

PRIMEROS RESULTADOS DE INDUCCIÓN FLORAL CON APLICACIÓN DE GIBERELINAS Y FERTILIZACIÓN EN EL HUERTO SEMILLERO DE *PINUS RADIATA* D. DON DE SERGUDE.

V. CODESIDO¹ y E. MERLO¹

¹ Centro de Investigaciones Forestales y Ambientales de Lourizán. Ap.127, 36080 Pontevedra. E-mail: codesido@inia.es

RESUMEN

Se han realizado ensayos de inducción floral con aplicación de giberelinas y fertilización en el huerto semillero de *Pinus radiata* D. Don de Sergude.

La aplicación de giberelinas es un método eficaz para regular la floración en coníferas. La aplicación en estados tardíos del periodo vegetativo (Julio- Agosto) estimula la iniciación de los estróbilos femeninos que se diferenciarán, además, en las zonas más apicales del árbol de manera que se evita en gran medida la autopolinización. Las giberelinas estimulan más efectivamente la floración en aquellos clones de pocas flores con lo que se han seleccionado cuatro clones: uno de baja, uno de media y dos de alta floración. Se han elegido dos fechas de aplicación de hormonas (Julio y Agosto).

Para el ensayo de fertilización, se ha dividido la superficie del huerto en tres bloques de acuerdo con la pendiente del mismo. Se ha añadido un fertilizante NPK 15-5-20 en tres fechas (Mayo, Junio y Julio) para determinar cuál es la más adecuada para realizar el proceso de fertilización, ya que la fecha de aplicación de N es crítica para promover la diferenciación de las yemas vegetativas a yemas florales.

P.C.: inducción floral, giberelinas, fertilización.

SUMMARY

Application of gibberellins, has become an efficient method of flowering regulation in many coniferous forest trees. The application of gibberelins in later stages of the vegetative period (July-August) stimulates female strobili initiation. Gibberellin treatment also changed the natural female strobili distribution, shifting it to a more distal shoot position. This creates better chances for out-crossing. It also reduced the percentage of empty seeds. Gibberellins stimulated flowering more effectively in poorly flowering clones. Ramets of four clones were selected to cover a range of strobilus initiation capacity, from heavy to light: a poor flowering clone, an intermediate flowering clone and two good flowering clones. Gibberellin A_{4/7} was applied to 6 ramets of each clone. The 6 ramets were divided into two sub-treatments of three ramets each: the first sub-treatment was Gibberellins application in July and application in August was the second one.

Talking about fertilization, we divided the orchard surface into three zones, depending on this slope. We fertilized with NPK 15-5-20 during three dates: may, june and july to determine which of these dates is the most suitable to fertilize. The date of N application is definitive to promote the vegetative bud differentiation into flower bud.

K.W.: flowering induction, gibberellins, fertilization.

INTRODUCCIÓN, MATERIAL Y MÉTODOS:

El alejamiento de la producción con respecto a un huerto ideal puede deberse a varios factores como el número de clones, la edad de implantación en el huerto de cada clon, el número de estróbilos masculinos y femeninos por clon (ERIKSSON *et al*, 1973), el distinto comportamiento fenológico, el número de abortos florales, autopolinización, contaminación polínica (DI-GIOVANI & KEVAN,

1991), etc.

El número de clones que consigue el 50% de la producción de estróbilos femeninos en el huerto semillero de *Pinus radiata* D. Don de Sergude puede utilizarse como una medida de la desviación del huerto con respecto a una producción uniforme (GRIFFIN, 1982).

Una vez conocido el patrón fenológico y la participación clonal en la producción de estróbilos del huerto semillero, se puede modificar su producción utilizando distintos tratamientos.

La aplicación de fertilizantes nitrogenados en los meses de Mayo-Junio, meses de diferenciación de estróbilos masculinos, puede aumentar su número, favoreciendo la presencia de una mayor cantidad aérea de polen que facilitará el proceso de polinización, disminuyendo además el riesgo de contaminación polínica.

Por otra parte, ha sido ampliamente demostrado que la aplicación de giberelinas $A_{4/7}$ durante el período de diferenciación de estróbilos femeninos (Julio-Agosto), aumenta su número (BONNET-MASIMBERT, 1987; SIREGAR & SWEET, 1996), varía su disposición en el árbol hacia zonas más apicales (disminuyendo el riesgo de autopolinización) y reduce el número de abortos florales (CHALUPKA, 1991).

