

FV 1.1 INFORME DE RESULTADOS COMPARATIVOS DE LOS DISTINTOS SISTEMAS DE EXTRACCIÓN.

1. Estudio descriptivo:

1.1 Localización de las parcelas de estudio:

Los ensayos de macroresinación se han realizado en 8 parcelas localizadas en los ayuntamientos de Pantón (Lugo), Culleredo (Coruña), Godos (Pontevedra), Pravia (Asturias), Valdés (Asturias) y Coca (Castilla y León).

Las especies de estudio han sido *Pinus pinaster* y *Pinus radiata*. En la figura 1 se puede observar la localización de las 8 parcelas de estudio.

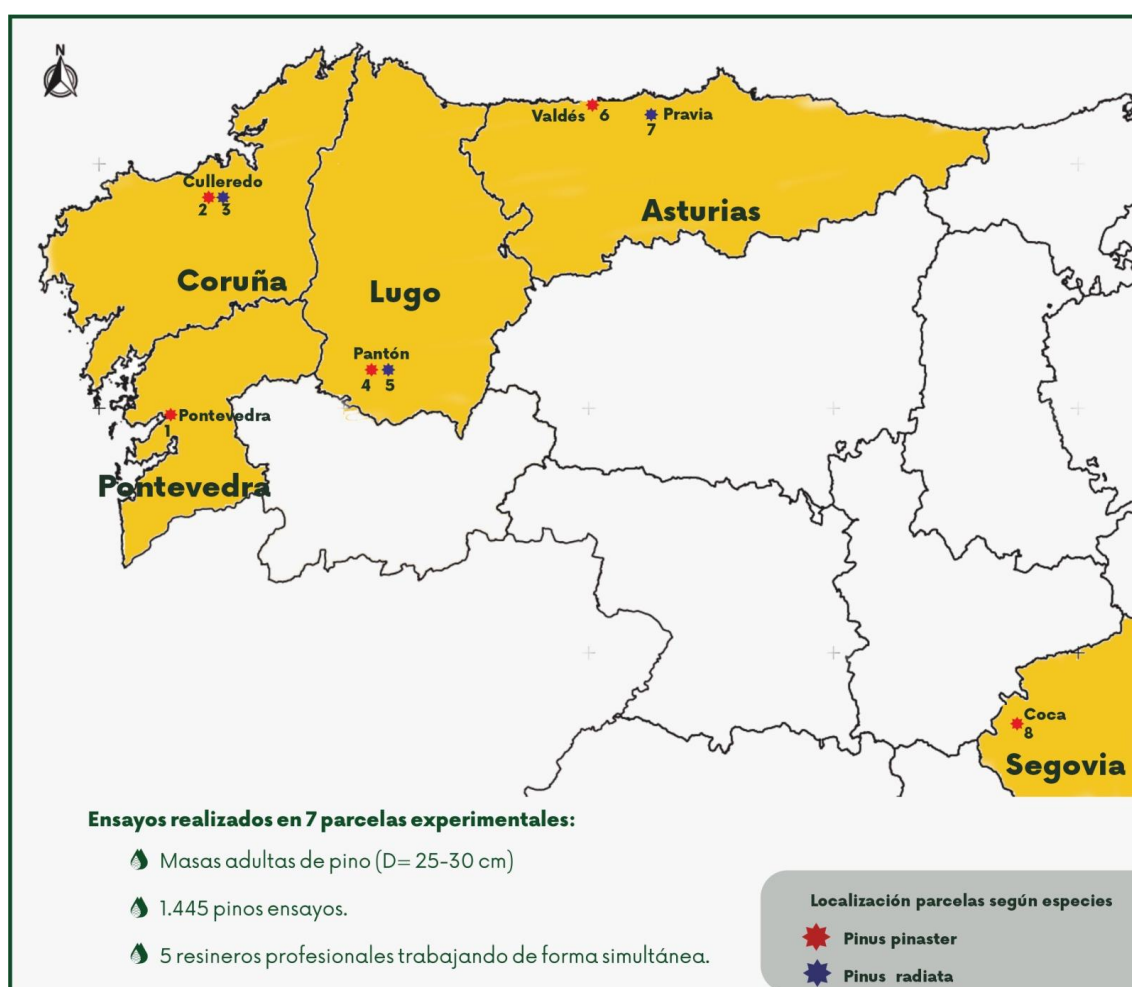


Figura 1. Localización de las parcelas de estudio del proyecto ACREMA.

Características de las parcelas de estudio:

- Parcela P. pinaster Godos, Pontevedra: la pendiente es variable, sin sobrepasar nunca el 15-20 % y la orientación Noreste.
- Parcela P. pinaster Coca, Segovia: sin pendiente y con orientación este-sureste.

- Parcela P. pinaster Culleredo, Coruña: orientación predominante Noreste. La pendiente desde el centro hasta la parte más alta de la parcela es de 35 - 70 % y desde el centro hasta la parte más baja de 15-35 %.
- Parcela P. radiata Culleredo, Coruña: orientación predominante Noreste. La pendiente mayoritaria es de 15 - 35 % y puntualmente hay zonas con 35-75 %.
- Parcela P. pinaster Ferreira de Pantón, Lugo: orientación predominante sureste y suroeste (salvo en una pequeña zona que tiene noroeste) y la pendiente de 15-35 % en la totalidad de la superficie.
- Parcela P. radiata Ferreira de Pantón, Lugo: orientación predominante Noroeste y pendiente de 15-35 % mayoritariamente.
- Parcela P. pinaster en Monte San Cosme, Asturias: orientación predominante norte y llano mayoritariamente
- Parcela P. radiata en Montes de Sangreña y Villavaler, Asturias: orientación predominante Sur y pendiente entre un 10-25 % principalmente.

1.2 Pastas estimulantes empleadas:

Los estimulantes empleados, tanto durante la campaña de resinación de 2021 como de 2022, han sido la pasta ASACIF (principio activo, ácido salicílico), CUNINGHAM (principio activo, ethephon) y un tratamiento control (sin pasta).

1.3 Métodos de extracción ensayados:

Los métodos de extracción empleados han sido el de pica de corteza tradicional ascendente, entalladura circular mecanizada y borehole en altura.

En la figura 2 se puede observar el protocolo de actuación para el método de pica tradicional, realizado en sentido ascendente, con una periodicidad entre picas de 14 días y con un largo de pica de 16 cm.



Figura 2. Protocolo de trabajo empleado para el método de pica tradicional.

En la figura 2 se puede observar el protocolo de actuación para el método de entalladura circular, realizado en sentido ascendente, con una periodicidad entre picas también de 14 días.

Para los ensayos del año 2021 se ha empleado un diámetro de pica de 5 cm y para los de 2022 un diámetro de pica de 6 cm.

Para ambos modelos de utilidad empleados se ha dejado un repulgo horizontal entre picas de 5 cm y un repulgo vertical de 3 cm y empleando en todos los casos una única bolsa de extracción, que se sacaba y colocaba en la nueva incisión cuando se hacía la siguiente pica de la campaña.



Figura 3. Protocolo de trabajo empleado para el método de entalladura circular mecanizada.

En la figura 4 se puede observar el protocolo de actuación para el método borehole en altura, realizado en sentido ascendente, con una periodicidad entre picas de 14 días.

Con la ejecución de cada pica se realizaban 3 agujeros simultáneamente de 1,6 cm de diámetro y 12 cm de profundidad, con una inclinación de 10 gr con orientación tangencial (no radial), dejando un repulgo horizontal entre picas de 10 cm y un repulgo vertical de 2 cm.

Para el método borehole en altura se han empleado tres bolsas de extracción simultáneamente que se iban subiendo en altura cada vez que se refrescaban las picas.



Figura 4. Protocolo de trabajo empleado para el método de entalladura circular mecanizada.

1.4 Diseño experimental empleado:

Para cada parcela de estudio se ha realizado un diseño factorial anidado (Split-plot) fijando como factor principal la pasta inductora. En cada parcela se establecerá un diseño con tres bloques

completos al azar con tres sistemas de resinación. Dada la implicación que tiene alguno de los sistemas empleados no se utilizará el mismo número de unidades experimentales por sistema de resinación (borehole-6 árboles; entalladura circular-15 árboles & pica tradicional-15 árboles).

En cada parcela anidada se plantean un diseño de bloques completos al azar con 3 bloques y distintas unidades experimentales de una planta (5 árboles por bloque, para cada método de resinación (tradicional y entalladura), exceptuando borehole que tendrá 2 árboles por bloque (con reparto aleatorizado). Los bloques deberán ser lo más homogéneos internamente de tal manera que la heterogeneidad de la parcela (en pendiente, aspecto de los árboles, dasometría, etc) la absorban las diferencias entre bloques.

2. Análisis gráfico de los resultados obtenidos.

A continuación, se muestran las tablas y análisis gráficos de los datos obtenidos de los ensayos de macroresinación de la anualidad 2022, puesto que es la única campaña de resinación completa que se ha realizado en el proyecto ACREMA.

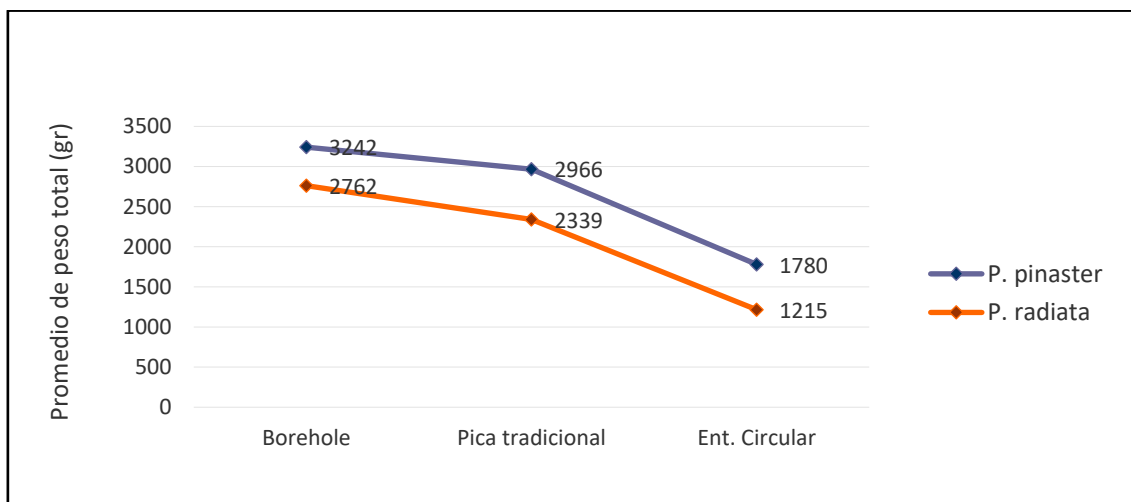
La campaña ha comenzado el 1 de mayo de 2022 y ha finalizado el 30 de octubre de 2022, realizándose un total de 13 picas de producción y la pica en blanco de saneamiento del arbolado.

