



**HAL**  
open science

## Adaptación de los recursos forestales a la sequía: potencial genético del pino Oregon

Philippe Rozenberg, Manuela Ruiz Diaz Britez, Alejandro Martinez,  
Anne-Sophie Sergent

### ► To cite this version:

Philippe Rozenberg, Manuela Ruiz Diaz Britez, Alejandro Martinez, Anne-Sophie Sergent. Adaptación de los recursos forestales a la sequía: potencial genético del pino Oregon. 6. Congreso Forestal Latinoamericano (VI CONFLAT) “Latinoamérica en armonía con la sustentabilidad de los recursos forestales y el medio ambiente”, Oct 2014, Michoacan, México. hal-01268881

**HAL Id: hal-01268881**

**<https://hal.science/hal-01268881>**

Submitted on 5 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Adaptación de los recursos forestales a la sequía: potencial genético del pino Oregón

P. Rozenberg, M. Ruiz-Diaz-Britez, A. Martinez-Meier, A.S. Sergent

La principal característica del proceso de cambio climático es el rápido aumento de la temperatura media anual. En ciertas partes del mundo, el proceso se acentúa como consecuencia de un aumento de la frecuencia, intensidad y duración de las sequías. Desde hace algunos años, luego de eventos de estrés hídrico, se observan decaimientos, ocasionalmente masivos, tanto en plantaciones de especies introducidas como en bosques nativos. En ciertos casos se demostró la existencia de una relación entre sequía y decaimiento. El decaimiento masivo puede interpretarse como un proceso evolutivo de selección natural: durante un decaimiento se eliminan fenotipos inadaptados, sobreviviendo los individuos con caracteres favorables. Dependiendo de la tasa de selección, de la variación fenotípica y genética de los caracteres adaptativos pertinentes y de la heredabilidad, se puede o no aprovechar el decaimiento para acompañar y acelerar el proceso natural de evolución.

En diferentes regiones de Francia, se han observado decaimientos sucesivos en los bosques de pino Oregón (*Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii*), desde el final de los años 1990 hasta los años 2005-2010. El pino Oregón es masivamente plantado en Francia desde la mitad del siglo XX, constituyéndose en la especie forestal introducida más relevante. Los árboles plantados provienen de huertos semilleros compuestos de genotipos originarios de las regiones costeras de los estados de Washington y Oregón en los Estados Unidos. Nos preguntamos si existe dentro de este material de plantación un potencial de adaptación genética a la sequía suficiente que nos permita identificar y seleccionar recursos forestales pertinentes en relación a las nuevas condiciones climáticas.

Describimos la heredabilidad y el coeficiente de variación genética como parámetros que nos permiten describir el potencial de adaptación del pino oregón. Para ello, la primera etapa del trabajo consistió en definir caracteres de resistencia a la sequía que se pueden medir a escala compatible con una buena estimación de la heredabilidad y del coeficiente de variación genética. La vulnerabilidad a la cavitación juega un rol preponderante en el pino Oregón, como carácter relacionado a la resistencia a la sequía. Sin embargo, su medición es cara y consume mucho tiempo, por lo que no es posible medirla en un número de individuos suficientemente alto, en relación con una estimación precisa de parámetros genéticos.

Para definir caracteres de resistencia a la sequía acorde con el alto número de mediciones necesarias para una estimación rigurosa de los parámetros genéticos, utilizamos dos estrategias:

1. Buscar relaciones entre la resistencia a la cavitación y caracteres más fáciles de medir
2. Buscar relaciones entre la supervivencia después de una mortandad provocada por la sequía y caracteres relativamente fáciles de medir.

Para ello, utilizamos variables de microdensidad, es decir caracteres de densidad de la madera de los anillos de crecimiento. El interés fundamental de estos caracteres es la posibilidad de medirlos tanto en árboles vivos como en árboles muertos. Hemos conseguido definir varios caracteres de resistencia a la sequía a partir de los perfiles de microdensidad.

Disponemos de 1600 tarugos recolectados en tres ensayos genéticos de comparación de progenies de pino Oregón ubicados en sitios de condiciones ambientales/climáticas y edáficas contrastantes. Estos sitios fueron los bosques estatales o comunales de Darney (VOSGES) en el Nordeste, de Ecouves (ORNE) en el Noroeste y de Rialsesse (AUDE) en el Sur.

En total, se incluyeron en el estudio 56 progenies pertenecientes a tres procedencias de la zona costera del estado de Washington, Estados Unidos (Marblemount, Enumclaw y Granite

Falls). Con estos tarugos obtuvimos perfiles de microdensidad y calculamos la variación fenotípica, la varianza genética aditiva, el coeficiente de variación genética aditiva y la heredabilidad *sensu stricto* ( $h^2$ ) de los caracteres de resistencia a la sequía de 12 anillos de crecimiento sucesivos, para cada una de las tres procedencias dentro de cada uno de los tres sitios de ensayo. En total logramos obtener para cada carácter 108 estimaciones del coeficiente de variación genética aditiva y de la heredabilidad.