Giberelinas. Se han seleccionado cuatro clones del huerto semillero de Sergude: un clon de baja floración (66010), un clon de floración media (66017) y dos clones de alta floración (66011 y 66039). Cada clon está representado por 6 ramets (3 por tratamiento) y todos ellos con un diámetro del fuste a 40 cm del suelo, de más de 5 cm.

Se establecieron como tratamientos dos fechas de aplicación (Julio y Agosto). Para la aplicación de giberelinas se utilizó $GA_{4/7}$ diluida en etanol en relación de 100 mg/ml. La dosis de $GA_{4/7}$ aplicada, varía en función de la altura del árbol en relación 10 mg por metro. La aplicación de esta hormona se realizó por inyección en el cambium con una jeringa de 1ml, provista de aguja, previa realización de los agujeros sobre el tronco, a 20-30 cm de la base. Dependiendo de la dosis se realizaron 1, 2, o más agujeros cruzados, con una inclinación de aproximadamente 45° hacia la base del tronco, para impedir el riesgo de vaciado, y fueron sellados con silicona.

Fertilización. Se requiere una gran concentración de nutrientes para que las yemas vegetativas se diferencien a yemas reproductivas (PHARIS *et al*, 1987), por lo que se pretende inducir la floración mediante fertilización. La conveniencia de fertilizar ha sido muy estudiada y se han realizado numerosas síntesis al respecto (PURITCH, 1972). Los resultados son muy variables aunque se concluye en todos los casos que la fertilización consigue aumentar el número de árboles productores de flores y puede equilibrar la estructura genética de la semilla, al lograrse mayores incrementos en los clones poco productores. Su eficacia depende de la naturaleza del abono, de la cantidad aportada, de la fecha de aplicación y, probablemente, de los factores del medio. En caso de suelos muy fértiles la respuesta a la fertilización no es casi apreciable.

Se pone en marcha un ensayo para inducir la floración mediante la aplicación de un fertilizante rico en N y K. Para realizar este ensayo se definen 3 bloques dentro del huerto por características homogéneas de pendiente y agrupando el mismo número de árboles. Sobre cada uno de los bloques se aplican cuatro tratamientos: T_0 , testigo; T_1 , fertilización en mayo de 2000; T_2 , fertilización en Junio de 2000 y T_3 , fertilización en Julio de 2000. La unidad experimental por tratamiento y bloque varía entre 12 y 18 árboles localizados en posiciones contiguas dentro del bloque y sin tener en cuenta el factor clon. Cada unidad experimental queda caracterizada con un análisis foliar y edáfico antes del ensayo (datos no mostrados).

El fertilizante elegido fue NPK 15-5-20 granulado de absorción rápida. La aplicación del fertilizante se realizó de manera individualizada mediante un aporcado alrededor de cada árbol, añadiendo 200g de fertilizante por árbol y enterrándolo ligeramente.

RESULTADOS Y/O DISCUSIÓN

En la figura 1 se muestran los resultados obtenidos en el ensayo de inducción floral mediante aplicación de giberelinas. Se representan la media y el error típico del número de estróbilos de los cuatro clones tratados en comparación con el número de estróbilos del año inmediatamente anterior. Se observan diferencias significativas entre la aplicación (2001) y la no aplicación (2000) de giberelinas en los cuatro clones, si bien se observa un mayor efecto en los clones menos floríferos. No se han encontrado diferencias significativas entre fechas con lo que se representa la aplicación de giberelinas en Julio y en Agosto conjuntamente. El hecho de que se tome como testigo el año 2000 y no los ramets no inyectados de cada clon en el 2001, se debe al bajo número de éstos que imposibilita la realización de un estudio estadístico riguroso. La posibilidad de que el aumento del número de estróbilos femeninos del año 2000 al 2001 se deba a un aumento general de la productividad del huerto y no a la inyección de giberelinas se ha descartado ya que hemos representado la media de estróbilos femeninos de la totalidad del huerto (excluyendo los clones en los que se realizó inyección de giberelinas) del 2000 y del 2001 (líneas horizontales en la figura 1), observándose un ligero aumento en el 2001 que sigue siendo significativamente más bajo que las medias obtenidas para los clones tratados. La intensidad de respuesta al tratamiento es inversamente proporcional al número de flores del clon, es decir, aquellos clones poco floríferos tendrán una respuesta mayor a la aplicación hormonal que los muy floríferos.

No se han representado los datos obtenidos para el número de estróbilos masculinos por no existir diferencias significativas entre la aplicación y no aplicación de giberelinas. Esto es debido a que la elección de las fechas para los distintos tratamientos se realizó basándose en la bibliografía existente (BONNET-MASIMBERT, 1987), sobre inducción floral con giberelinas para los estróbilos femeninos (Julio-Agosto), situándose la fecha idónea para la estimulación de floración masculina entre los meses de Mayo y Junio (época de diferenciación de estróbilos masculinos).