Es importante recordar de cara a comparar los datos, que todos los métodos de extracción y pastas estimulantes son comparables entre sitios, dado que el calendario de picas fue el mismo para todas las parcelas ensayadas.

2.1 Producción obtenida por especie en función del método de extracción empleado.

En el gráfico 1 podemos observar la producción total de resina para la campaña 2022 en función del método de extracción y la especie.

- La producción de resina en *P. pinaster* ha sido entre un 15 y un 30 % superior que en *P. radiata* en función del método de extracción.
- El método de entalladura circular ha producido un 40 % menos en *P. pinaster* y un 48 % menos en *P. radiata*.
- El método borehole ha producido un 8,5 % más en *P. pinaster* y un 15 % más en *P. radiata*.

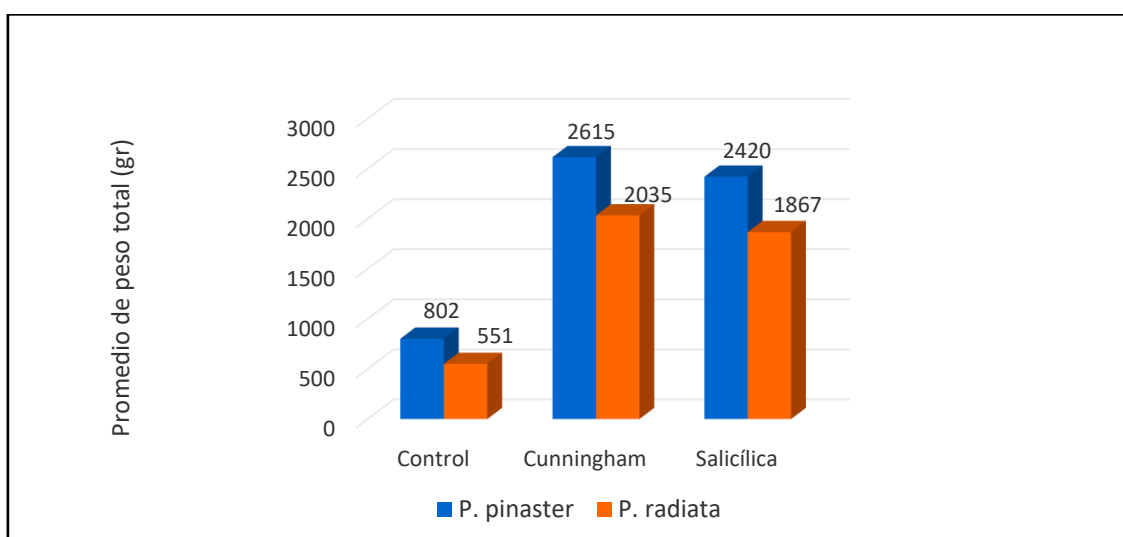


Gráfica 1. Producción total de resina para la campaña 2022 en función del método de extracción y especie.

2.2 Producción obtenida por especie en función de la pasta estimulante empleada.

En el gráfico 2 podemos observar la producción total de resina para la campaña 2022 en función de la pasta estimulante empleada y la especie.

- Al igual que en la gráfica 1, la producción de resina en *P. pinaster* ha sido superior a la de *P. radiata* analizando en este caso la pasta estimulante.
- La producción de resina en *P. pinaster* ha sido un 22 % superior que en *P. radiata* para la pasta salicólica y cunningham, mientras que para el control la diferencia asciende a un 30 %.

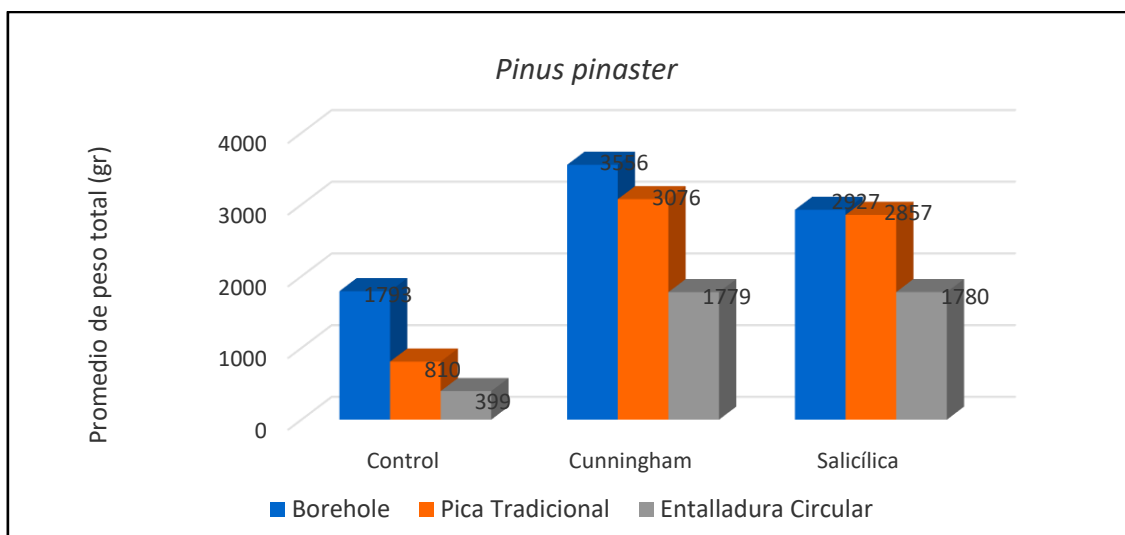


Gráfica 2. Producción total de resina para la campaña 2022 en función de la pasta estimulante y especie.

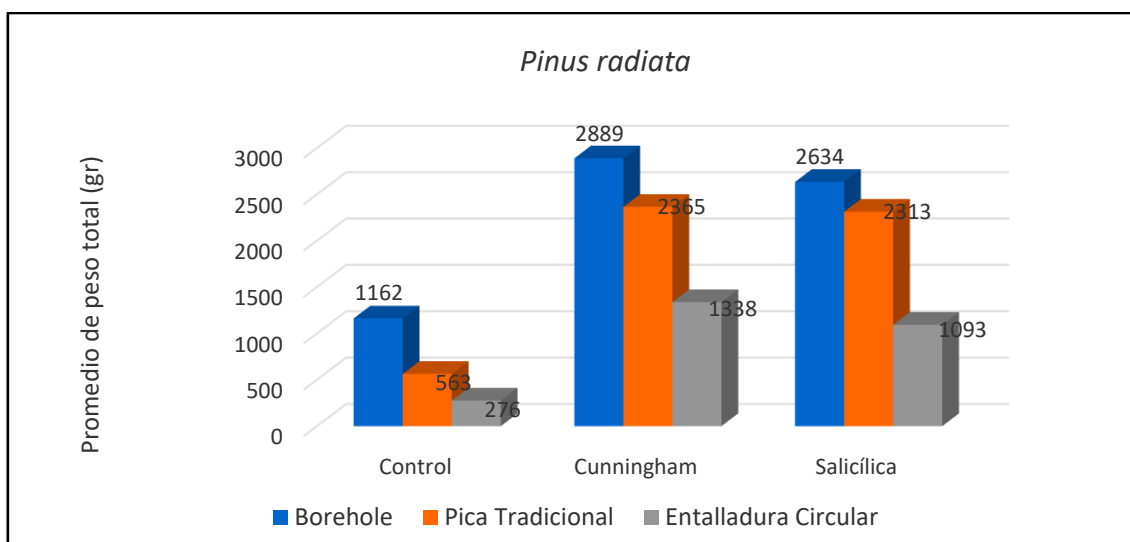
2.3 Producción total por especie en función de la pasta estimulante y método de extracción empleado.

En la gráfica 3 y 4 podemos observar la producción total de resina sobre *P. pinaster* y *P. radiata* teniendo en consideración el efecto conjunto del método de extracción y la pasta estimulante empleada.

- En términos generales, la pasta que ha generado mayores producciones ha sido la cunningham, tanto para *P. pinaster* como para *P. radiata*.
- Los estimulantes han incrementado en un 70 % la producción de resina para pica tradicional y entalladura circular, sin embargo, en el borehole sólo en un 40 %.
- Destacan las elevadas producciones de borehole, sobre todo, en los árboles no estimulados, alcanzándose producciones de 1.796 gr para *P. pinaster* y 1.162 gr para *P. radiata*.



Gráfica 3. Producción total de resina en *P. pinaster* para la campaña 2022 en función del método de extracción y pasta estimulante empleada.



Gráfica 4. Producción total de resina en *P. radiata* para la campaña 2022 en función del método de extracción y pasta estimulante empleada.

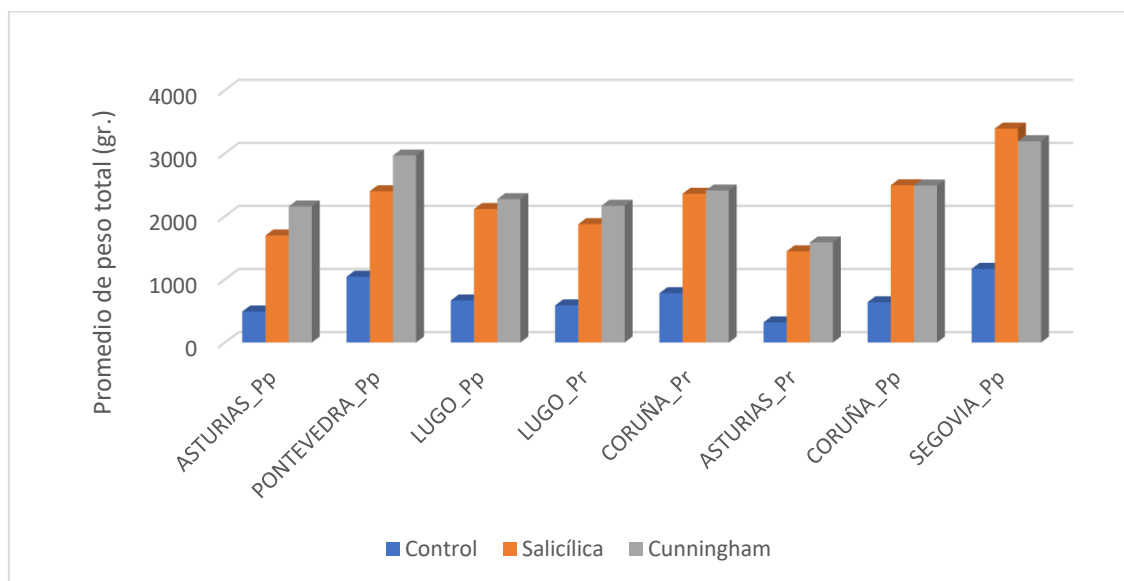
2.4 Producción total de resina en función de la pasta estimulante empleada y la localización de la parcela.

