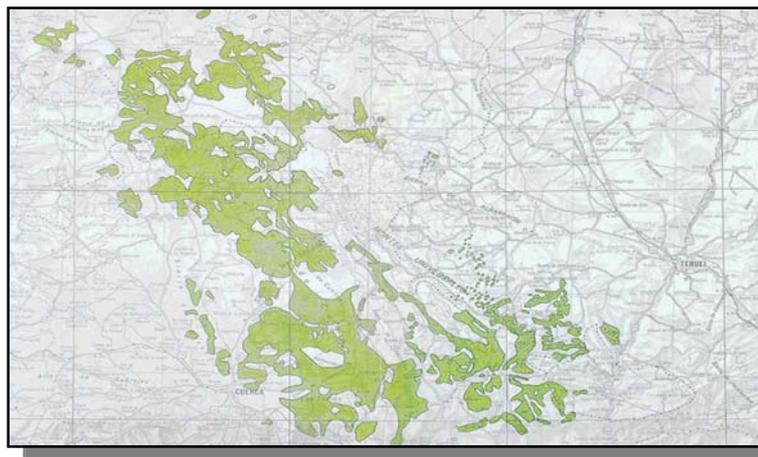


Figura 9: Región de procedencia ES07 Sistema Ibérico Meridional/Sierra de Cuenca-Alcarria.

* *Categoría:* Seleccionada.

* *Normas:* I.S.T.A. (International Seed Testing Association).

* *Cosecha:* 1996/1997.

* *Estado sanitario:* Satisfactorio, (4-06-1997)

* *Análisis de pureza:* realizado el 4-06-97

CONCEPTO	GRAMOS	%
Peso total de la muestra	25	-
Semilla pura	24,384	97,536
Materia inerte	0,616	2,464
Otras semillas	-	-



Figura 10: Semillas de *Pinus nigra* Arn. *subsp salzmannii* var. *hispanica*. Región de procedencia: ES07a RS Sistema Ibérico Meridional/Sierra de Cuenca-Alcarria. Año: 96/97.



* *Facultad germinativa*: realizado en cámara germinadora a temperatura constante de 20-30°C.

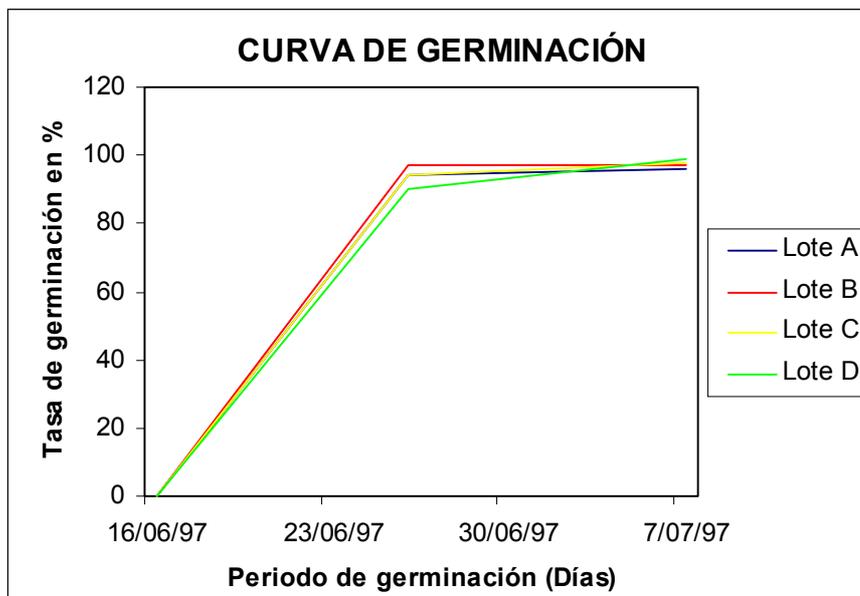
<i>Fecha inicial</i>	<i>1^{er} Conteo</i>	<i>2^o Conteo</i>	<i>3^{er} Conteo</i>	<i>4^o Conteo</i>
16-06-97	26-06-97	07-07-97		

		<i>Normales</i>	<i>Duras</i>	<i>Vanas</i>	<i>Anormales</i>	<i>Muertas</i>
A	1	94				
	2	2	1			3
	3					
	4					
	TOTAL	96	1			3
B	1	97				
	2	0				3
	3					
	4					
	TOTAL	97				3
C	1	94				
	2	4				2
	3					
	4					
	TOTAL	98				2
D	1	90				
	2	9				1
	3					
	4					
	TOTAL	99				1
TOTAL GERMINACIÓN		390	1			9



RESULTADOS EN %

Número de días	Normales	Duras	Vanas	Anormales	Muertas
21	97,5	0,25			2,25



* *Determinación del peso de mil semillas:* realizado el 4-06-97.

	X
1	2,294
2	2,328
3	2,302
4	2,392

Peso medio de 100 semillas
2,329

Nº de semillas por Kg
$N_{1.000} = 42937$ semillas

RESULTADO.....

3.1.2.- Semillado y operaciones de cultivo:

- **Semillado:**

Todas las operaciones del semillado se realizaron de forma manual. Se llevaron a cabo las siguientes operaciones de forma consecutiva: llenado de las bandejas con turba, riegos iniciales (para que el substrato adquiriera la humedad inicial óptima), siembra de las semillas, recubrimiento con perlita y riegos.



Para asegurar que en todos los alvéolos se produjera una tasa de germinación del 100 %, se sembraron 4 semillas de *Pinus halepensis* Mill. y 3 semillas de *Pinus nigra* Arn subsp *salzmannii* por alvéolo.

El semillado se llevó a cabo a finales del mes de febrero de 1998.

- **Transplante y repicado:**

A pesar de haberse tomado la precaución de sembrar más de una semilla por alvéolo para asegurar el 100 % de ocupación en las bandejas, no se produjo la nascencia en todos los casos, por lo que se optó por transplantar las plántulas de alvéolos que los que hubiera germinado más de una semilla, a otros que estuvieran vacíos.