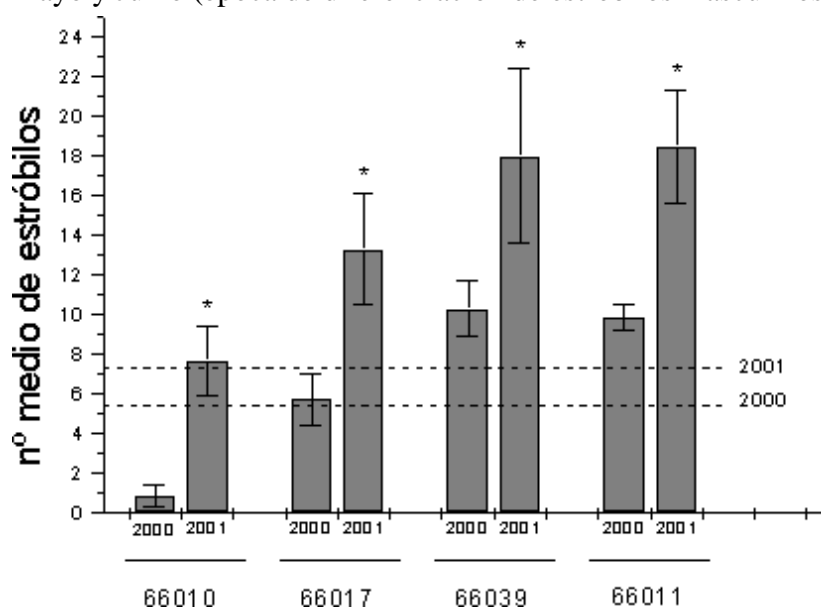


Figura 1.- Efecto de la aplicación de giberelinas sobre el número de estróbilos femeninos en cuatro clones de distinta capacidad florífera. Se representa el número medio de estróbilos femeninos de cuatro clones durante dos años consecutivos (2000-2001), siendo el 2001 el resultado de la aplicación de giberelinas. El asterisco representa las diferencias significativas encontradas en el número de flores del 2001 frente al 2000 dentro del mismo clon. Con líneas discontinuas se representa la media del número de estróbilos femeninos de la totalidad del huerto semillero (exceptuando los cuatro clones objeto de estudio) tanto en el 2000 como en el 2001.

Se ha observado una clara tendencia a florecer en las zonas más apicales del árbol en aquellos clones tratados con giberelinas (datos no mostrados), lo que minimiza el riesgo de autopolinización, favoreciendo el equilibrio panmítico.



Figura 2.-Fotografía de la zona apical de un individuo perteneciente a un clon tratado con giberelinas. Destaca la disposición apical de los estróbilos femeninos.

En la figura 3 se muestran los resultados obtenidos en cuanto al número de estróbilos masculinos en respuesta a la fertilización. La fertilización promueve la diferenciación de un mayor número de estróbilos masculinos. Se han encontrado diferencias significativas en el número de estróbilos masculinos entre los individuos fertilizados y los no fertilizados. Sin embargo, no se han obtenido diferencias significativas entre las distintas fechas de aplicación del fertilizante (Mayo, Junio, Julio). Se observa una tendencia a disminuir a medida que avanzamos en el tiempo, pero las diferencias no resultaron estadísticamente significativas.

Por el contrario no se ha obtenido efecto del fertilizante sobre la floración femenina (figura 4), probablemente debido a las fechas de aplicación del mismo, ya que la diferenciación de los estróbilos femeninos es más tardía.