En la tabla 1 y en la gráfica 5 podemos observar la producción total de resina obtenida para la campaña de resinación del año 2022 en función de la pasta estimulante empleada y la localización de la parcela.

- En términos generales, la pasta que mejor funciona para las diferentes localizaciones es la Cunningham.
- Para la parcela de *P. pinaster* de Coruña las producciones son iguales con independencia del estimulante empleado.
- Para la parcela de *P. pinaster* de Segovia, la pasta más productiva es la salicílica.

	ASTURIAS _Pp	PONTEVEDRA _Pp	LUGO _Pp	LUGO _Pr	CORUÑA _Pr	ASTURIAS _Pr	CORUÑA _Pp	SEGOVIA _Pp
Control	493	1044	668	589	783	319	640	1169
Salicílica	1697	2399	2117	1878	2359	1447	2494	3393
Cunningham	2158	2965	2273	2169	2410	1587	2490	3192

Tabla 1. Producción total de resina (gr.) para la campaña 2022 en función de la pasta estimulante empleada y la localización de la parcela. Pp (*Pinus pinaster*) y Pr (*Pinus radiata*).



Gráfica 5. Producción total de resina (gr.) para la campaña 2022 en función de la pasta estimulante empleada y la localización de la parcela. Siendo Pp (*Pinus pinaster*) y Pr (*Pinus radiata*).

Teniendo además en consideración los resultados obtenidos de la parte de análisis de dinámica temporal de la producción de resina, los datos no indican la necesidad de modificar el tipo de pasta según la zona de actuación o la época del año, aunque quizás si hay cabida para ajustar el período de la pica a lo largo del período de producción, puesto que, en general, el efecto de las pastas se concentra en la primera mitad del ciclo de la pica, igualándose al control hacia el final del ciclo.

2.5 Producción total de resina para cada uno de los métodos de extracción en función de la pasta estimulante empleada, localización de la parcela y especie.

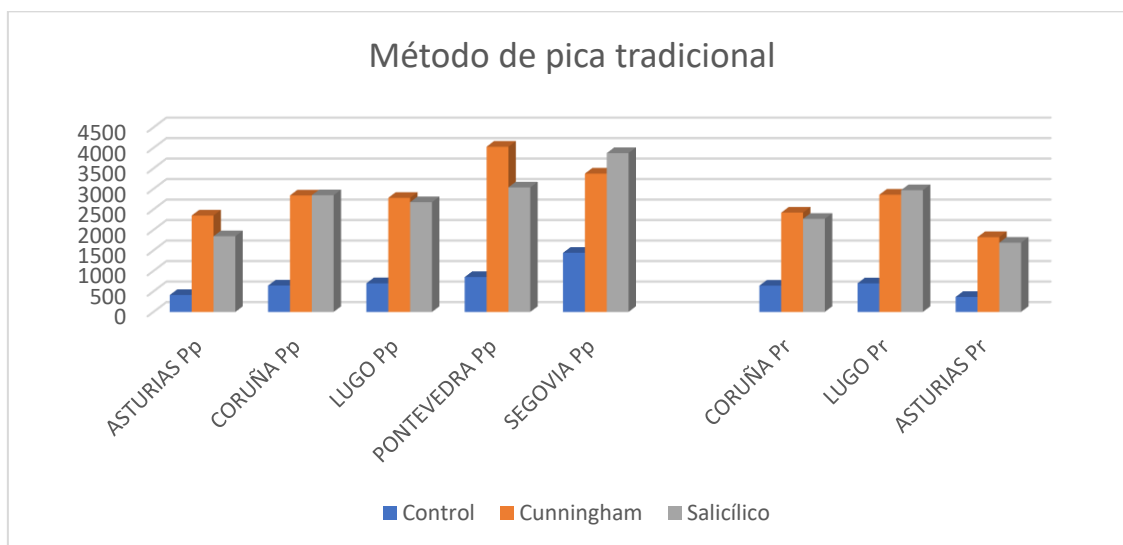
En la tabla 2 y en la gráfica 6 se puede observar la producción total (gr.) del método de pica tradicional ascendente en función de la pasta estimulante empleada y la localización de la parcela.

Para el método de pica tradicional, podemos observar como las dos localizaciones que han generado mayores producciones han sido las parcelas de *P. pinaster* de Pontevedra y Coca, ambas localizadas en la zona más sur de la zona de actuación del proyecto y donde el registro de temperaturas es superior que en el resto de las zonas.

Cabe mencionar, que las producciones en *P. radiata* han sido inferiores que las de *P. pinaster* y se observa una gran variabilidad sobre cuál ha sido el estimulante que mejor ha funcionado.

Tratamiento	PRODUCCIÓN TOTAL P. PINASTER					PROD. TOTAL P. RADIATA		
	ASTURIAS Pp	CORUÑA Pp	LUGO Pp	PONTEVEDRA Pp	SEGOVIA Pp	CORUÑA Pr	LUGO Pr	ASTURIAS Pr
Control	413	645	699	851	1443	641	697	367
Cunningham	2351	2841	2782	4030	3375	2422	2860	1825
Salicílico	1846	2846	2678	3038	3875	2271	2971	1689

Tabla 2. Producción total de resina (gr.) del método de pica tradicional para la campaña 2022 en función de la pasta estimulante empleada y la localización de la parcela. Siendo Pp (*Pinus pinaster*) y Pr (*Pinus radiata*).



Gráfica 6. Producción total de resina (gr.) del método de pica tradicional para la campaña 2022 en función de la pasta estimulante empleada y la localización de la parcela. Siendo Pp (*Pinus pinaster*) y Pr (*Pinus radiata*).

En la tabla 3 y en la gráfica 7 se puede observar la producción total (gr.) del método entalladura circular ascendente en función de la pasta estimulante empleada y la localización de la parcela.

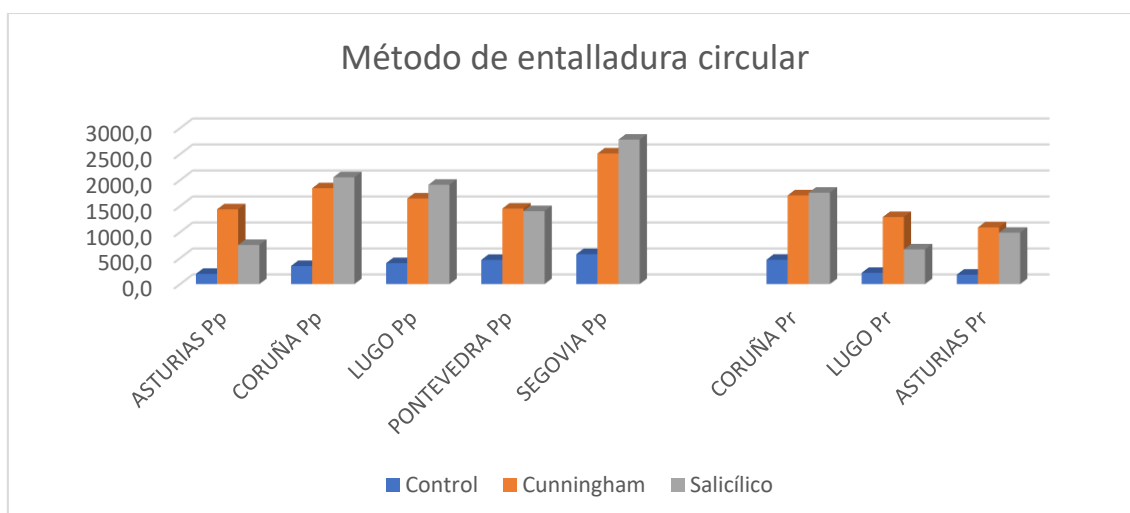
Analizados los datos de entalladura circular para las diferentes zonas de actuación y estimulante empleado, vemos que, al igual que para pica tradicional, las mayores producciones se han obtenido en la parcela de *P. pinaster* de Coca. Sin embargo, los datos son notablemente

inferiores a las producciones obtenidas en pica tradicional, siendo valores habituales en Galicia de 3 o 3,5 Kg/pino y en Segovia 4 o 4,5 kg/pino.

Al igual que para pica tradicional, *P. radiata* ha generado menores producciones que *P. pinaster* y el estimulante también ha generado una gran variabilidad.

Tratamiento	PRODUCCIÓN TOTAL P. PINASTER					PRODUCCIÓN TOTAL P. RADIATA		
	ASTURIAS Pp	CORUÑA Pp	LUGO Pp	PONTEVEDR A Pp	SEGOVIA Pp	CORUÑA Pr	LUGO Pr	ASTURIAS Pr
Control	197,7	348,9	404,5	465,3	576,3	469,3	216,7	181,7
Cunningham	1438,4	1844,7	1646,1	1453,0	2512,5	1706,1	1289,9	1090,9
Salicílico	753,8	2053,9	1910,5	1404,3	2779,3	1757,8	666,7	988,1

Tabla 3. Producción total de resina (gr.) del método de entalladura circular para la campaña 2022 en función de la pasta estimulante empleada y la localización de la parcela. Siendo Pp (*Pinus pinaster*) y Pr (*Pinus radiata*).