Además se eliminaron todos los brinzales sobrantes, hasta dejar uno solo por alvéolo, tomándose como criterio de selección, el mantener aquellos individuos aparentemente mejor conformados y que estuvieran lo más centrado posible dentro cada alvéolo.

Estas operaciones se llevaron a cabo el día 13 de abril de 1998.

- **Riegos:**

El riego tanto en la fase de crecimiento en invernadero, como en la fase en área sombreada se realizó por mediante difusores. El cultivo se regó periódicamente y la duración de cada riego fue de aproximadamente 20 minutos.

- **Fertilización:**

La fertilización, es después del riego, la práctica cultural que más directamente influye en el desarrollo de las plantas. El estado nutricional afecta básicamente a los procesos fisiológicos de las plantas, tales como la regulación del crecimiento, el flujo de energía y la síntesis de complejos orgánicos moleculares que componen las plantas (PEÑUELAS, 1996), pero cada especie responde de una manera diferente a la adición de nutrientes (MOLINA *et al.*, 1987).

Por ensayos anteriores en Centro de Mejora Forestal “*El Serranillo*” se conocen las dosis de fertilización más adecuadas para el pino carrasco, pero no así las del pino laricio, esto unido a la necesidad de fertilizar para asegurar el cultivo, y al hecho de tratar de evitar que dosis excesivas de fertilizante pudieran influir en los resultados de este ensayo, llevó a una propuesta de dosis de fertilizante de baja cuantía. Las cantidades totales aplicadas fueron: 36 mg de N/planta, 25 mg de P/planta, 50 mg de K/planta.

La forma de aplicación del fertilizante fue mediante fertirrigación.

- Fertilizantes usados:

* *Nitrógeno*: lo aplicamos mediante nitrato amónico (NO_3NH_4) con un 33.5 % total de N, en una proporción de N nítrico de 16,75 % y N amoniacal de 16,75 %.



El N nítrico pasa rápidamente a la solución del suelo de la que es tomado por la planta, mientras que la forma amoniacal garantiza la existencia de nitrógeno a disposición de la planta durante un periodo más largo. Este fertilizante es de reacción ligeramente ácida, y sus especiales características lo hacen adecuado para su utilización como abono de cobertera, pudiendo aplicarse en invierno y primavera en suelos no excesivamente ácidos. (LIÑAN, 1990).

* *Fósforo*: se aplica mediante ácido fosfórico (H_3PO_4) con una riqueza en pentaóxido de fósforo (P_2O_5) del 52%.

Se presenta en forma líquida siendo totalmente soluble en agua y de reacción ácida. (LIÑAN, 1990).

* *Potasio*: lo aplicamos mediante sulfato potásico con una riqueza en óxido de potasio del 50 %.

Se presenta como sólido cristalino, blanco, muy soluble en agua, pero menos higroscópico que el cloruro de potasio, lo que hace recomendable su empleo en fertirrigación. (LIÑAN, 1990).

➤ Calendario de fertilizaciones:

Semanalmente, la primera coincide con la segunda semana de mayo, seguirá ininterrumpidamente hasta la segunda semana de julio, parando las dos últimas semanas de este mes para volver a fertilizar de nuevo en agosto y hasta el final de septiembre. Total: 20 fertilizaciones.

<i>Fertilización</i>	<i>Fecha</i>	<i>Lugar</i>
1 ^a	5-05-98	Invernadero
2 ^a	12-05-98	Invernadero
3 ^a	20-05-98	Área sombreada
4 ^a	27-05-98	Área sombreada
5 ^a	8-06-98	Área sombreada
6 ^a	12-06-98	Área sombreada
7 ^a	16-06-98	Área sombreada
8 ^a	25-06-98	Área sombreada
9 ^a	2-07-98	Área sombreada
10 ^a	9-07-98	Área sombreada
11 ^a	16-07-98	Área sombreada
12 ^a	6-08-98	Área sombreada
13 ^a	13-08-98	Área sombreada
14 ^a	20-08-98	Área sombreada
15 ^a	27-08-98	Área sombreada
16 ^a	3-09-98	Área sombreada
17 ^a	10-09-98	Área sombreada
18 ^a	17-09-98	Área sombreada
19 ^a	24-09-98	Área sombreada
20 ^a y última	1-10-98	Área sombreada



➤ Dosis:

* *Dosis totales:*

36 mg. N/planta.

25 mg. P/planta.

50 mg. K/planta.

* *Dosis semanales:* en este punto se hace necesario distinguir las dosis aplicadas durante la fase de invernadero y la fase de área sombreada.

Fase de Invernadero: del 26-02-1998 al 17-05-1998.

El ensayo se sitúa en la parte izquierda del invernadero 2, sobre una superficie de 100 m². Como el envase usado es el ®Forest-Pot 200 (densidad de 387 plantas/m²), el número total de plantas para esa superficie es de 387 plantas/m² * 100 m² = 38.700 plantas.

En cada fertilización aplicaremos:

1,85 mg N/planta.

1,25 mg P/planta.

2,50 mg K/planta.

El nitrógeno lo aplicaremos mediante nitrato amónico, con un 33,5 % de N:

1,85 mg de N * 100 / 33,5 = 5,52 mg de nitrato amónico/planta.

0,00552 gr/planta * 38.700 plantas = 213,624 gr de nitrato amónico/semana.

El fósforo lo aplicaremos con ácido fosfórico con el 52 % de P₂O₅:

1,25 mg de P/0,4364 = 2,86 mg P₂O₅ * 100 / 52 = 5,5 mg H₃PO₄ / planta.

0,0055 gr/planta * 38.700 plantas = 212,85 gr de ácido fosfórico/semana.

El K lo aplicaremos con sulfato potásico, con el 50 % de K₂O:

2,5 mg de K/0,8301 = 3 mg K₂O * 100 / 50 = 6 mg de sulfato de K/planta.

0,006 gr/planta * 38.700 plantas = 232,2 gr de sulfato potásico/semana.

Fase de Area Sombreada: del 18-05-1998 hasta el final del ensayo.

El lunes 18 de mayo el ensayo sale al área sombreada. La superficie de fertirrigación es de 96 m², con lo que el número total de plantas es de: 387 plantas/m² * 96 m² = 37.152 plantas.

Por tanto las dosis semanales a partir del 18 de mayo son las siguientes:

0,00552 gr/planta * 37.152 plantas = 205,079 gr de nitrato amónico/semana.

0,0055 gr/planta * 37.152 plantas = 204,336 gr de ácido fosfórico/semana.

0,006 gr/planta * 37.152 plantas = 222,912 gr de sulfato potásico/semana.



- **Tratamientos fitosanitarios:**

Para evitar resistencias de los diversos agentes criptogámicos que pueden afectar a los cultivos se optó por variar frecuentemente la materia activa de dichos tratamientos.

- Productos fitosanitarios:

* *Tachigaren*: HIMEXAZOL (5-metil 3-isoxazol). Fungicida sistémico recomendado en el control de enfermedades producidas por “hongos del suelo” tales como afanomicosis, corticosis, fumariosis, helmintoporiasis, pirculariosis, pitiosis, roselliniosis, y sclerotiniosis. Inhibe el desarrollo micelial, incrementa el poder germinativo de las semillas tratadas y favorece el crecimiento de las plántulas y del sistema radicular.

Toxicología: B(AA). (LIÑAN,1990).

* *Rovral*: IPRODIONA (Glicofeno, 1-isopropilcarbamoil 3-(3,5-diclorofenil) hidantoína). Fungicida con actividad por contacto. Recomendado en el control específico de botritiosis; también actúa sobre rizoctoniosis, sclerotiniosis, sclerotiosis y otras enfermedades fúngicas.

Toxicología: A(AA)/AA/. (LIÑAN, 1990).

* *Previcur*: PROPAMOCARB (3-(dimetilamino) propilcarbonato de propilo). Fungicida sistémico con marcada actividad sobre oomicosis. Recomendado en tratamiento de suelos y substratos.

Toxicología: A(AA). (LIÑAN, 1990).

* *BENOMILO*: (1-(butilcarbamoil) benicilimidazol 2-il carbamato de metilo). Fungicida sistémico. Su campo de actividad incluye ecto y endoparásitos; en cuyo control se recomienda tanto en tratamientos preventivos como curativos. Se consideran enfermedades controlables antracnosis, botritiosis, cercosporosis, cicloconiosis, fusariosis, fusicocosis, moniliosis, ofiobolosis, sclerotiniosis, septoriosis, rizoctoniosis, venturiosis, verticiliosis y otras alteraciones de origen fúngico. Para evitar la aparición de razas resistentes, es conveniente alternarlo con otros fungicidas que no sean carbendazina ni metiltiofanato.

Toxicología: A(AB)/AA/. (LIÑAN, 1990).

* *CAPTAN*: (N-(triclorometiltio) ciclohex 4-eno 1,2 dicarboximida). Fungicida preventivo de amplio espectro. Estimula la vegetación, mejora el aspecto de los frutos, protege y favorece la cicatrización de las heridas de pedrisco. Recomendado en el control de alternariosis, antracnosis, botritiosis, cicloconiosis, corineosis, diplocarposis, fusariosis, micosfellerosis, moliniosis, oosporiosis, peronosporiosis, plamoparosis, tafrinosis, venturiosis y otras enfermedades producidas por endoparásitos.



Toxicología: A(AC)/AA/. (LIÑAN, 1990).

* *TIRAM (TMTD)*: (disulfuro de bis (N, N-dimetiltiocarbamoilo). Fungicida preventivo de amplio espectro. Con actividad sobre enfermedades producidas por endoparásitos y hongos del suelo. Actúa como repelente de roedores. Recomendado para el control preventivo de antracnosis, botritis, corineosis, fusariosis, fusicocosis, gnomoniosis, micosrefellosis, moniliosis, peniciliosis, oomicosis, septoriosis, sclererotiosis, tafrinosis, venturiosis.

Toxicología: B(BB). (LIÑAN, 1990).

➤ Calendario de tratamientos fitosanitarios:

<i>Fecha</i>	<i>Producto</i>	<i>Concentración</i>	<i>Dosis</i>
5-05-98	Tachigaren y Rovral	(4,5 cm ³ / l) y (1,3 g / l)	3 litros/m ²
27-05-98	Previcur y benomilo	(2 cm ³ / l) y (2 gr / l)	3 litros/m ²
9-06-98	Benomilo y Captan	(3 gr / l)	2 litros/m ²
25-06-98	Benomilo y Tiram	(2 gr / l)	2 litros/m ²
8-07-98	Benomilo y Captan	(2 gr / l)	2 litros/m ²
22-07-98	Benomilo y Tiram	(2 gr / l)	2 litros/m ²
5-08-98	Benomilo y Captan	(2 gr / l)	2 litros/m ²
19-08-98	Benomilo y Tiram	(2 gr / l)	2 litros/m ²
16-09-98	Benomilo y Captan	(2 gr / l)	2 litros/m ²
14-10-98	Benomilo y Tiram	(2 gr / l)	2 litros/m ²



Figura 11: Cuba para la aplicación de productos fitosanitarios.



3.2.- DISEÑO DEL ENSAYO.

El ensayo tuvo comienzo el día 26 de febrero de 1998, situándose en el invernadero nº 2 del Centro de Mejora Forestal “*El Serranillo*” con el semillado de las bandejas. Las bandejas se rellenaron con turba y fueron sometidas a riegos frecuentes dos días antes del semillado para que el sustrato adquiriera las condiciones de humedad mas adecuadas. En estas condiciones permanecieron hasta el día 18 de mayo de 1998, cuando fueron llevadas al área sombreada del Centro, hasta el final del ensayo.

Se sembraron 20 bandejas por especie, que fueron separadas en 4 bloques (o repeticiones), es decir 5 bandejas por bloque y especie. La elección de las plántulas para la realización de los diferentes estudios, fue al azar dentro de cada bandeja de cada uno de los bloques. El tamaño de la muestra escogida en cada extracción fue diferente. Así en las extracciones en las que solo se realizó la caracterización morfológica de los brinzales, se extrajeron 10 plantas por bloque y por especie, tamaño suficiente para realizar una caracterización morfológica representativa. Sin embargo, en las fechas en las que se realizaron análisis de nutrientes, fue necesario tomar una mayor cantidad de muestra (sobre todo al principio del ensayo) para conseguir el peso mínimo de materia seca que se requiere para este tipo de análisis.

3.2.1.- Variables morfológicas:

- *Calendario de extracciones y tamaño de la muestra:*

Se realizaron una serie de extracciones de plántulas, con una periodicidad aproximada de 15 días, excepto las de la primera y segunda extracción que fue de un mes.

<i>Extracción</i>	<i>Fecha</i>	<i>Tamaño de la muestra</i>			<i>Total</i>
		<i>Plantas por bloque</i>	<i>Plantas por especie</i>		
			<i>P. halepensis</i>	<i>P. nigra</i>	
Primera	28-04-98	30	120	120	240
Segunda	28-05-98	10	40	40	80
Tercera	13-06-98	30	120	120	240
Cuarta	28-06-98	10	40	40	80
Quinta	13-07-98	20	80	80	160
Sexta	28-07-98	10	40	40	80
Séptima	13-08-98	20	80	80	160
Octava	28-08-98	10	40	40	80
Novena	13-09-98	15	60	60	120
Décima	28-09-98	10	40	40	80
Undécima	13-10-98	10	40	40	80
<i>Total</i>		175	700	700	1400

- **Variables a medir:**

Material de laboratorio:

- * Regla (0,1 cm. de precisión).
- * Calibre digital (0,01 mm. de precisión).
- * Tijeras de podar.
- * Agua destilada.
- * Papel secante.
- * Sobres.
- * Estufa de ventilación forzada.
- * Campana de desecación.
- * Balanza digital de precisión (0,0001 gr de precisión).

➤ **ALTURA:**

La altura fue la primera variable que se determinó de cada planta. Se midió con la regla y se tomó como criterio desde la inserción de los cotiledones hasta el ápice de la yema terminal. La altura es una variable que nos permite estimar tanto la capacidad fotosintética de un planta, como su superficie de transpiración, estando esto último muy relacionado con el número de ramas. Esto podría sugerir una buena correlación entre la altura y el crecimiento, su relación con la supervivencia es un tanto impredecible, especialmente en zona áridas (THOMPSON, 1985).

➤ **DIÁMETRO:**

A continuación se midió el diámetro con el calibre digital, tomándose como criterio el punto situado un milímetro por debajo del punto de inserción de los cotiledones.



Figura 12: Criterio para la medición del diámetro. A.- *Pinus halepensis* Mill. B.- *Pinus nigra* Arn.



El diámetro es la variable morfológica que mejores estimaciones de crecimiento y supervivencia proporciona, y que en general a mayores diámetros aumentan las tasas de crecimiento y supervivencia en campo (THOMPSON, 1985).

➤ PESO SECO DE LA PARTE AÉREA (*PSA*) Y RADICAL (*PSR*):

Para la estimación de estas variables se procedió a separar la parte aérea de la radical con las tijeras de podar, por el punto de inserción de los cotiledones. Se limpiaron los cepellones de turba y se lavaron, tanto las partes aéreas como las radicales con agua destilada para eliminar impurezas, tomando las debidas precauciones para no perder ninguna raicilla. A continuación se eliminó el exceso de agua depositándolas sobre papel secante. Posteriormente se guardaron en sobres de papel debidamente identificados y se llevaron a la estufa de ventilación forzada, donde permanecieron 48 horas a 50°C, tiempo suficiente para eliminar el agua de sus tejidos. Transcurridos los dos días pasaron a la campana de desecación. Esta campana contiene un gel de sílice que permite que la muestras se enfríen sin que capturen la humedad ambiental. Una vez frías las muestras se pesaron en la balanza digital de precisión.



Figura 13: Estufa de ventilación forzada.

Existe una importante correlación entre los pesos secos de las plantas y su diámetro, por tanto estas variables se relacionan con las tasas de crecimiento y supervivencia en campo de igual manera que el diámetro. En general se buscarán altos pesos secos para aumentar el crecimiento, siempre y cuando se mantenga el equilibrio entre parte aérea y radical (THOMPSON, 1985).



Figura 14: Balanza digital de precisión.

➤ NÚMERO DE RAMIFICACIONES:

Se procedió a contar el número de ramificaciones desde la base del tallo hasta el ápice.

El desarrollo de ramificaciones normalmente aparece cuando la planta se ha lignificado y es por tanto más resistente al estrés, indicando capacidad para soportar el shock postplantación. Sin embargo esta relación no se da en todas las especies por lo que se deberá tener en cuenta antes de valorarlo como una medida de calidad morfológica (THOMPSON, 1985).

● **Indices morfológicos:**

➤ COEFICIENTE DE ESBELTEZ (H/D):

El coeficiente de esbeltez es la relación entre la altura y el diámetro. Este índice es un buen indicador de la capacidad de crecimiento de las plántulas y su posterior supervivencia en campo. Además permite hacer una estimación del nivel de ahilamiento, frecuente en cultivos de alta densidad.

➤ RATIOS (PSA/PSR), (PSA/PST) Y (PSR/PST):

Estos índices se obtienen combinando las medidas de la parte transpirante (parte aérea) y la parte absorbente (parte radical). Sin embargo este es un índice controvertido debido a los resultados contradictorios obtenidos hasta la fecha (THOMPSON, 1985).



➤ INDICE DE CALIDAD DE DICKSON.

Este índice indica la potencialidad de la planta tanto de crecer como e sobrevivir en un ambiente dado. Este índice es capaz de predecir la calidad de la planta basado en el entorno nutritivo en el que se han desarrollado las plantas (THOMPSON, 1985). Su expresión matemática es la siguiente:

$$QI = \frac{\text{Peso total (gr)}}{\frac{\text{Altura (cm.)}}{\text{Diámetro (mm.)}} + \frac{\text{Peso parte aérea (gr)}}{\text{Peso parte radical (gr)}}$$

➤ TASA DE CRECIMIENTO RELATIVO (R_W):

Este es uno de los índice más importantes en los análisis de crecimiento. Expresa el crecimiento en términos de peso por unidad de tiempo, es decir la cantidad de nueva materia que es capaz de producir una cierta cantidad de materia existente (VAN DEN DRIESSCHE, 1991).

Su expresión matemática es:

$$R_W = \frac{\text{Ln}(PST_{n+1}) - \text{Ln}(PST_n)}{t_{n+1} - t_n}$$

Siendo PST_{n+1} y PST_n el peso seco total de las sucesivas extracciones y $t_{n+1} - t_n$ el tiempo transcurrido en semanas entre extracciones.

Una variante de este índice es el incremento de la tasa de crecimiento relativo. Su expresión matemática es:

$$\Delta R_W = \frac{\text{Ln}(PST_{n+1} - PST_n) - \text{Ln}(PST_n - PST_{n-1})}{t_{n+1} - t_n}$$

Siendo $(PST_{n+1} - PST_n)$ el incremento de peso seco de una extracción y $(PST_n - PST_{n-1})$ el incremento de peso seco de la extracción anterior.



Otra forma de expresar la tasa de crecimiento relativo es en función de nitrógeno total ($Rw(N)$):

$$Rw(N) = RWR * \left(\frac{N}{RW} \right) * NUE$$

Siendo RWR (root weight ratio) tasa de crecimiento radical:

$$RWR = \frac{\left(\frac{PSR_n}{PST_n} + \frac{PSR_{n+1}}{PST_{n+1}} \right)}{2}$$

Siendo N/RW la disponibilidad de nitrógeno:

$$\frac{N}{RW} = \frac{\left(\frac{N_n}{PSR_n} + \frac{N_{n+1}}{PSR_{n+1}} \right)}{2}$$

Y siendo NUE la eficiencia en el uso del nitrógeno:

$$NUE = \frac{(PST_{n+1} - PST_n)}{(t_{n+1} - t_n)} * \frac{(LnN_n - LnN_n)}{(N_{n+1} - N_n)}$$

en donde N indica en contenido total de nitrógeno por planta en gramos.

Esta es una forma de expresar la producción de materia seca por unidad de tiempo en función de la tasa de asimilación del nitrógeno por unidad de tiempo (VAN DEN DRIESSE, 1991)

➤ RATIO ALOMETRICO (R_A):

No existe ninguna razón para considerar que tanto el crecimiento de la parte aérea como el de la radical sea el mismo. El ratio alométrico es un índice que cuantifica como se comportan ambas partes. Su expresión matemática es:

$$R_A = \frac{R_S}{R_R}$$



Donde:

$$R_S = \frac{\text{Ln}(PSA_{n+1}) - \text{Ln}(PSA_n)}{t_{n+1} - t_n}$$

$$R_R = \frac{\text{Ln}(PSR_{n+1}) - \text{Ln}(PSR_n)}{t_{n+1} - t_n}$$

Siendo PSA_{n+1} y PSA_n el peso seco de la parte aérea, PSR_{n+1} y PSR_n el peso seco de la parte radical, de las sucesivas extracciones y $t_{n+1} - t_n$ el tiempo transcurrido en semanas entre extracciones (VAN DEN DRIESSCHE, 1991).

➤ **CRECIMIENTOS MEDIO Y CORRIENTE:**

* *Crecimiento medio*: expresa el valor de una variable en un periodo de tiempo.

$$C_m = \frac{\text{Variable}}{T}$$

Siendo T el tiempo transcurrido hasta la fecha.

* *Crecimiento corriente*: expresa el valor del incremento de una variable entre dos mediciones y el periodo de tiempo transcurrido entre esas mediciones.

$$C_c = \frac{\text{Var}_{n+1} - \text{Var}_n}{t_{n+1} - t_n}$$

• **Otras variables:**

Para realizar una caracterización más completa de la morfología de ambas especies se registró una serie de variables adicionales en las dos últimas extracciones. Estas variables son:

➤ **PRESENCIA DE PUNTAS BLANCAS:**

El procedimiento para cuantificar la presencia de puntas blancas, fue el de dividir el cepellón en tres tercios, el primero, el tercio superior, el segundo el central, y el tercero el inferior, y hacer una estimación visual de la



abundancia de puntas blancas, tomándose para cuantificarlas el criterio de 0 escasa, 1 poco abundantes, 2 abundantes y 3 muy abundantes.

La presencia mas o menos abundante de puntas blancas es un factor muy importante a la hora de establecer la calidad de una planta, ya estas raíces son las responsables de un rápido establecimiento postplantación (RITCHIE, 1985). No es este el test más adecuado para corroborar este hecho, pero al no haberse realizado un estudio del potencial de regeneración radical (PRR ó RGP), debemos considerar los resultados obtenidos como puramente informativos.

➤ MICORRIZACION:

Al igual que en el caso anterior se realizó un estimación visual de la abundancia de dicotomías en el sistema radical. La metodología y criterios fueron el de dividir el cepellón en tres tercios, el primero, el tercio superior, el segundo el central, y el tercero el inferior, y hacer una estimación visual de la abundancia de dicotomías, tomándose para cuantificarlas el criterio de 0 escasa, 1 poco abundantes, 2 abundantes y 3 muy abundantes.

➤ ALTURA DEL SISTEMA RADICAL:

Para la cuantificación de esta variable se procedió a medir el sistema radical de la planta con una regla, desde el final del cepellón hasta la primera ramificación del sistema radical.

Este índice nos permite saber si la altura del envase ha sido la más adecuada para la especie o si por el contrario es excesivo o deficiente.

➤ PRESENCIA DE YEMAS:

Se procedió a observar cuando se producía la formación de las yemas terminales. Este hecho es un indicativo inequívoco de cuando se produce la paralización completa del crecimiento en altura de la parte aérea de la planta.



3.2.2.- Variables fisiológicas: análisis del contenido en nutrientes.

Se realizaron dos tipos de análisis de contenido de nutrientes: en semillas y tejidos de la parte aérea y radical de las plántulas.

- *Análisis del contenido en nutrientes en semillas:*

Para realizar el análisis del contenido en nutrientes de las semillas se utilizó una muestra de las semillas usadas en la siembra del cultivo, en cantidad suficiente para poder llevar a cabo el análisis de nutrientes.

De forma manual y con la ayuda de unas pinzas se procedió a separar la testa (episperma) de la semilla. A continuación se introdujeron en sobres de papel y pasaron a la estufa de ventilación forzada para que perdieran la totalidad del contenido en agua. Después se llevaron a la campana de desecación para que se enfriaran y pudieran ser molidas. Los análisis se realizaron según los métodos oficiales (M.A.P.A., 1986), en el Laboratorio Arbitral Agroalimentario de Madrid, dependiente del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Este análisis se realizó el 28 de abril de 1998, proporcionando los resultados sobre concentración en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio.

- *Análisis del contenido en nutrientes de las partes aéreas y partes radicales:*

Para este análisis se usaron las muestras del estudio de morfología de las extracciones impares, con una periodicidad de un mes, excepto la de la primera a la segunda extracción que fue de un mes y medio.

Estas muestras se molieron por separado en función de la especie el bloque y parte aérea o radical, con la excepción de la primera muestra que debido al pequeño tamaño de las plántulas se molieron juntas tanto partes aéreas como radicales y no se tuvieron en cuenta los bloques. Una vez molidas, las muestras fueron enviadas al Laboratorio Arbitral Agroalimentario de Madrid, dependiente del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, donde se realizaron los análisis de contenidos en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, según los métodos oficiales (M.A.P.A., 1986).

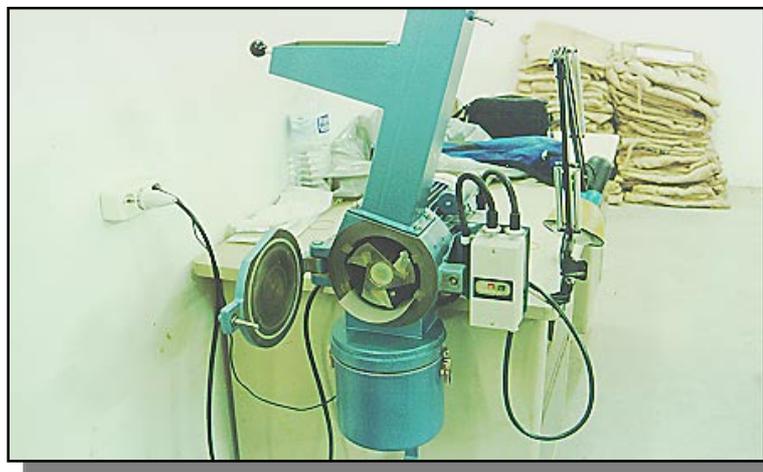


Figura 15: Molino para la preparación de muestras del análisis de nutrientes.



- Calendario de las extracciones para el análisis de nutrientes y tamaño de la muestra:

Extracción	Fecha	Tamaño de la muestra			Total
		Plantas por bloque	Plantas por especie		
			P. halepensis	P. nigra	
Primera	28-04-98	30	120	120	240
Tercera	13-06-98	30	120	120	240
Quinta	13-07-98	20	80	80	160
Séptima	13-08-98	20	80	80	160
Novena	13-09-98	15	60	60	120
Undécima	13-10-98	10	40	40	80
Total		125	500	500	1000

Conviene recordar, que se adoptó un diferente tamaño de muestra para las sucesivas extracciones debido a la necesidad de obtener un peso mínimo de planta por bloque y especie (aproximadamente 5 gr), para que el laboratorio pudiera realizar la analítica de nutrientes.

- Nutrientes analizados:

* *NITROGENO*:

El papel fisiológico del nitrógeno es fundamental para el proceso de la fotosíntesis y como constituyente de aminoácidos, ácidos nucleicos, clorofila, y diversas hormonas vegetales (VAN DEN DRIESSCHE, 1991). Además está íntimamente ligado con los procesos de crecimiento de la parte aérea.

La concentración de nitrógeno se determinó en tanto por ciento por el método Kjeldahl (M.A.P.A. 1986).

* *FÓSFORO*:

El fósforo es un importante compuesto intermedio del metabolismo, constituye parte esencial de los ácidos nucleicos, nucleoproteínas, fosfolípidos, y azúcares fosforilados. (VAN DEN DRIESSCHE, 1991). Además este elemento está ligado fundamentalmente al crecimiento radical.

La concentración de fósforo se determinó en tanto por ciento por colorimetría (método del azul de molibdato) (M.A.P.A. 1986).



* *POTASIO:*

El potasio es necesario para la síntesis de proteínas, la actividad enzimática y la translocación, sin olvidar que es un componente fundamental para el control del estrés hídrico vía control estomático (VAN DEN DRIESSCHE, 1991).

La concentración de potasio se determinó en tanto por ciento por el método de fotometría de llama (M.A.P.A. 1986).

* *MAGNESIO:*

El papel de magnesio es ser constituyente de la clorofila, cofactor de muchas enzimas y tiene un papel fundamental en la activación de la enzima RuBPC (VAN DEN DRIESSCHE, 1991).

La concentración de potasio se determinó en tanto por ciento por el método de fotometría de llama (M.A.P.A. 1986).

* *CALCIO:*

La principal función fisiológica del calcio es la de mantener la permeabilidad de las membranas celulares (VAN DEN DRIESSCHE, 1991).



3.2.3.- Variables microclimáticas.

- *Características climáticas de la estación.*

Los datos climáticos de la zona donde se encuentra EL Centro de Mejora “El Serranillo” han sido obtenidos de la estación El Serranillo a 635 mts. de altitud y corresponden a un periodo de observación de 12 años (1985-1996).

Meses	Pi	Ci	Fi	TMMCi	TMMFi	Ti
Enero	34.7	19.0	-8.4	10.9	-0.7	5.1
Febrero	29.1	22.4	-8.8	12.8	0.1	6.5
Marzo	14.4	26.0	-7.0	17.4	1.8	9.6
Abril	43.7	30.6	-5.0	17.7	3.3	10.5
Mayo	46.4	32.6	-2.6	23.3	7.5	15.4
Junio	21.3	39.0	3.5	29.1	11.3	20.2
Julio	17.4	41.0	5.5	33.3	13.6	23.5
Agosto	6.0	41.0	5.0	32.9	13.1	22.9
Septiembre	26.7	39.8	1.0	27.0	9.8	18.4
Octubre	56.2	30.0	-3.2	20.8	6.5	13.6
Noviembre	38.8	25.4	-8.1	15.3	2.9	9.1
Diciembre	43.1	20.0	-8.0	11.4	0.9	6.2
ANUAL	377.8	41.0	-8.8	33.3	-0.7	13.4

Tabla 1: Datos del estudio climático de la estación N° 3168C El Serranillo durante el periodo comprendido entre 1985-1996. Pi: precipitación total del mes en mm; Ci: temperatura máxima absoluta mensual en °C; Fi: temperatura mínima absoluta mensual en °C; TMMCi: temperatura media de las máximas mensuales en °C; TMMFi: temperatura media de las mínimas mensuales en °C; Ti: temperatura media mensual en °C.

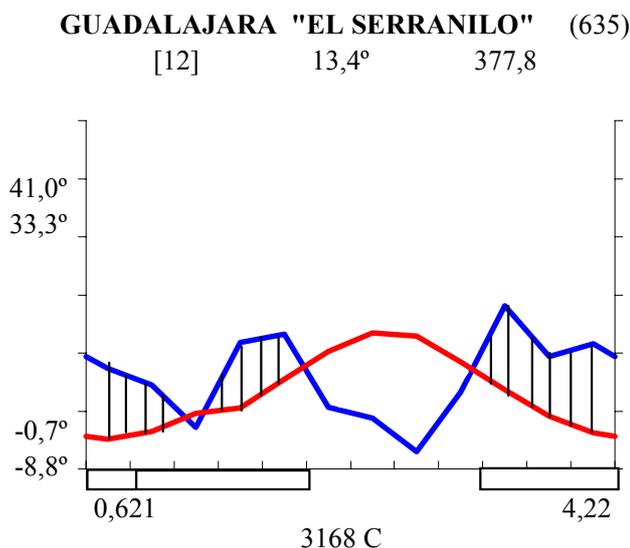


Figura 16: Climodiagrama obtenido a partir de los datos climáticos del periodo 1985-1996 en la estación N° 3168C El Serranillo.



- **VARIABLES MICROCLIMÁTICAS.**

Durante todo el periodo de cultivo se tomaron además de las variables ya señaladas un amplio registro de variables microclimáticas, a fin de poder establecer posibles correlaciones entre estas y los resultados de los estudios de morfología y el análisis de nutrientes.

Para ello se utilizaron los registradores del Centro de Mejora Forestal “*El Serranillo*”, un sistema informatizado que permite un registro de múltiples variables climáticas cada 6 minutos.

De todas estas variables las más importantes fueron:

- HUMEDAD RELATIVA: mínima, media y máxima, en tanto por ciento.
- TEMPERATURA: mínima, media y máxima, en grados centígrados.
- RADIACIÓN: mínima, media, máxima y acumulada. Los datos de luminosidad se obtuvieron en kiloluxes (klux) y debieron ser transformados a radiación mediante la equivalencia $1 \text{ klux} = 18 \mu\text{mol/m}^2\cdot\text{s}$ (LARCHER, 1995). De esta forma la radiación viene expresada en densidad de flujo de fotones fotosintéticamente activos.



3.3.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Para el tratamiento estadístico de los datos de los que constan los diferentes estudios de este proyecto, fue necesario el uso de varios programas informáticos; SPSS para Windows versión 6.0.1. y STATGRAPHICS para Windows versión 6.0. como programas de análisis estadístico, y como hoja de cálculo, MICROSOFT EXCEL 97 (integrado en el paquete ofimático MICROSOFT OFFICE 97), programa necesario para la organización, gestión y presentación de los datos.

El análisis estadístico realizado constó de las siguientes fases:

- ***Exploración estadística de las variables:***

Como paso previo al resto de los análisis, se realizó un análisis exploratorio de los datos de cada variable usando técnicas de estadística descriptiva, a fin de conocer el comportamiento de la población y en los que casos en los que fuera necesario una depuración de los datos de la misma.

- ***Comprobación de la normalidad de varianzas de las variables:***

A continuación se verificó la hipótesis de normalidad de varianzas, para ello se utilizó el test de Kolmogorov-Smirnov-Lilliefors y el test de la W de Shapiro-Wilks. El nivel de significación de ambos tests para aceptar las hipótesis nulas establecidas fue $p \leq 0.05$.

En el caso de no obtener normalidad se procedió a realizar transformaciones de los datos, con el fin de conseguir datos normales. Las transformaciones usadas, por otra parte las más habituales, fueron las que proporcionaba el programa de análisis estadístico, es decir: $\log x$, $1/x$, \sqrt{x} , $1/\sqrt{x}$, x^2 y x^3 .

- ***Comprobación de la homogeneidad de varianzas (HOMOCEASTICIDAD):***

Otro requisito necesario fue la homogeneidad de varianzas. Para comprobar si los datos de las variables eran homocedásticos se utilizó el test de Levene. El nivel de significación para aceptar las hipótesis nulas mediante este test fue $p \leq 0.05$.

En el caso de no obtener homocedasticidad se procedió a realizar transformaciones de los datos, con el fin de conseguir datos homogéneos. Las transformaciones usadas, por otra parte las más habituales, fueron las que proporcionaba el programa de análisis estadístico, es decir: $\log x$, $1/x$, \sqrt{x} , $1/\sqrt{x}$, x^2 y x^3 .

- ***Análisis de la varianza de una vía (ANOVA):***

Una vez comprobado que los datos eran normales y homocedásticos, se procedió a realizar ANOVAs (analysis of variance) para verificar en que casos existían diferencias significativas, teniendo en cuenta que para un



nivel de significación $p < 0.05$, las diferencias halladas se consideran significativas.

Para aquellas variables en las que no consiguió normalidad y/o homocedasticidad con ninguna de las transformaciones anteriormente mencionadas, utilizaron técnicas de ESTADISTICA NO PARAMETRICA para comprobar si existían diferencias significativas. En concreto se usó el test de Kruskal-Wallis para un nivel de significación $p < 0.05$.

- ***Test de comparación múltiple de medias:***

Una vez realizado el análisis de la varianza, en aquellos casos en los que se dieron diferencias significativas, se procedió a realizar un test de comparación de medias con el objeto de analizar que variables eran diferentes entre si. Para ello se usó el test de Tukey-b.

- ***Tablas de contingencia:***

Parte de este estudio comprende el análisis de variables de carácter cualitativo, a las que no se les puede aplicar la metodología estadística vista hasta ahora. Por este motivo se adoptó como método para su análisis el test de tablas de contingencia, que permite hacer valoraciones de este tipo. Existen diferencias significativas entre las variables cuando el nivel de significación para la Chi-cuadrado < 0.05 .

- ***Análisis de regresión:***

Por último lugar, con el fin de establecer correlaciones entre las diversas variables estudiadas, se realizó un análisis de regresión lineal, proporcionándose los valores del nivel de significación de la regresión ($p < 0.05$), la R (indica si la relación es positiva o negativa), y la R^2 que indica el grado de ajuste de la recta de regresión con respecto a los datos.

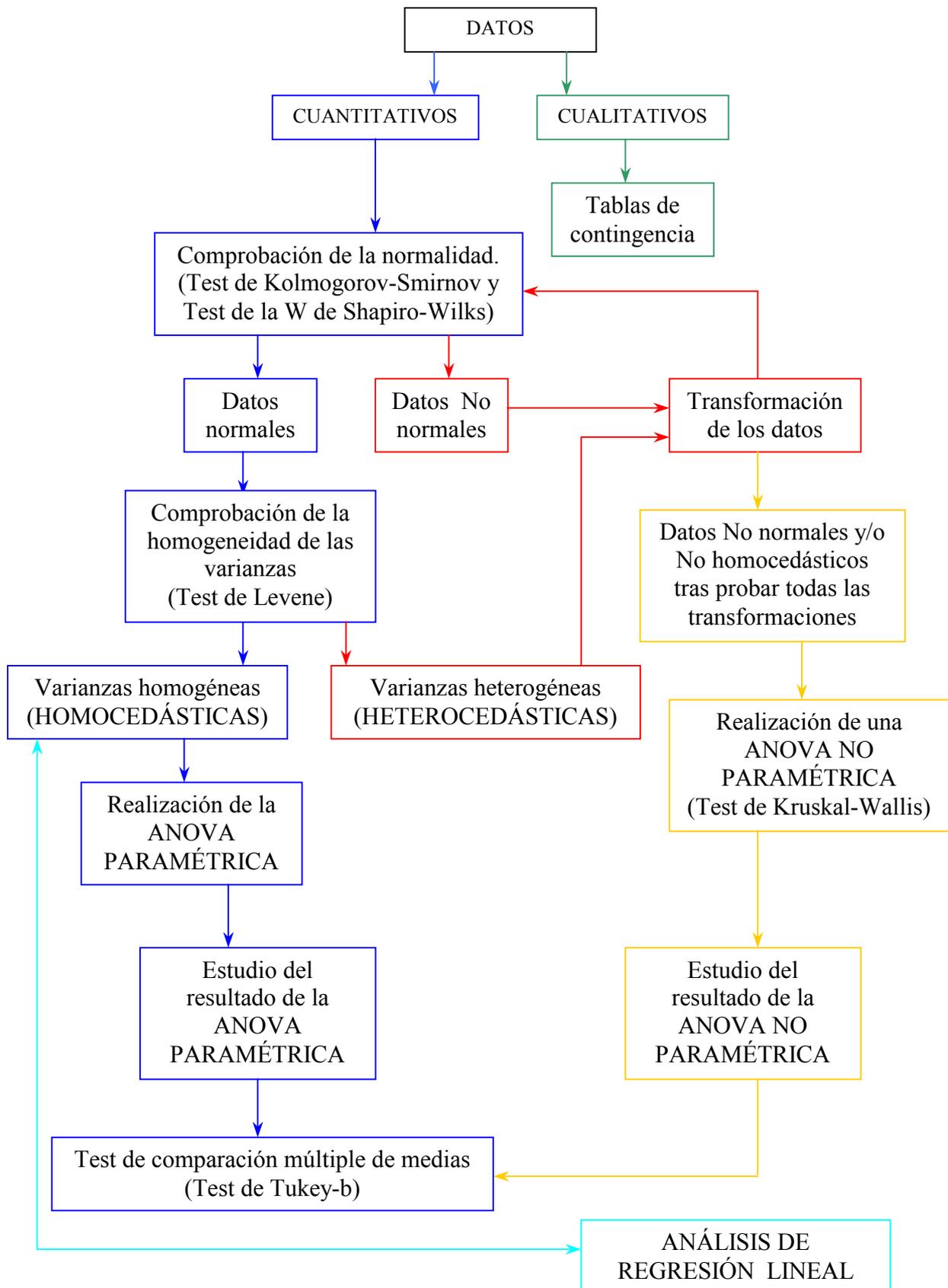


Figura 17: Esquema seguido para el proceso de análisis estadístico de los datos (Modificado de, VALLAS, 1998).