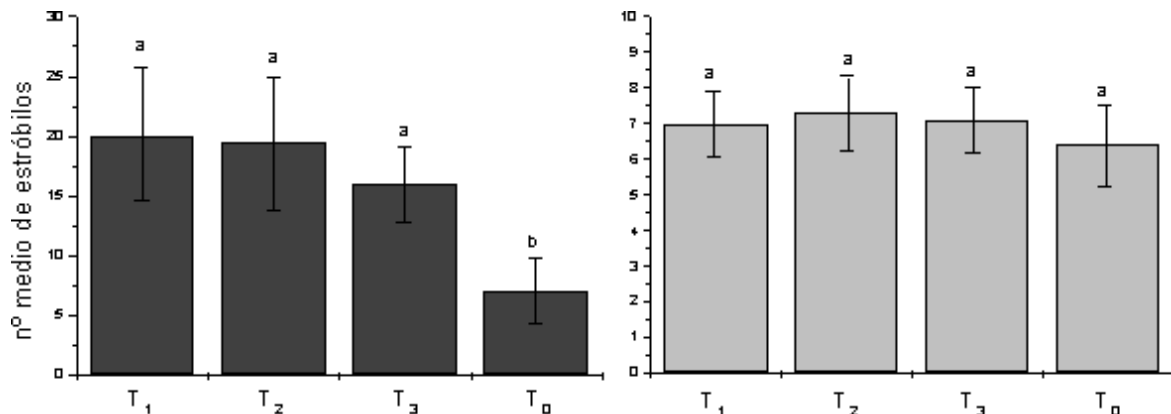


Figura 3.- Efecto de la fertilización sobre el número de estróbilos masculinos. Se ha representado el número de estróbilos masculinos obtenidos en el 2001 tras haber fertilizado en Mayo (T₁), en Junio (T₂), en Julio (T₃) y sin fertilizar (T₀). Las diferentes letras indican diferencias significativas.

Figura 4.- Efecto de la fertilización sobre el número de estróbilos femeninos. Se ha representado el número de estróbilos femeninos obtenidos en el 2001 tras haber fertilizado en Mayo (T₁), en Junio (T₂), en Julio (T₃) y sin fertilizar (T₀).

sin fertilizar (T_0). No existen diferencias entre tratamientos.

El efecto de la fertilización sobre la floración masculina es de gran importancia ya que triplica los valores obtenidos en el control.

CONCLUSIONES

1. La aplicación de giberelinas $A_{4/7}$ en Julio y Agosto favorece la floración femenina, pero no provoca un aumento en la floración masculina.
2. La fertilización incrementa en gran medida el número de estróbilos masculinos en las tres fechas de aplicación (Mayo, Junio y Julio) sin afectar en absoluto la floración femenina.
3. En ambos procesos es sumamente importante la fecha de aplicación de los tratamientos, favoreciéndose la floración masculina en el caso de fechas tempranas (primavera) y la femenina en fechas más tardías (verano).
4. Podemos manipular la identidad sexual de los estróbilos así como su cantidad realizando una elección adecuada del tratamiento aplicado.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer el inestimable trabajo de nuestros compañeros de vivero sin los que este trabajo no hubiera sido posible, con especial mención a Mariano Díaz Arnedo (encargado agrario y responsable del vivero), Enrique Diz Dios, M^a Soledad Barcal Iglesias, M^a Isabel Juncal Pintos y M^a Luisa Blanco Moledo.

También agradecemos a Josefa Fernández, jefa del departamento de Producción Forestal su apoyo e interés en el trabajo propuesto.

BIBLIOGRAFÍA

- BONNET-MASIMBERT, M. (1987). *Floral induction in conifers: a review of available techniques*. Forest Ecology and Management, 19: 135-146p.
- CHALUPKA, W.; (1991). *Usefulness of hormonal stimulation in the production of genetically improved seeds*. Silva Fennica, vol 25, n^o4: 235-240.
- DI-GIOVANI, F. & KEVAN, P.G. (1991). *Factors affecting pollen dynamics and its importance to pollen contamination: a review*. Canadian Journal of Forest Research, vol. 21: 1150-1170.
- ERIKSSON, G.; JONSSON, A. & LINDGREN, D.; (1973). *Flowering in a clone trial of Picea abies Karst*. Cstudia Forest Suec. 110: 1-45p.
- GRIFFIN, A.R.; (1982). *Clonal variation in Radiata pine seed orchards. I. Some flowering, cone and seed production traits*. Australian Forest Research. 12:295-302.
- PHARIS, R.P.; WEBBER, J.E. & ROSS, S.D. (1987). *The promotion of flowering in forest trees by gibberellin $A_{4/7}$ and cultural treatments: a review of the possible mechanisms*. Forest Ecology and Management, 19:65-84.
- PURITCH, G.A. (1972). *Cone productions in conifers. A review of the literature and evaluation of research needs (with an economic analysis by A.H. Vyse)*. Pacific For.Cent., Can. For. Ser. Inf. Rep. BC-X.65, Victoria B.C., 94 pp
- SIREGAR, I.Z. & SWEET, G.B.; (1996). *Optimal timing of gibberellin $A_{4/7}$ application to increase female strobilus numbers in a Pinus radiata seed orchard*. New Zealand Journal of Forestry Science, 26(3): 339-347.

Este trabajo ha sido financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria