

CARACTERIZACIÓN BIOMÉTRICA Y DETERMINACIÓN DE LA VIABILIDAD DE LAS SEMILLAS Y CRECIMIENTO DE LAS PLÁNTULAS DE FAGUS SYLVATICA L. PROVENIENTES DE DOS HAYEDOS DEL PARQUE NATURAL DE REDES (ASTURIAS).

M.A. Rodríguez Guitián¹, E. Carral Vilariño² & A. Blanco de la Parte³

¹Departamento de Producción Vexetal. Escola Politécnica Superior. USC. Campus Universitario. 27002-Lugo. Correo-e: fageta@lugo.usc.es

²Departamento de Bioloxía Celular e Ecoloxía. Escola Politécnica Superior. USC. Campus Universitario. 27002-Lugo.

³BIESCA Agroforestal y Medioambiente S.L., El Sabil s/n. Villanueva de Santu Adrianu, 33115 Asturias. Correo-e: ddlparte@hotmail.com

Resumen.

Se exponen los resultados de la caracterización biométrica (peso fresco), viabilidad de las semillas (test al corte) y tasa de nascencia, así como del crecimiento de plántulas en los dos primeros años, de los contingentes de semilla recogidos en dos hayedos (uno acidófilo y otro basófilo) de la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica (Parque Natural de Redes, Asturias). Aunque la cosecha de semillas ha sido mayor en el hayedo acidófilo, no se han obtenido diferencias estadísticas significativas en los test aplicados a los conjuntos de datos biométricos y de germinación obtenidos (peso fresco, tasa de nascencia, altura de las plántulas) en función de las dos procedencias consideradas. A la vista de los resultados obtenidos en esta experiencia, las características biométricas y viabilidad de las semillas al igual que las pautas de crecimiento registradas en las plántulas en los dos primeros años presentan unos patrones comunes e independientes su origen.

P.C.: hayucos, haya, biometría, procedencias, Montes de L'Infiernu, Cordillera Cantábrica

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.

Dentro de un estudio más amplio de caracterización ecológica y forestal que se está llevando a cabo en dos hayedos el extremo septentrional del Parque Natural de Redes (Asturias)", se planteó este trabajo con la finalidad de obtener datos sobre las características de las semillas producidas en ambas masas y su posible relación con las características de las plantas obtenidas de su germinación en condiciones controladas. Los resultados de esta experiencia se comparan con los obtenidos en parcelas control situadas en los lugares de procedencia de las semillas.

METODOLOGÍA.

Para la realización del presente estudio se ha partido del conjunto de semillas recolectadas en otoño del 2000 en cinco recogedores suspendidos de 4 m² colocados en el interior de dos masas de haya situadas en el extremo norte del Parque Natural de Redes (Asturias), localizadas sobre posiciones fisiográficas semejantes (orientación, pendiente, altitud), pero desarrollados sobre suelos de, silíceo (A) y calcáreo (B).

Para determinar el peso fresco de la semilla, se tomó una primera muestra de 300 semillas de cada una de las porciones de cosecha recogidas y se obtuvo el peso fresco en gramos de cada hayuco con una báscula de precisión. A las primeras 100 semillas extraídas de cada recogedor, y con el propósito de obtener una estimación de su viabilidad, se les realizó un test de viabilidad al corte con cuchilla (PERRIN 1981; SUSZKA *et al.* 1994) tras proceder a su pesado. Los hayucos se clasificaron como vanos (que no habían desarrollado el embrión), no viables (atacados por hongos, parásitos o en descomposición) y viables (aparentemente sanos).

El resto de las semillas recogidas fué almacenada entre noviembre del 2000 y marzo del 2001 en una nevera a 4° C. Al finalizar ese período se realizó una siembra de hayucos para determinar los porcentajes de germinación, el tiempo tardado en la emergencia y el desarrollo en altura de las plantas obtenidas. La siembra se efectuó los días 15 y 16 de marzo de 2000 en bandejas de contenedor, sobre sustrato de perlita y turba en proporción 1:1. De cada muestra de cosecha recolectada en monte se

sembraron cuatro bandejas (112 semillas previamente pesadas) con semillas de más de 0.15 g de peso fresco, tratando de eliminar la posibilidad de sembrar hayucos vanos, que se denominaron A-1, A-2 y A-3 (zona silíceo) y B-1 y B-2 (zona calcárea). Los contenedores así dispuestos fueron llevados a un invernadero para hacerlas crecer en condiciones de riego y temperatura homogéneas. Posteriormente, se contabilizó por semanas el tiempo tardado en la emergencia de cada semilla, considerando como criterio de inclusión en el recuento, las plántulas que aparecían con los cotiledones desplegados. Al cabo del crecimiento anual se midieron los desarrollos en altura de las plantas. Para el tiempo tardado en germinar se calculó también un índice de rapidez de germinación para cada parcela (BRADBEER 1988) que viene dado por la expresión:

$$S = \left[\frac{X_1}{N} \cdot 1 + \frac{X_2}{N} \cdot 2 + \frac{X_3}{N} \cdot 3 + \dots + \frac{X_n}{N} \cdot n \right] \times 100$$

donde X_i es el número de semillas germinadas en cada semana, N el total sembrado (112) y 1,2,... n, la semana de germinación.

Paralelamente, para tratar de simular las condiciones de densidad de semilla que se obtuvieron en las parcelas de hayedos estudiados, se realizó otra siembra a voleo en bandejas planas y con idéntico sustrato. Se sembraron cuatro bandejas con semillas recogidas en las parcelas situadas en el hayedo acidófilo (A) y otras tantas del basófilo (B), que se designaron como AA-1, AA-2, AA-3, AA-4 y BB-1, BB-2, BB-3, BB-4. Por medio de un muestreo aleatorio se determinó el desarrollo en altura de las plántulas al cabo de un año, para comparar con los resultados de la siembra en contenedor.

Una vez recogida toda la información, se realizaron varios análisis estadísticos en los que, tras comparar los datos de las muestras de cada parcela con una distribución normal, se realizaron tests de discrepancias (paramétrico y/o no paramétrico). Para las muestras que no siguieron una distribución normal, se realizó un test no paramétrico de Mann-Whitney, y en caso contrario, un Anova. Estos análisis se realizaron tomando las muestras de cada parcela independientemente y después agrupando los datos de cada zona según procedencia (A y B).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Peso y viabilidad de las semillas

Como es sabido, la biometría de los hayucos varía anualmente, según la localidad, en función de la edad de los árboles e, incluso, dentro de las ramas de un mismo árbol (OSWALD 1981). Esta tendencia se puede reconocer en la gran variabilidad que se observa en la distribución de pesos encontrada en las muestras estudiadas, tanto entre procedencias como dentro de cada una de ellas, por lo que las pruebas estadísticas aplicadas a los valores medios de peso obtenidos para el conjunto de las dos zonas ($A = 0,23$ gr.; $B = 0,26$ gr), no permite establecer la existencia de diferencias significativas (Tabla 1). En cuanto al peso fresco medio según clase de viabilidad, se constató la existencia de diferencias estadísticamente significativas también entre los tres tipos de semilla (vana, no viable y viable), presentando los hayucos viables por término medio, mayor peso fresco (0,28 gr) que los no viables (0,21 gr) y estos últimos más que los vanos (0,08 gr). La aplicación del test de viabilidad al corte permitió establecer que el porcentaje de hayucos viables oscila entre el 60-75% para el conjunto de las muestras, mientras que los no viables fluctúan entre el 15-30 % y situándose el porcentaje de hayucos vanos en torno al 10-20 % (Figura 1). No se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre la viabilidad de las semillas en función de su procedencia.

Nascencia y desarrollo de plántulas de haya en vivero.

Tasas de nascencia en contenedor.

En la Figura 2 se muestran los porcentajes de nascencia de las plantas sembradas en contenedor y las curvas de emergencia por semanas, para cada una de las muestras. Las plantas nacidas en el primer año (2000) se presentan en esta figura hasta la semana 18, a partir de la cual no se produjeron más emergencias de plántulas en ese año. El repunte final que se observa en las curvas se debe a las plantas que nacieron en la primavera (abril) del año 2001, aspecto sobre el que no hemos encontrado referencias en la bibliografía consultada. El número de semillas germinadas al año siguiente de haber sido sembradas en los contenedores de las muestras A-1, A-2, A-3, B-1 y B-2 fue de 2, 3, 8, 1 y 0, respectivamente y que equivalen, de manera conjunta a un 0,75 % del total de plantas de las parcelas de tipo A y el 0,71% de las de tipo B. Como se aprecia en dicha figura, los porcentajes

de germinación varían notablemente de unas parcelas a otras, mientras que el tiempo que tardan en emerger es bastante similar. Los análisis estadísticos realizados a estos datos no mostraron diferencias significativas en los niveles de germinación de los grupos de muestras A y B tras el cálculo del índice S de rapidez de germinación (Tabla 2) ni tampoco en el tiempo (semanas) transcurrido en la emergencia. Tampoco se encontró relación entre el tiempo tardado en la germinación y la altura y el peso fresco de las semillas (Tabla 3).

Pesos y alturas de las plantas sembradas en contenedor.

Puesto que los valores de peso fresco y alturas obtenidos en las plantas emergidas en los contenedores se ajustan a una distribución normal, fueron sometidos a un análisis paramétrico para determinar la posible existencia de diferencias según procedencias. En la Tabla 4 se indican los resultados de este test. Como se puede apreciar, aún excluyendo los hayucos vanos en la plantación realizada, aparecen diferencias significativas en el peso fresco de las semillas, tanto en los contrastes intra-grupos como en los inter-grupos. Por contra, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las alturas alcanzadas por las plantas en cada uno de los contenedores. A la vista de estos resultados se puede concluir que las diferencias existentes en el peso fresco de las semillas de los dos hayedos estudiados no mostraron relación con el crecimiento de las plantas durante el primer año.

Altura de las plantas en las bandejas de siembra a voleo.

La siembra a voleo trataba de simular unas condiciones parecidas a las que podrían dar en el monte en lo referente a la densidad de semilla disponible para la regeneración por lo que podría ser un indicador del grado de competencia intraespecífica que se establece entre las plantas del haya durante el primer año. Para ello se midió el desarrollo individual de una muestra de plantas de cada bandeja realizando un muestreo aleatorio para una probabilidad del 95 % y un error relativo de muestreo menor del 10%. En la Tabla 5 se resumen los datos obtenidos según la procedencia de los conjuntos plantas medidos. Como puede apreciarse, se observa la existencia de diferencias entre el desarrollo de los dos grupos de muestras (AA-BB), en contra a lo que sucedía con las alturas medidas en las plantas de la siembra en contenedor, que resultaron similares. Aun siendo significativos los dos valores de contraste, el test paramétrico (Tabla 6) muestra un valor de F para la comparación inter-grupos (14,23) mucho mayor que el de la comparación intra-grupos (3,017), que se interpreta como resultado de una diferencia más acusada entre las alturas cuando se comparan agrupadas en función de la litología de procedencia. Como todos los grupos de semillas crecieron sobre un sustrato idéntico, parece lógico admitir que, debido a la competencia que se establece por la luz, las plantas procedentes de la semilla obtenida en el hayedo silicícola (mucho más numerosa) creciesen más que las obtenidas en las bandejas con semilla procedente del hayedo calcícola, cuya siembra se realizó con menor densidad.

Crecimiento en altura según tipo de siembra y procedencia de la semilla.

Por último, se compararon los resultados de las alturas de las plantas al cabo del primer año en los dos tipos de siembra (contenedor y a voleo en bandejas), agrupando los valores de dos formas: por procedencias y según el tipo de siembra. En la comparación realizada en función de la procedencia (A y B, Tabla 7) se observan unos coeficientes de variación elevados, por lo que en la comparación paramétrica no se aprecien diferencias (Tabla 8). Para el caso de los grupos realizados en función del tipo de siembra (0 y 1, Tabla 7), las alturas de las plantas sembradas a voleo resultaron más heterogéneas que las obtenidas de los contenedores individuales, comportamiento que achacamos a las diferentes densidades de semilla empleadas (mucho más elevada en la siembra a voleo), que ha favorecido un mayor desarrollo en altura como consecuencia de la competencia intra-específica que se estableció entre las plantas en su búsqueda de luz. En estas condiciones las plantas de procedencia silícea alcanzan un mayor desarrollo que las de procedencia calcárea, mientras que sin competencia, las diferencias de altura son mucho menores.

Consideraciones con respecto a la dinámica del regenerado observada en los hayedos estudiados.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo permiten realizar algunas consideraciones con

relación a la dinámica de instalación del regenerado observada en las parcelas de procedencia de las semillas (BLANCO DE LA PARTE 2001). En éstas se han constatado diferencias relevantes en cuanto a la capacidad de instalación de nuevas plantas de haya en parcelas acotadas al tránsito de grandes animales silvestres y domésticos en función de las características edáficas y de la cubierta herbácea existentes, así como en la propia producción de semillas, que resultó en el año 2000 sensiblemente superior en el hayedo desarrollado sobre suelos ácidos. Esta diferencia se mantuvo en el momento de germinación de las semillas que fue mucho mayor en el hayedo comentado, al igual que las tasas de supervivencia de las nuevas plantas al cabo del segundo año de su nacimiento.

El comportamiento observado en la viabilidad y tasa de emergencia de los lotes de semillas estudiados así como los valores de crecimiento y tasas de supervivencia de las plantas resultantes en condiciones controladas sugieren que, en ausencia de efectos negativos sobre las nuevas plantas derivados del herbivorismo asociado a grandes ungulados, sería la densidad de semillas producidas cada año el principal factor que controla la incorporación de nuevos contingentes de regenerado en el medio en el que actualmente se desarrollan los hayedos del extremo septentrional del Parque Natural de Redes (Asturias). A pesar de ello, estas masas arboladas presentan parámetros dasométricos que ponen de manifiesto la existencia de dificultades en la incorporación de nuevas plantas a las clases diamétricas inferiores, cuestión que podría estar relacionada con la existencia de una sobrecarga de hervíboros dentro del espacio protegido estudiado (BLANCO DE LA PARTE 2001).

CONCLUSIONES

Las determinación del peso fresco de los contingentes de semillas (hayucos) provenientes de los hayedos estudiados ha permitido establecer la existencia de una gran variabilidad en este parámetro, por lo que las diferencias existentes en los valores medios obtenidos para cada una de las procedencias (A = 0,23 gr; B = 0.26 gr) no son significativas desde el punto de vista estadístico.

El test de viabilidad aplicado a las semillas recogidas, así como sus tasas de germinación obtenidas en condiciones controladas (invernadero), muestran un comportamiento estadísticamente semejante en las dos procedencias estudiadas, ya que no se observan diferencias significativas en los niveles de germinación de los grupos de muestras A y B, ni tampoco en el periodo transcurrido en la emergencia. Por otra parte, no se encontró relación entre el tiempo tardado en la germinación y la altura y el peso fresco de las semillas.

Con relación a las plantas nacidas de la siembra a voleo en bandejas, éstas alcanzaron en conjunto valores de altura significativamente superiores que las que nacieron en contenedor, con menor densidad de planta por bandeja. Dado que las semillas tienen la misma procedencia y el sustrato empleado es idéntico, hay que recurrir a factores como la competencia intra-específica y la densidad de las plantas germinadas, vinculada directamente con la cantidad de semilla existente por unidad de superficie, para explicar tales diferencias.

En conjunto, estos resultados refuerzan el hecho de que la diferente dinámica del regenerado que se puede observar en los hayedos estudiados, no está condicionada por factores intrínsecos asociados a las características y viabilidad de la semilla, sino en factores externos probablemente relacionados con la depredación de semillas y plantas jóvenes.

BIBLIOGRAFÍA.

- BLANCO DE LA PARTE, A.; 2001. Estudio dasométrico y caracterización del potencial de reclutamiento de dos comunidades de *Fagus sylvatica* L. en los Montes de L'Infiernu, Cordal de Ponga (Cordillera Cantábrica). Trabajo Fin de Carrera (inédito). E.T. Explotacións Forestais. Escola Politécnica Superior de Lugo. USC.
- BRADBEER, J. W.; 1988. Seed Dormancy and Germination. Blackie. Glasgow and London. pp. 19–72.
- OSWALD, H. (1981): *Importance et périodicité des faînéés. Influence des facteurs climatiques et sylvicoles*. En: Teissier du Cros, E. (Coord.): **Le Hêtre**: 207-216.
- PERRIN, R.; 1981. Influence des champignons du sol. En: Teissier du Cros, E. (Coord.): **Le Hêtre**: 230-231. INRA. Paris.
- SUSZKA, B., MULLER, C. & BONNET-MASIMBERT, M.; 1994. **Graines de feuilles forestiers**. INRA, Paris, 292 pp.

FIGURAS

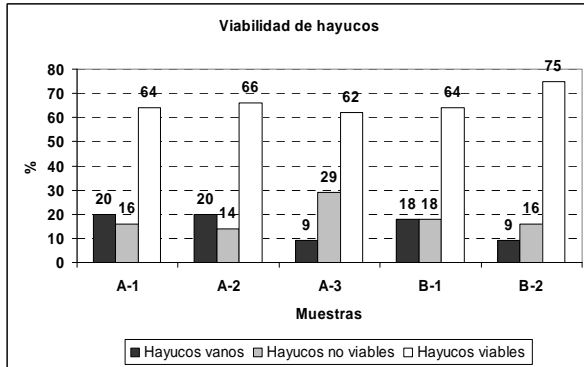


Figura 1. Proporción de hayucos en función de su viabilidad para cada una de las muestras de semilla estudiadas (n = 100 hayucos).

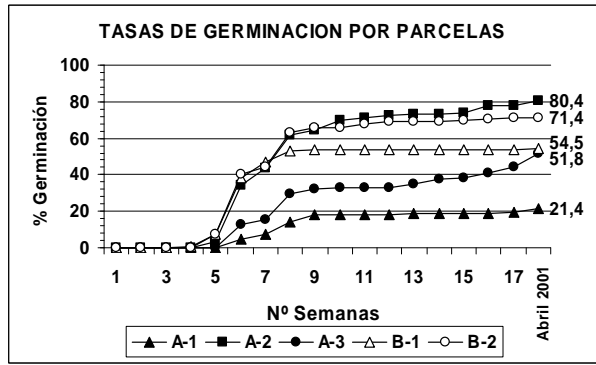


Figura 2. Tiempo transcurrido (semanas) y tasa de germinación de las semillas sembradas en contenedor.

TABLAS

Tabla 1. Valores de peso fresco de las semillas en función de las muestras estudiadas y resultados del test de Mann-Whitney aplicado a estos datos.

Parámetros peso fresco	Muestras				
	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2
N	300	300	300	300	300
χ	0,21	0,22	0,26	0,23	0,28
δ	8,40 E-02	7,56 E-02	7,30 E-02	9,68 E-02	7,89 E-02
C.V.	39,6	33,6	28,2	42,3	28,1

Test de Mann-Whitney	Parcelas		Parámetros		
			N	Z	α
Diferencias intra-grupos	A-1	A-2	600	-1,67	0,095
	A-1	A-3	600	-6,44	0,000
	A-2	A-3	600	-5,18	0,000
	B-1	B-2	600	-8,32	0,000
Diferencias inter-grupos	A	B	1500	-4,59	0,000

N: nº de datos; χ : media; δ : desviación típica; C.V.: coeficiente de variación en %; Z. z de Mann-Whitney; α : significación asintótica bilateral.

Tabla 2. Valores del test de Mann-Whitney aplicado al índice de germinación en función de la procedencia de las semillas.

Valor índice S	Muestras				
	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2
	2,54	10,83	5,40	8,73	10,62

Test de Mann-Whitney	N	Z	α
S	5	-0,577	0,564
% germinación	5	-0,577	0,564

N: nº de datos; Z. z de Mann-Whitney; α : significación asintótica bilateral.

Tabla 3. Resultados del test estadístico realizado a los datos de germinación obtenidos para los lotes de semillas estudiados.

MUESTRAS	VARIABLES	PARÁMETROS			
		N	χ	δ	C.V.
A-1	Semanas	24	8,2	2,5	30,5
	Altura	22	11,1	2,9	26,1
A-2	Semanas	90	7,8	2,6	33,2
	Altura	87	11,9	2,0	16,8
A-3	Semanas	59	9,3	3,7	40,3
	Altura	49	10,4	1,8	17,3
B-1	Semanas	59	6,3	0,9	14,6
	Altura	58	10,4	2,0	19,2
B-2	Semanas	81	7,2	2,2	31,2
	Altura	81	11,6	8,0	68,9

N: n° de datos; χ : media; δ : desviación típica; C.V.: coeficiente de variación en %; Semanas: semanas tardadas en germinar; Altura: desarrollo en altura del primer año (cm).

Tabla 4. Resultados del test estadístico efectuado a los datos de peso fresco y alturas alcanzadas al cabo de un año por las plantas emergidas en la siembra en contenedor.

VARIABLE	GRUPOS	PARÁMETROS		
		N	F	α
Peso fresco	Intra-grupos (A-1, A-2, A-3, B-1, B-2)	336	12,16	0,000
	Inter-grupos (A/B)	366	10,01	0,002
Altura	Intra-grupos (A-1, A-2, A-3, B-1, B-2)	297	1,445	0,219
	Inter-grupos (A/B)	297	0,228	0,633

N: número de datos; F: F de SNEDECORT; α : nivel de significación.

Tabla 5. Valores de alturas alcanzadas al cabo de un año por las plantas emergidas en la siembra en bandejas.

MUESTRAS	VARIABLES	PARÁMETROS				
		N	χ	δ	C.V.	ϵ
AA	Alt. (cm)	120	16,8	4,6	27,6	9,1
BB	Alt. (cm)	120	14,8	3,4	22,9	7,6

N: n° de datos; χ : media; δ : desviación típica; C.V.: coeficiente de variación en %; ϵ : error relativo de muestreo en %.

Tabla 6. Tabla de ANOVA para el contraste de alturas según procedencia.

VARIABLE	MUESTRAS	PARÁMETROS		
		N	F	α
Altura (cm)	Intra-grupos (AA-1, AA-2, AA-3, AA-4, BB-1, BB-2, BB-3, BB-4)	240	3,017	0,005
	Inter-grupos (AA/BB)	240	14,23	0,000

N: número de datos; F: F de SNEDECORT; α : nivel de significación.

Tabla 7. Valores de altura desarrollada al cabo del primer año (cm) por las plantas estudiadas.

VARIABLE	GRUPOS	PARÁMETROS			
		N	χ	δ	C.V.
Altura (cm)	A	279	13,7	4,4	32,1
Altura (cm)	B	260	12,8	5,4	42,2
Altura (cm)	0	240	15,8	4,2	26,6
Altura (cm)	1	299	11,3	4,6	40,7

N: n° de datos; χ : media; δ : desviación típica; C.V.: coeficiente de variación en %. **A**: plantas de zona silíceas; **B**: plantas de zona calcárea; **0**: plantas de siembra a voleo; **1**: plantas de siembra en contenedor.

Tabla 8. Tabla de ANOVA realizado a los valores de crecimiento de plantas obtenidos en función de su procedencia (A/B) y tipo de siembra (0/1).

VARIABLE	GRUPOS	PARÁMETROS		
		N	F	α
Altura (cm)	Inter-grupos (A/B)	539	4,235	0,040
Altura (cm)	Inter-grupos (0/1)	539	143,12	0,000

N: número de datos; F: F de SNEDECORT; α : nivel de significación.