

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA
ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA
Ingeniería Técnica Forestal



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR DE GANDIA

“Estudio de procedencias de P. abies en Harg, revisión 2011”

TRABAJO FINAL DE CARRERA

Autor/es:
Alan Escuredo Talavera

Director/es:
D.Mats Berlin
D.Carlos Dopazo González

GANDIA, 2013

Índice.

- Sumario.....3
- Introducción.....4
- Materiales y métodos.....6
 - Ensayo.....6
 - Cálculos.....7
- Resultados.....9
- Discusión.....13
- Anexos.....14
- Conclusiones.....23
- Bibliografía.....23

Sumario.

Tradicionalmente, en Suecia se han empleado procedencias del continente Europeo, especialmente en el Sur y Centro del país. Las razones son fundamentalmente un mayor crecimiento en volumen y también una cierta resistencia de éstas a los daños por heladas, comparando con las variedades nativas.

En este estudio, investigamos diversas procedencias plantadas en la región de Upland, cerca de la población de Harg, en un esfuerzo continuado por verificar que las tendencias observadas en previos análisis, continúan prevaleciendo.

Esta plantación fue establecida en 1969, y ha sido revisada en 1975, 1981, 1994 y 2011. Se empleó un marco de plantación de 2.0m contando con subparcelas de 5x5 plantas, en una zona antiguamente agrícola y susceptible a heladas, donde éstas son comunes.

Las procedencias a estudiar incluyen seis de origen sueco, cuatro alemanas, de las cuales tres son segunda generación en Suecia, cinco polacas y una bielorrusa.

El propósito de este estudio es estudiar las diferencias entre grupos de procedencias, en cuanto a crecimiento y calidad, estudiando las relaciones entre altura, producción y daños por heladas.

Las revisiones con mediciones de campo, incluyen parámetros como altura, diámetro, calidad de ramas y presencia de brotes ramicornios.

Los resultados muestran que:

- Las procedencias orientales son menos susceptibles a los daños por heladas, produciendo mayores volúmenes que las procedencias suecas.
- Las procedencias que se establecieron más rápidamente, continúan siendo las más aventajadas hoy en día, compitiendo satisfactoriamente.
- Las diferencias en calidad son mínimas, sin embargo las procedencias suecas tienen ligeramente peor calidad, debido a su mayor susceptibilidad a daños por helada.

Introducción.

Históricamente, en el Sur y zona central de Suecia se han empleado cepas de *P. abies* de origen continental Europeo. Inicialmente se usaban materiales de procedencia germana, debido a que éstas demostraban tener un mayor crecimiento en volumen que las variedades Suecas. En las últimas décadas se han empezado a emplear procedencias del Este de Europa, tales como variedades Bielorrusas y del Este de Polonia. La principal razón para ello es que estas variedades producen brotes más tardíos, lo que las hace aún más adecuadas para las áreas donde comúnmente existen daños por heladas en primavera e inicio de verano, lo cual es un problema muy generalizado en gran parte del Sur de Suecia.

Para estudiar las propiedades dasométricas de las diferentes variedades, se inició una investigación en 1969 en Suecia. La idea era establecer una plantación experimental en parcelas del Sur o Centro de Suecia, donde probar un cierto número de variedades de *P. abies*. La meta era plantar 15 variedades de las mejores selecciones en cada parcela, incluyendo una extra de origen local que haría a su vez de elemento de control para el estudio. Este experimento se revisó, con objeto de hacer una primera evaluación, en 1975 y 1981 (Werner y Karlsson 1982). El estudio que nos ocupa actualmente, se basa en datos recogidos en 1994 y 2011, cuando la plantación fue muestreada de nuevo. La parcela se eligió en un área de heladas comunes y antiguamente de uso agrícola. La figura nº1 muestra el diseño de la parcela. Las primeras mediciones de 1975 y 1981 revelaron diferencias, sobretodo en las alturas de las diferentes variedades, lo cual se ve altamente influenciado por los daños por helada.