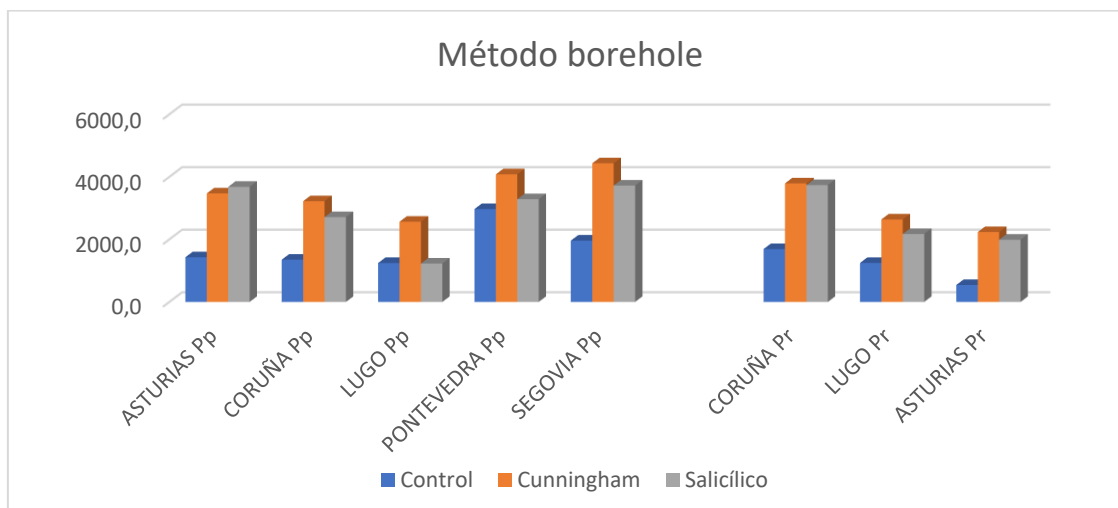


Gráfica 7. Producción total de resina (gr.) del método de entalladura circular mecanizada para la campaña 2022 en función de la pasta estimulante empleada y la localización de la parcela. Siendo Pp (*Pinus pinaster*) y Pr (*Pinus radiata*).

En la tabla 4 y en la gráfica 8 se puede observar la producción total (gr.) del método borehole en altura en función de la pasta estimulante empleada y la localización de la parcela.

Tratamiento	PRODUCCIÓN TOTAL P. PINASTER					PRODUCCIÓN TOTAL P. RADIATA		
	ASTURIAS Pp	CORUÑA Pp	LUGO Pp	PONTEVEDR A Pp	SEGOVIA Pp	CORUÑA Pr	LUGO Pr	ASTURIAS Pr
Control	1429,2	1353,7	1247,2	2970,3	1963,7	1693,0	1248,3	543,7
Cunningham	3471,7	3222,3	2565,7	4082,8	4435,3	3792,8	2638,2	2235,3
Salicílico	3682,2	2712,8	1229,8	3288,3	3724,0	3737,7	2174,0	1991,0

Tabla 4. Producción total de resina (gr.) del método borehole para la campaña 2022 en función de la pasta estimulante empleada y la localización de la parcela. Siendo Pp (*Pinus pinaster*) y Pr (*Pinus radiata*)



Gráfica 8. Producción total de resina (gr.) del método borehole para la campaña 2022 en función de la pasta estimulante empleada y la localización de la parcela. Siendo Pp (*Pinus pinaster*) y Pr (*Pinus radiata*).

Es importante complementar los resultados obtenidos en este apartado, con los de dinámica ambiental del potencial resinero realizados por la Misión Biológica de Galicia (CSIC).

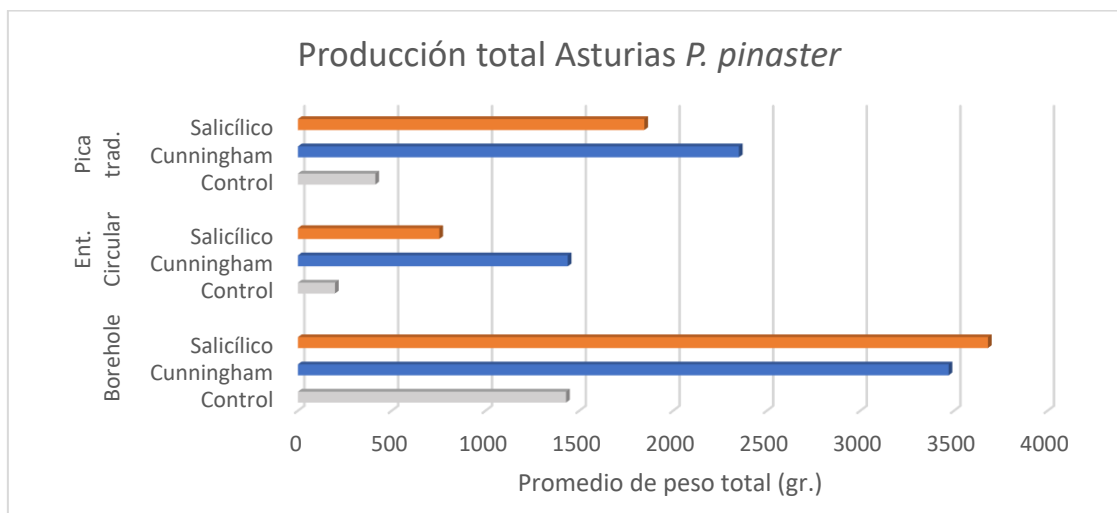
El análisis estadístico de la información existente ha permitido concluir sobre los principales factores climáticos, selvícolas y dendrométricos que regulan la producción de resina. En una primera aproximación, el análisis de componentes principales de las distintas variables analizadas a nivel de parcela sugiere una relación positiva entre la producción de resina media y variables relacionadas con el tamaño del árbol (diámetro, diámetro de copa y altura total) y con el régimen térmico de la parcela (temperaturas medias, mínima y máxima). A su vez se observa una relación negativa del potencial productivo y la densidad de pies por hectárea que podría indicar una disminución de la producción a medida que aumenta la competencia o bien un aumento de la producción con un aumento de la edad del arbolado (inversamente relacionada con la densidad de la masa). Todas estas relaciones se confirman con análisis univariantes de regresión lineal. Sin embargo, los coeficientes de determinación de todas estas relaciones, aunque estadísticamente significativas, son extremadamente bajos.

2.6 Producción total de resina para cada localización en función del método de extracción empleado, pasta estimulante y especie.

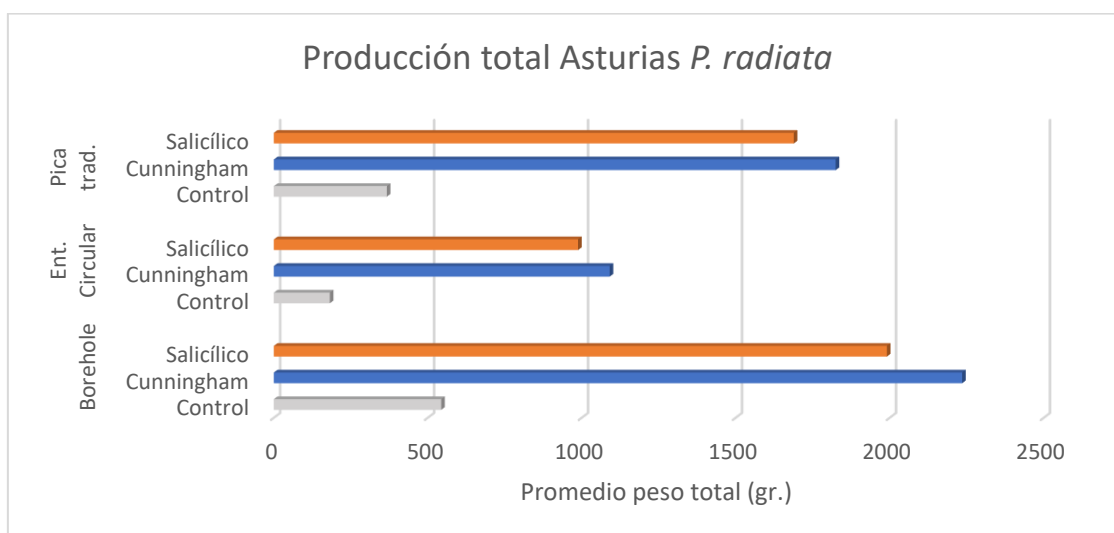
De la gráfica 9 a la 16 se puede observar la producción total de resina para cada una de las parcelas experimentales del proyecto en función del método de extracción y la pasta estimulante empleada.

Con respecto a las gráficas 9 y 10 se puede observar como el método borehole ha sido el más productivo de los tres, alcanzando producciones máximas en *P. pinaster* de 3.682 gr con la pasta Cunningham y 2.235 gr en *P. radiata* con la pasta salicilica.

El método de pica tradicional ha generado producciones de 2.351 gr para *P. pinaster* y 1.825 gr para *P. radiata*, ambos con la pasta Cunningham, mientras que, la entalladura ha producido un 39 % menos con respecto a la pica tradicional para *P. pinaster* y un 40 % para el caso de *P. radiata*.



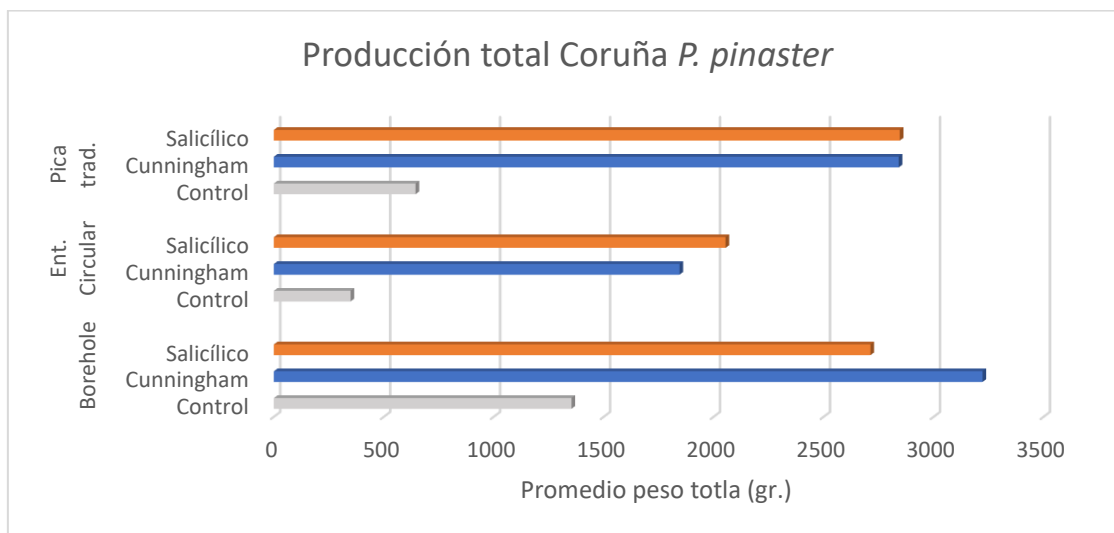
Gráfica 9. Producción total de resina (gr.) para la parcela de *P. pinaster* de Asturias en función del método de extracción y la pasta estimulante empleada.



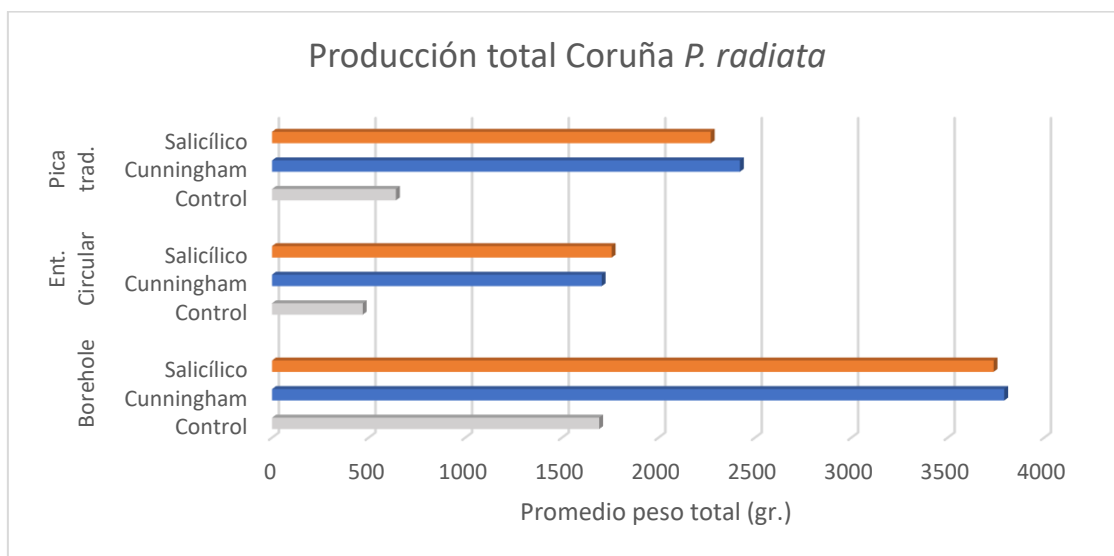
Gráfica 10. Producción total de resina (gr.) para la parcela de *P. radiata* de Asturias en función del método de extracción y la pasta estimulante empleada.

En la gráfica 11 y 12 se muestra la producción de la parcela de *P. pinaster* y *P. radiata* de Culleredo (Coruña). Tal y como se puede observar, el método borehole ha sido el más productivo de los tres, alcanzando producciones máximas en *P. pinaster* de 3.222 gr y de 3.393 gr en *P. radiata*, ambos con la pasta Cunningham.

El método de pica tradicional ha arrojado producciones máximas de 2.846 gr para *P. pinaster* y 2.422 gr para *P. radiata*, siendo la pasta Cunningham la que mejor ha funcionado. Mientras que las producciones obtenidas con el método mecanizado de entalladura circular han sido un 27 % inferiores con respecto al método de pica tradicional, tanto para el caso de *P. pinaster* como *P. radiata*.



Gráfica 11. Producción total de resina (gr.) para la parcela de *P. pinaster* de Coruña en función del método de extracción y la pasta estimulante empleada.



Gráfica 12. Producción total de resina (gr.) para la parcela de *P. radiata* de Coruña en función del método de extracción y la pasta estimulante empleada.

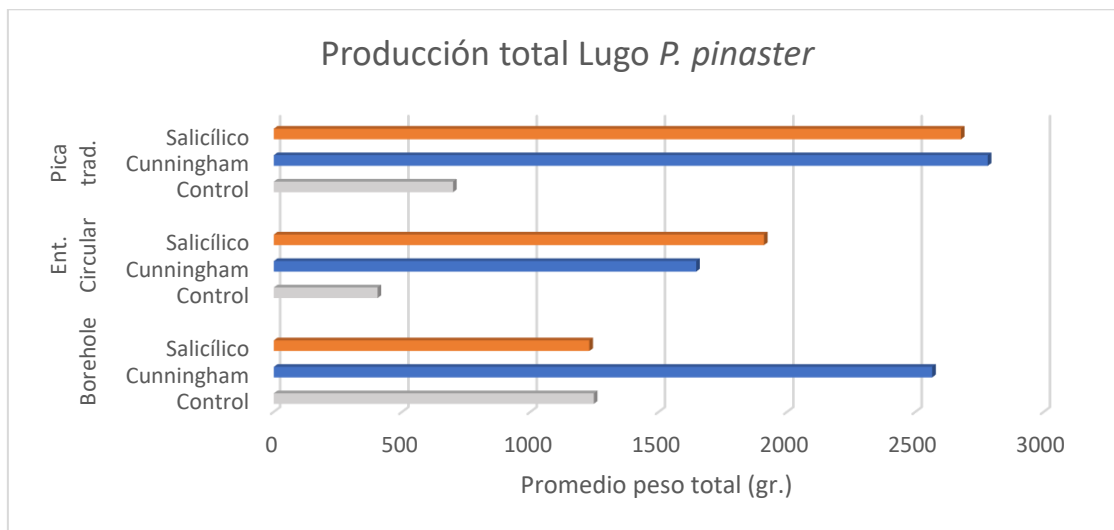
En las gráficas 13 y 14 se puede observar la producción total de resina para las parcelas de *P. pinaster* y *P. radiata* de Ferroedo (Lugo).

Para estas parcelas en concreto, el método que ha arrojado mayores producciones han sido la pica tradicional, alcanzando producciones máximas en *P. pinaster* de 2.678 gr y de 2.971 gr en *P. radiata*, en ambos casos con la pasta salicólica.

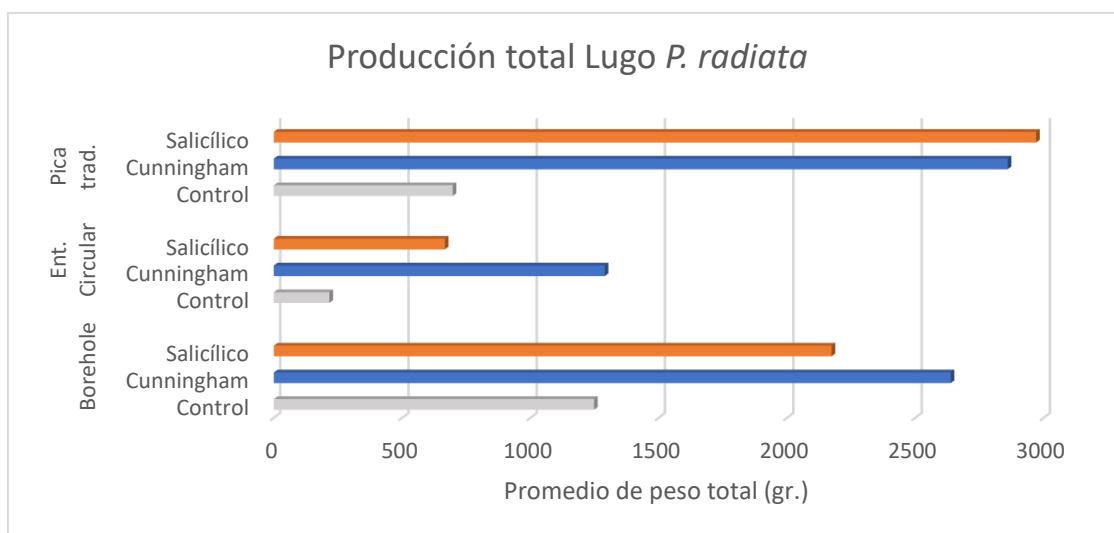
Con la entalladura circular se han obtenido producciones máximas para *P. pinaster* de 1.911 gr, lo cual supone un 31 % menos con respecto a la pica tradicional y 1.290 gr para *P. radiata*, suponiendo en este último caso una merma de un 56 % con respecto a la pica tradicional.

En esta localización, además, se ha instalado una parcela de *P. pinaster* donde se ha analizado la producción de resina del método de entalladura circular empleando dos bolsas extractoras de forma simultánea frente a la recogida habitual de una sola bolsa. En este caso, las producciones

obtenidas con un solo aplique han sido de 1.781,37 gr, mientras que las obtenidas con dos apliques han llegado a los 2.640,13 gr, lo que ha supuesto un incremento de un 32 %.

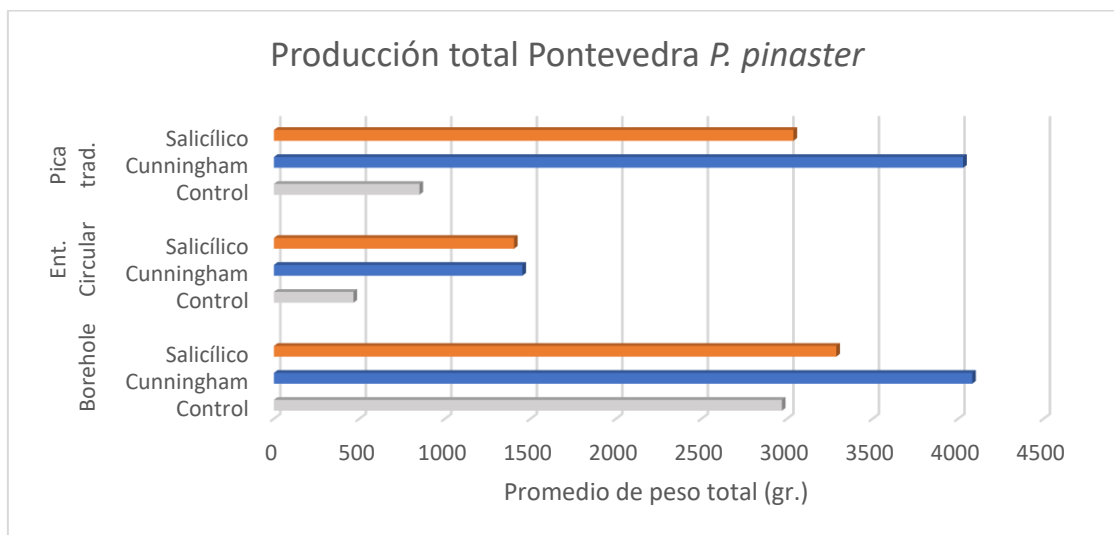


Gráfica 13. Producción total de resina (gr.) para la parcela de *P. pinaster* de Lugo en función del método de extracción y la pasta estimulante empleada.



Gráfica 14. Producción total de resina (gr.) para la parcela de *P. radiata* de Lugo en función del método de extracción y la pasta estimulante empleada.

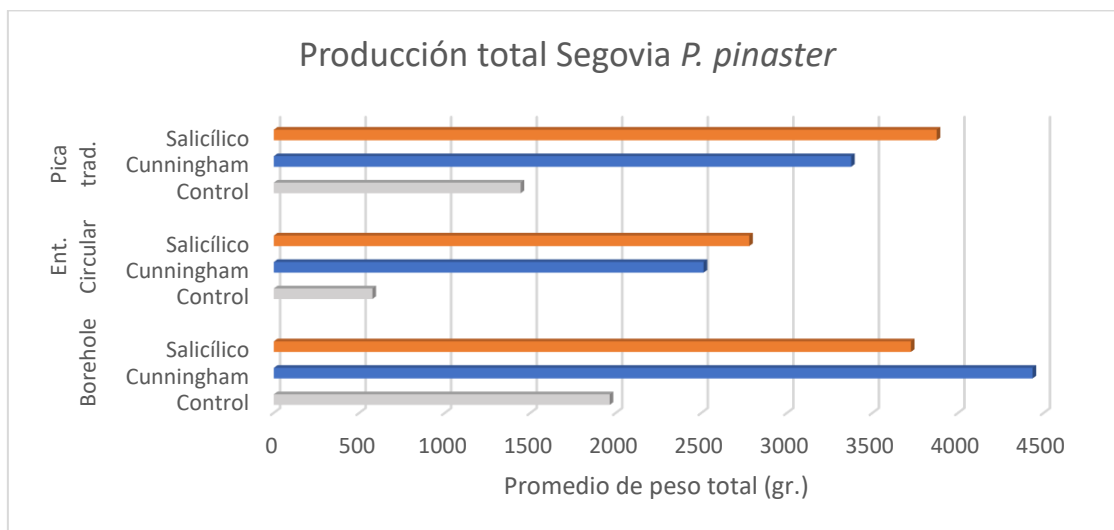
En la gráfica 15, se puede observar la producción de resina de la parcela de *P. pinaster* de Godos (Pontevedra). Para esta localización, se puede observar cómo prácticamente las producciones obtenidas por borehole y pica tradicional se han igualado, alcanzando valores de en torno a los 4 kg y, además, para ambos casos, la pasta estimulante que mejor ha funcionado ha sido la cunningham.



Gráfica 15. Producción total de resina (gr.) para la parcela de *P. pinaster* de Pontevedra en función del método de extracción y la pasta estimulante empleada.

Ya por último y, con respecto a la parcela de *P. pinaster* de Coca (Segovia) (ver gráfico 16) se puede observar como el método más productivo ha sido el borehole, alcanzando producciones máximas de 4.435 gr. con la pasta *Cunningham*.

Con el método de pica tradicional las producciones obtenidas han sido de 3.875 gr con la pasta salicilica y, para el método de entalladura circular, de 2.779 gr, suponiendo una merma de un 28 %.



Gráfica 16. Producción total de resina (gr.) para la parcela de *P. pinaster* de Segovia en función del método de extracción y la pasta estimulante empleada.

2.7 Comportamiento de la estimulación del arbolado en función del método de extracción empleado y pasta estimulante.

Para los pinos tratados por el método de entalladura circular y pica tradicional se ha medido el avance del estimulante con el objetivo de conocer la superficie de la cara de resinación para la campaña de 2022.

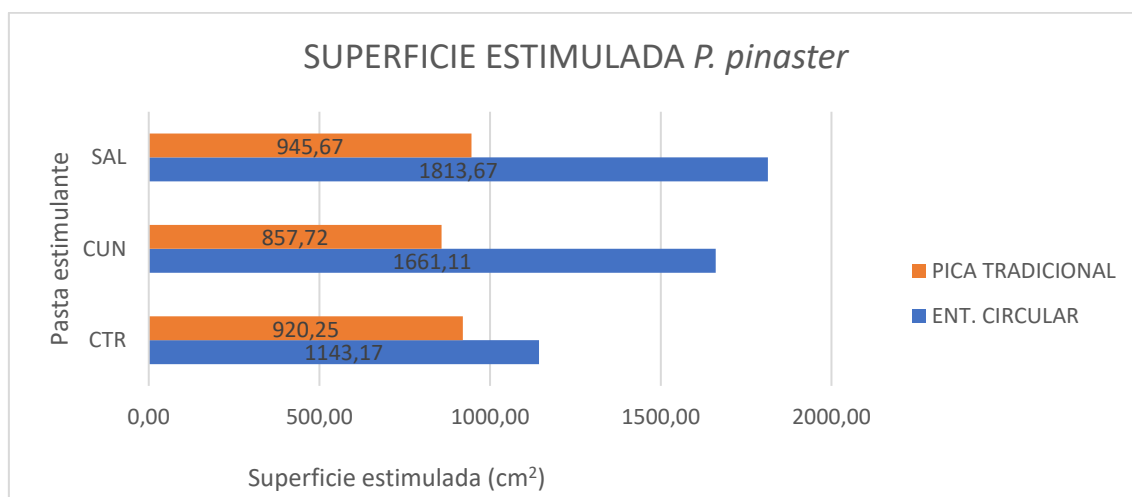
En la tabla 5 y gráfica 17, se puede observar la superficie de la cara de resinación de *P. pinaster* para los ensayos de 2022 en función del tratamiento empleado y en la tabla 6 se puede observar el % de variación de la cara de resinación comparando métodos y estimulantes empleados.

Tratamiento	Control	Cunningham	Salicífica	Total general
Entalladura circular	1143,17	1661,11	1813,67	1588,83
Pica tradicional	920,25	857,72	945,67	906,33
Total general	1031,71	1259,41	1379,67	1247,58

Tabla 5. Superficie promedio en cm² para *P. pinaster* de la cara de resinación del año 2022 en función del tratamiento empleado (método de extracción y pasta estimulante).

Método de extracción	Control	Cunningham	Salicífica	Cunningham %INCR VS CTR	Salicífica %INCR VS CTR
Entalladura circular	1143,17	1661,11	1813,67	31,18	36,97
Pica tradicional	920,25	857,72	945,67	-7,29	2,69
% incremento	19,50	48,36	47,86		

Tabla 6. Superficie promedio en cm² y % de variación de la superficie de la cara de resinación para *P. pinaster* de los datos de la campaña de 2022 en función del tratamiento empleado (método de extracción y pasta estimulante).



Gráfica 17. Superficie promedio en cm² para *P. pinaster* de la cara de resinación del año 2022 en función del tratamiento empleado (método de extracción y pasta estimulante).

Si analizamos las variaciones en la cara de resinación en función de la pasta estimulante empleada, podemos observar como para los pinos control, es decir, aquellos sobre los que no se ha aplicado estimulante, la superficie de la cara de resinación para el método de pica tradicional ha sido de 920,25 cm² y para entalladura circular de 1.143,17 cm², es decir, un 19,5 % de incremento para el método mecanizado.

Para los pinos tratados con estimulante, observamos como la pasta salicífica en pica tradicional ha generado una superficie estimulada de 945,67 cm², mientras que, para entalladura circular fue de 1.813,67 cm², suponiendo ello un incremento del 47,8 % de la superficie. Para el estimulante cunningham, la superficie estimulada en pica tradicional ha sido de 857,72 cm² y para entalladura circular 1.661,11 cm², suponiendo ello un incremento del 48,36 %.

Si analizamos como se han comportado los estimulantes empleados en función del método de extracción empleada, observamos como para el método mecanizado de entalladura circular la diferente entre aplicar un estimulante o no hacerlo es de entre un 31 y 37 % (Cunningham primer % y salicilica 2º), mientras que, las diferencias entre emplear un estimulante u otro ha sido de un 8 %, generando mayores superficies estimuladas la pasta salicilica.

Para el caso de la pica tradicional, se observa que la diferencia entre aplicar o no estimulante es de -7,29 % para la pasta cuningham y de un 2,69 % para la pasta salicilica. Siendo, por tanto, muy bajo o incluso inferior el incremento de la superficie de la cara de resinación en función de si se aplica o no estimulante. Con respecto a las diferencias entre emplear un estimulante u otro, observamos un incremento de un 9 % para la pasta salicilica.

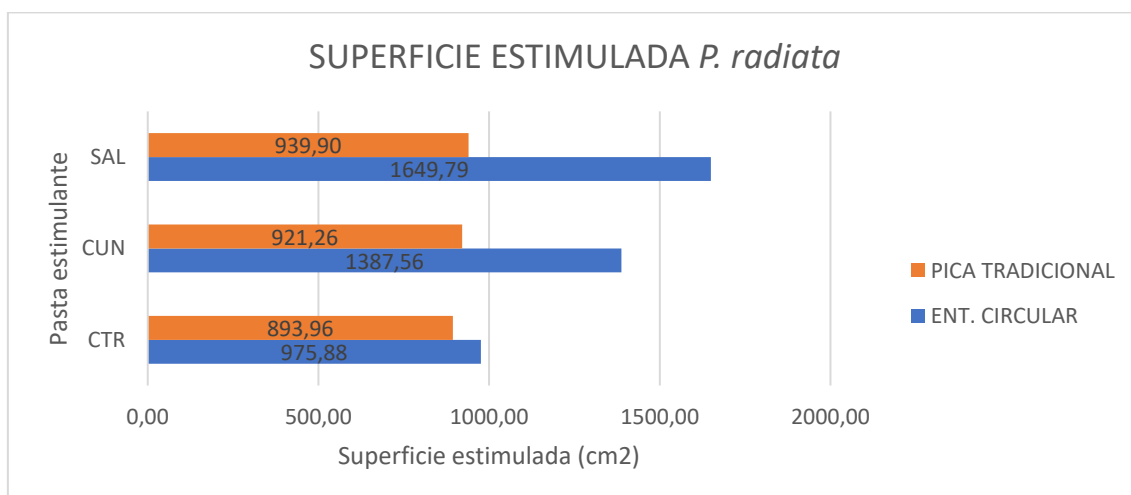
En la tabla 7 y gráfica 18, se puede observar la superficie de la cara de resinación de *P. radiata* para los ensayos de 2022 en función del tratamiento empleado y en la tabla 8 se puede observar el % de variación de la cara de resinación comparando métodos y estimulantes empleados.

Tratamiento	Control	Cunningham	Salicilica	Total general
Entalladura circular	975,88	1387,56	1649,79	1377,08
Pica tradicional	893,96	921,26	939,90	921,43
Total general	934,92	1154,41	1284,71	1146,80

Tabla 7. Superficie promedio en cm² para *P. radiata* de la cara de resinación del año 2022 en función del tratamiento empleado (método de extracción y pasta estimulante).

Método de extracción	Control	Cunningham	Salicilica	%INCR VS CTR	%INCR VS CTR
Entalladura circular	975,88	1387,56	1649,79	29,67	40,85
Pica tradicional	893,96	921,26	939,90	2,96	4,89
% incremento	8,39	33,61	43,03		

Tabla 8. Superficie promedio en cm² y % de variación de la superficie de la cara de resinación para *P. radiata* de los datos de la campaña de 2022 en función del tratamiento empleado (método de extracción y pasta estimulante).



Gráfica 18. Superficie promedio en cm² para *P. radiata* de la cara de resinación del año 2022 en función del tratamiento empleado (método de extracción y pasta estimulante).

Si analizamos ahora las variaciones en la cara de resinación de *P. radiata* en función de la pasta estimulante empleada, podemos observar como para los pinos control, es decir, aquellos sobre

los que no se ha aplicado estimulante, la superficie de la cara de resinación para el método de pica tradicional ha sido de 893,96 cm² y para entalladura circular de 975,88 cm², es decir, un 8,39 % de incremento para el método mecanizado.

Para los pinos tratados con estimulante, observamos como la pasta salicilica en pica tradicional ha generado una superficie estimulada de 939.90 cm², mientras que, para entalladura circular fue de 1.649,79 cm², suponiendo ello un incremento del 43,03 % de la superficie. Para el estimulante cunningham, la superficie estimulada en pica tradicional ha sido de 921,26 cm² y para entalladura circular 1.387,56 cm², suponiendo ello un incremento del 33,61 %.

Si analizamos como se han comportado los estimulantes empleados en *P. radiata* en función del método de extracción empleada, observamos como para el método mecanizado de entalladura circular la diferente entre aplicar un estimulante o no hacerlo es de entre un 30 y 41 % (Cunningham primer % y salicilica 2º), mientras que, las diferencias entre emplear un estimulante u otro han sido de un 16 %, generando mayores superficies estimuladas la pasta salicilica.

Para el caso de la pica tradicional, se observa que la diferencia entre aplicar o no estimulante es de un 2,96 % para la pasta cunningham y de un 4,89 % para la pasta salicilica, mientras que, las diferencias entre emplear un estimulante u otro han sido de un 2 %, generando mayores superficies estimuladas la pasta salicilica.

Podemos concluir diciendo que, con respecto a los métodos de extracción, las pastas generan una mayor superficie estimulada en entalladura circular que en pica tradicional, siendo la pasta Cunningham la que ha generado una menor superficie estimulada.

Con respecto a la especie objeto de actuación, las pastas estimulantes empleadas han generado una menor superficie de afectación en *P. radiata* que en *P. pinaster* y, al igual que suceden con el método de extracción, la pasta que ha generado una menor estimulación ha sido la Cunningham.

3. Análisis estadístico sobre los resultados obtenidos:

A continuación, se muestra el análisis estadístico de las diferentes variables medidas para los ensayos de macroresinación de la anualidad 2022. Entre ellas, la parcela, la especie, el peso total, el peso medio por pica, las dimensiones del arbolado (diámetro y altura), así como la duración de la campaña de resinación.

	Parcela CD	SP_CD	TratMet CD	TratPast CD	Peso tot	peso medio	Ptot_ by_d	Pmed 1_12Picas	Pic DIMENSION	dn	ht	Dura Campanha (dias)
ParcelaCD	1,00	-0,36	0,00	0,00	0,17	0,20	0,17	0,22	0,00	0,22	-0,38	-0,02
SP_CD	-0,36	1,00	0,01	0,00	-0,16	-0,15	-0,17	-0,16	-0,01	-0,06	0,50	0,19
TratMetCD	0,00	0,01	1,00	0,00	0,01	0,05	0,02	0,03	-0,96	-0,11	-0,06	0,00
TratPastCD	0,00	0,00	0,00	1,00	0,44	0,46	0,44	0,45	0,00	0,12	0,03	-0,02
Peso total	0,17	-0,16	0,01	0,44	1,00	0,99	0,99	0,99	0,10	0,26	-0,02	0,06
peso medio	0,20	-0,15	0,05	0,46	0,99	1,00	0,99	0,99	0,06	0,26	-0,02	0,02
Ptot_by_d	0,17	-0,17	0,02	0,44	0,99	0,99	1,00	0,99	0,10	0,27	0,01	-0,02
Pmed 1_12Picas	0,22	-0,16	0,03	0,45	0,99	0,99	0,99	1,00	0,08	0,28	-0,01	0,02

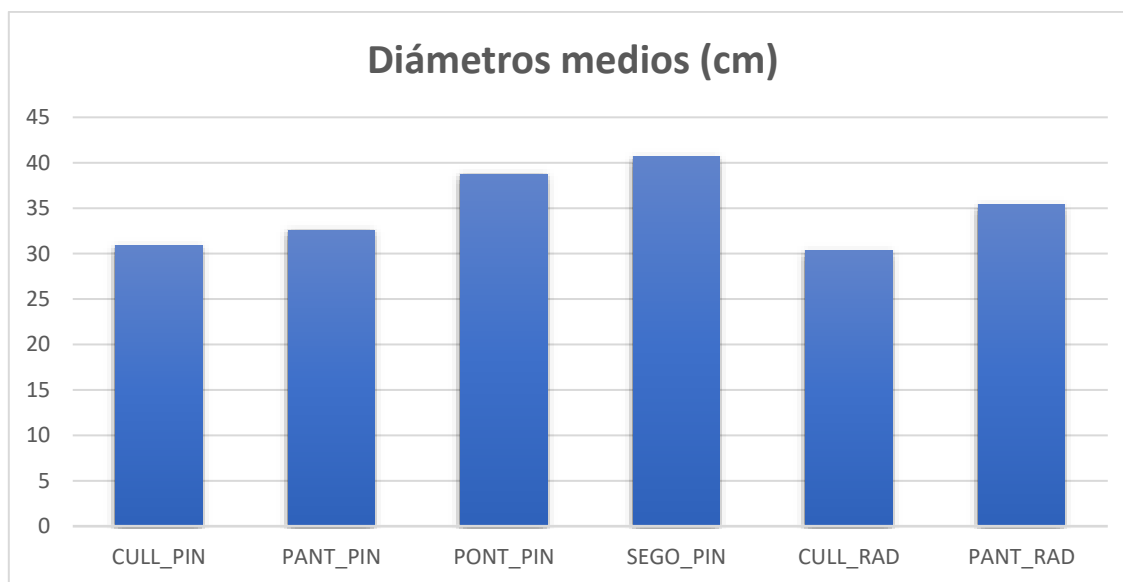
Pic	0,00	-0,01	-0,96	0,00	0,10	0,06	0,10	0,08	1,00	0,10	0,05	0,00
DIMENSION												
dn	0,22	-0,06	-0,11	0,12	0,26	0,26	0,27	0,28	0,10	1,00	0,33	-0,11
ht	-0,38	0,50	-0,06	0,03	-0,02	-0,02	0,01	-0,01	0,05	0,33	1,00	-0,67
Duración campanha (días)	-0,02	0,19	0,00	-0,02	0,06	0,02	-0,02	0,02	0,00	-0,11	-0,67	1,00

Tabla 9.

De entre los parámetros analizados, se han sacado resultados de interés sobre el efecto del diámetro sobre las producciones obtenidas, que se muestran en el siguiente apartado.

3.1 Efecto del diámetro sobre los resultados de resinación en el sistema experimental

El análisis del efecto del diámetro de los árboles sobre los resultados de resinación presenta correlaciones positivas tanto en pino pinaster (0,23) como en pino radiata (0,31). Como se puede observar en la gráfica 19 los diámetros medios oscilan entre los 30 cm y los 40 cm de Segovia.



Gráfica 19. Diámetros medios de los árboles de los dispositivos experimentales de pinaster y radiata.

Asturias no está incluido en análisis de los modelos de correlación, pero un análisis del efecto de cada sitio de ensayo permite constatar que la correlación positiva del efecto diámetro sobre la producción total no es uniforme, con correlaciones mínimas o no significativas en pino pinaster de Segovia y Pantón, y en pino radiata en Culleredo. En todo caso, conviene considerar que en el diseño experimental se realizó aleatoriamente un reparto de los árboles para los distintos sistemas de extracción y pastas estimulantes, de forma que el diámetro no fuera un factor fijo que pudiese influenciar los resultados de los estudios planteados en Acrema.

Los modelos de varianza evaluados para las variables de producción dentro de cada especie muestran grandes diferencias significativas tanto del efecto del sistema de extracción como de las pastas estimulantes (0,001). Introducir como covariable en los modelos el diámetro de los árboles no aporta nada a los modelos, dado que presentan el mismo nivel de significación que se obtiene si esa covariable.

4. Comparación entre las dos campañas de resinación

Las producciones totales han sido superiores en 2022 con un 25% y 27% para pinaster y radiata respectivamente. Al igual que sucedió en 2021 la producción de pinaster ha sido superior. El análisis pormenorizado del sistema experimental evaluado en ACREMA permite constatar la mayor o menor sensibilidad para cada especie respecto del sistema de extracción y pasta estimulante empleada en cada sitio.