En una etapa previa se determinó la pertinencia de estos caracteres para su uso como proxies de sequía en pino Oregón de acuerdo a su relación con la supervivencia luego de eventos de sequía extremos y recurrentes, o bien por su alta correlación positiva con la resistencia a la cavitación. Dos series de caracteres se incluyeron en el estudio: 1) un juego de caracteres definidos de acuerdo al límite convencional entre madera temprana y madera tardía (promedio de entre medidas extremas de densidad, máxima y mínima,) y 2) un juego de caracteres basados en cinco umbrales móviles de densidad (entre 0,3 a 0,7 kg/m<sup>3</sup>) que dividieron cada anillo en un segmento superior de alta densidad y un segmento inferior de baja densidad.

El juego de caracteres convencionales comprendió el ancho del anillo (RW), la proporción de madera temprana (EWP), la densidad media del anillo (MRD), la densidad media de la madera temprana (EWD) y de la madera tardía (LWD), así como la densidad mínima (MID) y la densidad máxima (MAD) de cada anillo. El juego de caracteres basados en umbrales móviles de densidad comprendió: la densidad media del segmento de alta densidad (MHD), la densidad media del segmento de baja densidad (MLD), el coeficiente de variación del segmento de alta densidad (CVHD), el coeficiente de variación del segmento de baja densidad (CVLD), y la proporción del segmento de alta densidad en relación al ancho del anillo (PHD). Cada una de estos caracteres combinados a su vez con los cinco umbrales de densidad definidos sobre el anillo proporcionó cinco parámetros de fácil medición. Se incluyó también en el estudio la variable representada por el promedio de los cien primeros puntos de densidad correspondientes a la madera temprana (SEQ). Ambos juegos de caracteres se calcularon para el período comprendido entre los años 1998-2009. La heredabilidad se estimó por el método de máxima verosimilitud restringida (REML) por medio del paquete ASREML-R y su correspondiente desvío estándar fue estimado por el método Delta. Posteriormente se condujeron una serie de análisis de varianza para determinar de manera detallada las variaciones de  $h^2$  entre caracteres, sitios, procedencias y anillos de crecimiento.

El efecto sitio fue altamente significativo para  $h^2$  de casi todos los caracteres con la excepción de CVHD en todos los umbrales de densidad. El efecto año fue significativo para MLD0.3, MLD0.4 y MLD0.5, CVLD0.3, PHD0.5 y PHD0.6, MRD y MID. Por otra parte, el efecto de procedencia fue significativo para MLD en todos los umbrales de densidad, también para MHD0.4, CVLD0.6, CVLD0.7, PHD0.3 y PHD0.4, y para casi todos los caracteres convencionales, con la excepción de LWD y MAD. Las variaciones de  $h^2$  entre procedencias dentro de cada sitio no mostraron una estructuración o tendencia particular, con la excepción de MLD que fue altamente significativa en el sitio ORNE-Ecouves, en todos los umbrales de densidad.

Las magnitudes de las heredabilidades estimadas por carácter, sitio, procedencia o año fueron muy variables. Valores intermedios de heredabilidad se observaron en algunos de los sitios estudiados, en varios años y diferentes umbrales de densidad para PHD y MLD ( $h^2 \geq 0,50$ ), MHD y CVLD ( $h^2 \geq 0,40$ ). Valores altos de  $h^2$  ( $\geq 0,60$ ) se observaron en SEQ, y MRD y valores moderados ( $h^2 \geq 0,40$ ) para EWD. Con respecto a los valores observados del coeficiente de variación genética aditiva, los mayores valores correspondieron a SEQ, MRD,

PHD en casi todos los umbrales de densidad pero en particular en PHD0.7, y MLD. En cuanto a las estimaciones de  $h^2$  para las procedencias, se observó una gran variación en un rango de estimaciones moderadas a altas en varios caracteres, sitios y años hasta valores despreciables.

En conclusión, detectamos una amplia variación en las estimaciones de  $h^2$  con un importante efecto de sitio, pero sin una estructura evidente que pueda ser explicada por los efectos de procedencia y/o año. Existen diferencias significativas entre sitios, procedencias y años de crecimiento para la variación genética y la heredabilidad de algunos de los caracteres de resistencia a la sequía estudiados. De manera general, algunos caracteres poseen estimaciones de variación genética y de heredabilidad significativamente más altas que otros.

De manera general, se presenta y se discute la significación y el interés de estas estimaciones muy variables de parámetros genéticos. Particularmente, para el pino oregón, los resultados serán discutidos en relación con su potencial de adaptación a la sequía en Francia.

Comprender los procesos implicados en los decaimientos presentes y pasados puede ayudar a identificar aquellos procesos que ponen en peligro ciertos sistemas de producción como así también aquellos que pueden activar mecanismos de adaptación. La utilización de conocimientos científicos básicos como el determinismo genético de los caracteres de resistencia a la sequía puede ayudar a anticipar decisiones y a disminuir las incertidumbres asociadas al cambio climático.