Sp	AÑO	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Pinaster	2021	536	1478,78	1306,529	56,433
	2022	527	1993,94	1450,860	63,200
Radiata	2021	306	1089,66	904,390	51,701
	2022	303	1501,84	1182,319	67,922

Sin embargo al analizar con detalle el origen de las diferencias se ve que estas no han sido uniformes en los distintos sitios de ensayo, ni para las distintas combinaciones de sistemas de extracción y pastas estimulantes. En las tablas 9 y 10 se presentan los estadísticos descriptivos de las variables peso total, peso medio y peso por día para todas las condiciones ensayadas en las dos campañas. Como se puede ver el incremento de producción de 2022 respecto de 2021 es muy pequeño para el método BOREHOLE, de lo que se puede deducir que el sistema de producción de barrena que penetra en madera tiene un efecto acumulativo de campaña menor y/o es menos influenciado por las distintas condiciones ambientales entre campañas. Así por ejemplo los incrementos de producción para Borehole, dependiendo de la especie y tecnología de extracción oscilan entre el 8 y el 10% en 2022, mientras que para el sistema tradicional y de entalladura circular los incrementos son del 34,5% y 30,22% respectivamente en 2022.

PINASTER						RADIATA					
	F	Sig.	t	gl		F	Sig.	t	gl		gl
BOR	CTR	0,19	0,66	-0,77	58	BOR	CTR	0,13	0,72	-0,79	33
	CUN	3,71	0,06	0,59	58	BOR	CUN	1,77	0,19	-1,42	33
	SAL	0,65	0,42	-1,25	58	BOR	SAL	3,87	0,06	-2,32	34
CIR	CTR	35,29	0,00	-6,75	143	CIR	CTR	4,15	0,04	-1,96	81
	CUN	8,37	0,00	-3,80	148	CIR	CUN	3,30	0,07	-3,26	82
	SAL	7,14	0,01	-3,06	146	CIR	SAL	8,96	0,00	-5,09	82
TRA	CTR	6,63	0,01	-4,59	144	TRA	CTR	0,09	0,77	-2,93	82
	CUN	3,14	0,08	-6,57	148	TRA	CUN	3,26	0,07	-2,73	82
	SAL	4,17	0,04	-4,62	142	TRA	SAL	2,29	0,13	-3,26	82

Tabla 11. T-Student para comparación de las medias de producción total entre las campañas 2021 y 2022. BOR. Borehole, CIR. Entalladura Circular, TRA. Tradicional. CTR. Control, CUN. Cunningham y SAL. Salicilica. Remarcadas en amarillo las diferencias significativas.

La comparación de medias corrobora lo indicado anteriormente, tal y como puede observar en la tabla 11, donde Borehole no presenta diferencias de producción entre campañas dentro de cada sistema de extracción y pasta estimulante utilizada. Además se puede observar que las mayores diferencias entre campañas en pino pinaster constatan mayores diferencias significativas.

**ADAPTACIÓN DE LA ACTIVIDAD RESINERA A MASAS
DE PINO CON FINES PRODUCTORES DE MADERA**



PINASTER									
Metodo	Trat	AÑO	Variables	Mínimo	Máximo	Media	ET		
BOR	CTR	2021	Peso total	562,00	5088,00	1577,57	187,27		
			peso medio	57,40	508,80	162,46	18,32		
			Ptot_by_día	3,93	36,34	11,39	1,31		
			2022	Peso total	381,00	5290,00	1792,80	207,82	
				peso medio	31,75	406,92	139,74	15,97	
				Ptot_by_día	3,23	36,99	12,92	1,46	
	CUN	2021	CTR	Peso total	1485,00	12051,40	3873,82	463,21	
				peso medio	148,50	1506,43	419,98	59,11	
				Ptot_by_día	10,17	107,60	29,58	4,25	
		2022	CTR	Peso total	1289,00	8685,00	3555,57	280,83	
				peso medio	99,15	668,08	277,96	21,69	
				Ptot_by_día	9,21	62,04	25,92	2,04	
SAL		2021	CTR	Peso total	164,60	6758,00	2415,85	287,46	
				peso medio	20,58	675,80	250,02	28,60	
				Ptot_by_día	1,39	47,26	17,30	2,02	
		2022	CTR	Peso total	595,00	6369,00	2927,43	291,18	
				peso medio	45,77	489,92	229,91	23,07	
				Ptot_by_día	4,28	45,49	21,55	2,23	
CIR	CTR	2021	Peso total	17,70	750,00	214,99	14,53		
			peso medio	2,21	75,00	22,25	1,50		
			Ptot_by_día	0,16	5,14	1,56	0,10		
			2022	CTR	Peso total	90,00	1000,00	427,03	28,53
					peso medio	6,92	76,92	33,83	2,19
					Ptot_by_día	0,00	6,99	2,84	0,21
	CUN	2021	CTR	Peso total	271,00	3530,00	1318,88	66,62	
				peso medio	33,88	353,00	136,56	6,64	
				Ptot_by_día	2,30	24,69	9,48	0,47	
		2022	CTR	Peso total	12,00	5470,00	1778,96	101,25	
				peso medio	1,20	420,77	143,48	8,09	
				Ptot_by_día	0,10	39,07	12,89	0,74	
	SAL	2021	CTR	Peso total	137,60	3432,00	1364,95	83,48	
				peso medio	17,20	364,75	142,46	8,80	
				Ptot_by_día	1,17	24,73	9,83	0,61	
		2022	CTR	Peso total	11,00	4865,00	1829,16	127,85	
				peso medio	1,10	374,23	144,28	9,68	
				Ptot_by_día	0,00	34,75	12,70	0,90	
TRA	CTR	2021	Peso total	163,00	1592,00	532,51	36,82		
			peso medio	14,82	144,73	49,52	3,27		
			Ptot_by_día	0,00	11,13	3,67	0,25		
			2022	CTR	Peso total	264,00	3051,00	843,82	57,48
					peso medio	22,00	217,93	61,30	4,05
					Ptot_by_día	0,00	21,34	5,77	0,40
	CUN	2021	CTR	Peso total	590,70	4552,00	2056,71	92,15	
				peso medio	65,63	413,82	193,15	8,17	
				Ptot_by_día	5,01	32,51	14,56	0,65	
		2022	CTR	peso medio	64,86	464,14	225,31	8,65	
				Ptot_by_día	6,53	46,41	22,23	0,86	
				Peso total	414,00	4920,00	2021,36	118,13	
	SAL	2021	CTR	peso medio	37,64	447,27	189,80	10,84	
				Ptot_by_día	0,00	35,14	13,72	0,88	
				Peso total	532,00	8845,00	2975,57	169,60	
		2022	CTR	peso medio	38,00	631,79	217,12	11,94	
				Ptot_by_día	0,00	63,18	20,56	1,24	

Tablas 9. Estadísticos descriptivos de las variables peso total, peso medio y peso por día para todas las condiciones ensayadas en las dos campañas.

**ADAPTACIÓN DE LA ACTIVIDAD RESINERA A MASAS
DE PINO CON FINES PRODUCTORES DE MADERA**



RADIATA								
Metodo	Trat	AÑO	Variables	Mínimo	Máximo	Media	ET	
BOR	CTR	2021	Peso total	211,60	3054,00	992,89	194,50	
			peso medio	21,16	305,40	99,29	19,45	
			Ptot_by_día	1,51	21,66	6,95	1,36	
			2022	Peso total	289,00	3498,00	1230,00	228,04
				peso medio	24,08	269,08	95,85	17,35
				Ptot_by_día	0,00	24,81	8,26	1,62
	CUN	2021	Peso total	515,00	5483,00	2475,22	312,99	
			peso medio	51,50	548,30	247,52	31,30	
			Ptot_by_día	3,53	37,55	17,31	2,14	
			2022	Peso total	229,00	4964,00	3058,71	263,38
				peso medio	19,08	381,85	240,34	19,85
				Ptot_by_día	0,00	35,21	20,44	2,16
	SAL	2021	Peso total	419,20	3661,00	1761,49	176,87	
			peso medio	41,92	366,10	176,15	17,69	
			Ptot_by_día	2,99	25,08	12,34	1,21	
		2022	Peso total	340,00	6187,00	2634,22	332,58	
			peso medio	28,33	475,92	206,89	25,74	
			Ptot_by_día	2,33	43,88	18,63	2,36	
CIR	CTR	2021	Peso total	49,40	588,00	191,87	20,73	
			peso medio	4,94	58,80	19,19	2,07	
			Ptot_by_día	0,35	4,03	1,34	0,14	
		2022	Peso total	45,00	1310,00	283,12	42,09	
			peso medio	3,46	100,77	23,31	3,18	
			Ptot_by_día	0,00	9,29	1,96	0,30	
	CUN	2021	Peso total	10,90	1930,00	934,70	72,72	
			peso medio	1,09	193,00	93,47	7,27	
			Ptot_by_día	0,08	13,22	6,55	0,50	
			2022	Peso total	54,00	2635,00	1337,71	99,86
				peso medio	4,15	202,69	111,89	7,55
				Ptot_by_día	0,39	18,69	9,46	0,72
	SAL	2021	Peso total	239,60	1188,00	645,20	36,71	
			peso medio	23,96	118,80	64,52	3,67	
			Ptot_by_día	1,64	8,14	4,47	0,25	
		2022	Peso total	81,00	3123,00	1114,48	84,51	
			peso medio	6,23	240,23	93,89	6,46	
			Ptot_by_día	0,59	22,15	7,86	0,60	
TRA	CTR	2021	Peso total	131,40	892,00	427,38	31,79	
			peso medio	11,95	81,09	38,85	2,89	
			Ptot_by_día	0,90	5,87	2,88	0,21	
		2022	Peso total	152,00	1260,00	563,19	33,74	
			peso medio	12,67	90,00	41,79	2,24	
			Ptot_by_día	1,04	9,13	4,00	0,25	
	CUN	2021	Peso total	275,00	3591,00	1806,78	115,09	
			peso medio	25,00	326,45	164,25	10,46	
			Ptot_by_día	1,90	23,63	12,19	0,76	
			2022	peso medio	14,93	384,86	176,70	11,62
				Ptot_by_día	1,48	39,04	16,77	1,24
				Peso total	835,00	3906,00	1691,77	108,76
	SAL	2021	peso medio	75,91	355,09	153,80	9,89	
			Ptot_by_día	5,72	25,70	11,43	0,72	
			Peso total	1158,00	6022,00	2312,87	156,19	
		2022	peso medio	82,71	430,14	172,38	10,61	
			Ptot_by_día	8,21	43,64	16,42	1,15	

Tabla 10. Estadísticos descriptivos de las variables peso total, peso medio y peso por día para todas las condiciones ensayadas en las dos campañas.