En cría de material forestal, es importante la selección de material según mediciones tempranas. Una cuestión importante es el grado en el que una superioridad de altura puede ser esperada, de tal manera que las plantas posean una mayor producción de volumen cuando se alcanza la intersección de copas durante el turno de la plantación. El experimento de Harg nos ayudará a expandir nuestro conocimiento al respecto.

El propósito de este estudio es comparar el crecimiento y la calidad de las diferentes variedades plantadas y, a su vez estudiar las relaciones entre éstas y la altura y daños por helada en las anteriores mediciones.

Figura nº1

— 10m

□ BLOCK

Harg - Design

109	110	111	112
105	106	107	108
101	102	103	104
97	98	99	100
77	78	79	80
73	74	75	76
69	70	71	72
65	66	67	68
45	46	47	48
41	42	43	44
37	38	39	40
33	34	35	36
13	14	15	16
9	10	11	12
5	6	7	8
1	2	3	4

125	126	127	128
121	122	123	124
117	118	119	120
113	114	115	116
93	94	95	96
89	90	91	92
85	86	87	88
81	82	83	84
61	62	63	64
57	58	59	60
53	54	55	56
49	50	51	52
29	30	31	32
25	26	27	28
21	22	23	24
17	18	19	20

16/04/2012 13:09 - DMS_import_Harg.txt - Alan Escuredo

Materiales y Métodos.

El ensayo.

El experimento está situado en la localidad de Harg, en el Noreste del condado de Upplands (N60°05'55", E18°26'44", 15m). Es un antiguo campo agrícola muy homogéneo. El ensayo se diseñó en bloques aleatorios con 8 repeticiones. El marco de plantación es de 2m² con 5x5 plantas por bloque, representando a una variedad. Rodeando el ensayo se plantaron 2-3 filas de cobertura con las mismas variedades que lo componen. El experimento está separado en dos mitades situadas a lo largo de una zanja. Las 16 variedades plantadas están representadas en la tabla 1.

El año en el que se estableció la plantación fue marcado por una gran mortalidad (30-55%) de todas las variedades. Las razones de la mortalidad no están listadas, pero una buena explicación es que ese año hubo una inusualmente tardía y severa helada de primavera. Se replantaron las bajas por mortalidad al año siguiente.

Las mediciones de 1975 recolectaron datos de altura, supervivencia y daños por helada. Las mediciones de 1981 midieron alturas, diámetros, daños por helada, rectitud, bifurcaciones y brotes ramicornios.

En conexión con esta última medición, se hizo una clareo que afectó a 1 pie de cada 3 en diagonal, cortándose hasta 9 árboles. Este número se podía reducir en caso de apreciarse mortalidad en el bloque. Los pies cortados fueron medidos en longitud y considerados como una media de las alturas del bloque. En algunos de los bloques, la altura era tan baja que no fue necesaria ninguna corta. Teniendo la altura medida sobre los pies cortados, el resto de pies fueron medidos en diámetro a 1,30cm, brotes ramicornios por encima de 1,30cm, calidad de las ramas en escala de 0-5, y rectitud del tronco en escala de 1-6.

Tabla nº1.

Designación	Procedencia	Origen	Grupo	Lat	Long	Alt
B1	Gimo	Suecia	Sueco	60.10	18.03	30 m
G121	Vevik	Suecia	Sueco	56.40	14.38	150 m
N124	Dalagärde	Suecia	Sueco	57.13	12.38	130 m
F162	Unnaryd	Suecia	Sueco	56.58	13.35	165 m
D4	Fjellskäfte	Suecia	Sueco	59.07	16.22	50 m
S12	Fredros	Suecia	Sueco	59.55	12.37	250 m
M329	Boserup	Alemania*	Occidental	56.02	12.56	50 m
N123	Nordaná	Alemania*	Occidental	56.22	13.10	80 m
E175	Omberg	Alemania*	Occidental	58.18	14.40	190 m
Ty109	Bayrisher Wald	Alemania**	Occidental	49.00	13.15	<1100
Po1	Istebna	Polonia	Oriental	49.35	18.50	700 m
Po46	Zwierzyniec	Polonia	Oriental	52.40	23.50	120 m
Po77	Bialystok	Polonia	Oriental	53.07	23.10	150 m
Po78	Przerwanki	Polonia	Oriental	54.09	22.08	100 m
Po79	Zakopane	Polonia	Oriental	49.18	19.57	850 m
So2	Slutsk	Bielorrusia	Oriental	53.02	27.35	150 m

* Otras generaciones en Suecia, latitud, longitud y altitud del lugar en Suecia

**Primera generación en Suecia

Cálculos.

Se calcularon las medias de todas las variables en toda la parcela. El análisis estadístico se basa en estas medias. Las variables "Rectitud" y "ramicornios" se transformaron a distribución normal (Danell 1991, Jansson 1991).

Se midieron parámetros de producción y de calidad. Los diámetros se tomaron con forcípula electrónica y las alturas con hipsómetros de ultrasonidos Vertex III. El resto de parámetros de calidad se estimaron visualmente.

En los pies con altura medida, ajustó una línea con los datos de diámetros y alturas medidas como se puede ver en la figura nº2. Posteriormente se calculó el volumen con corteza según la fórmula de Brandel.

$$V = 10^a \times D^b \times (D + 20)^c \times H^d \times (H - 1.3)^e$$

Siendo a, b, c, d y e las constantes:

$$a = -1.02039$$

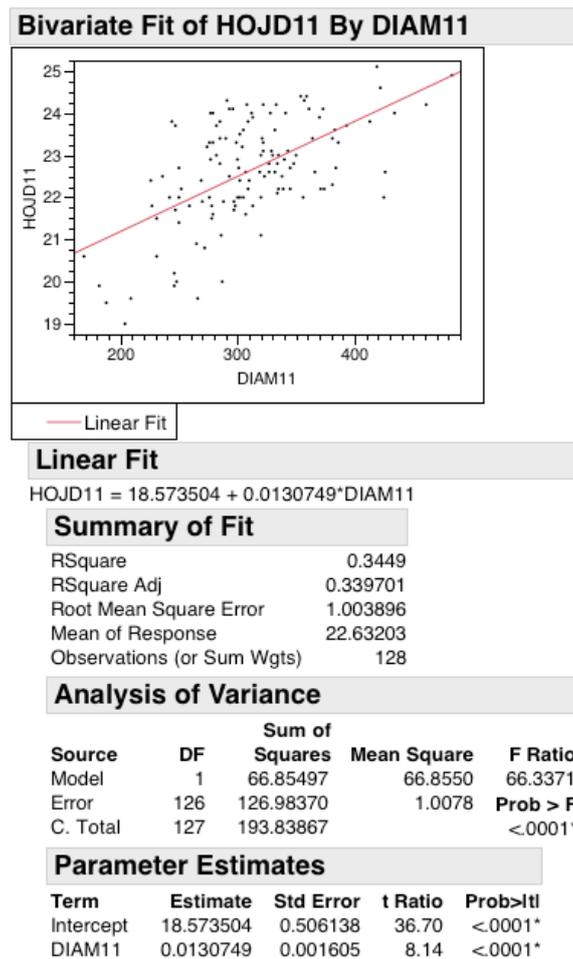
$$d = 2.87138$$

$$b = 2.00128$$

$$e = -1.61803$$

$$c = -0.47473$$

Figura n°2



En el resto de pies se empleó un análisis de regresión con el procedimiento REG de SAS, creando funciones de volumen secundarias según el modelo siguiente:

$$\ln(v) = a + b * \ln(d) + c * (\ln(d))^2$$

v= volumen con corteza

d= diámetro a 1,30cm

a, b, c= constantes

Con la ayuda de las funciones de volumen secundarias , se aplicó una corrección logarítmica de acuerdo a Madgwick (1976).

El análisis estadístico se realizó parcialmente como un análisis de varianzas (procedimiento SAS GLM) y como análisis de correlaciones (procedimiento SAS CORR). Adicionalmente se analizaron las diferencias en recurrencia entre grupos de orígenes (Continental Este-Oeste y Suecos). Además se analizaron diversas variables de mediciones anteriores.

En la tabla n°2 se describen las variables empleadas en el análisis.

Tabla nº2.

UPPR	Réplica (1-8)
FLED	Tipo de Origen
RAD	Fila (1-5)
PLANTA	Planta (1-5)
DIAM81	Diámetro 1981 (mm)
HOJD81	Altura 1981 (dm)
FR81	Daños por helada 1981 (0=intacto,...,3=seriamente dañado)
LEV81	1=Vivo, 0=Muerto
DIAM94	Diámetro 1994 (mm)
HOJD94	Altura 1994 (dm) - Sólo medido en pies cortados en clara.
SPROT94	Número de ramicornios 5 nudos por encima de 1,30cm.
RAKH94	Rectitud del tronco (0=recto,...,5=retorcido)
GRKVAL94	Calidad de ramas (0=no grabado; 1=buena,...,5=pobre)
OVR94	DST=bifurcaciones en tronco, DTO=Doble punta, VLT=Daños por ungulados, PTR=Árbol de porvenir
KOND11	0=muerto,...3=vivo
DIAM11	Diámetro 2011 (mm)
HOJD11	Altura 2011 (dm). Un sólo pie por réplica.
VOL11	Volumen de los árboles con alturas medidas
VOL2	Volumen según funciones secundarias
BA	Área Basal

Resultados.

En la fase de preparación de los datos, se detectaron algunas deficiencias en el proceso de mediciones, por lo cual se decidió mantener el análisis a un nivel mas general hasta donde consideramos que los datos son válidos y fiables para el estudio, evaluando los grupos de procedencias en lugar de realizar un análisis exhaustivo de las procedencias individualmente.

Por ello, se trazaron tres grupos de procedencia fundamentales: Sueco SV, Europeo Occidental VE y Europeo Oriental OE, evaluando principalmente sus valores de producción, tales como diámetros, áreas basales y volumen considerando los pies después de la clara ejecutada. Figuras nº 3, 4 y 5 respectivamente. Tablas nº 3, 4 y 5.

Figura nº3

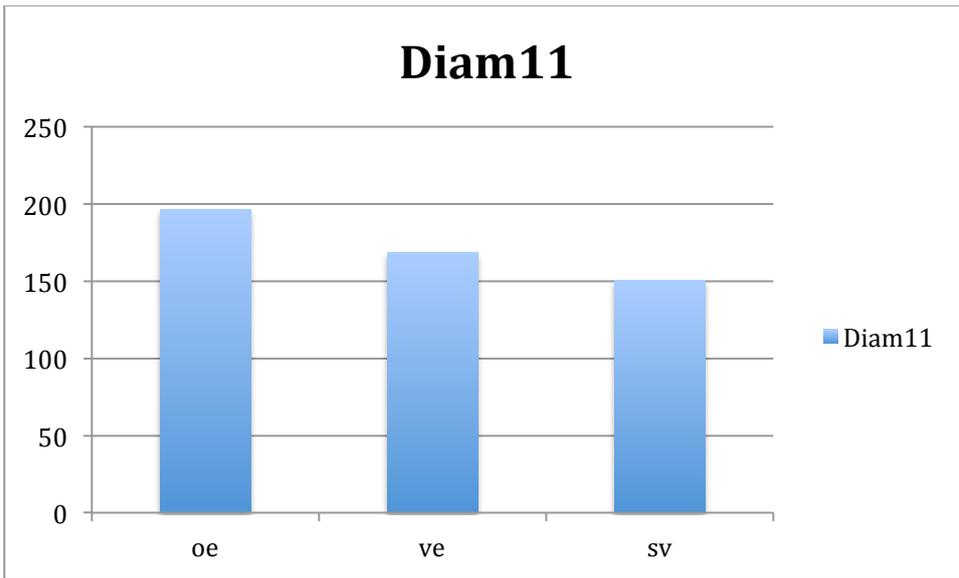


Figura nº4

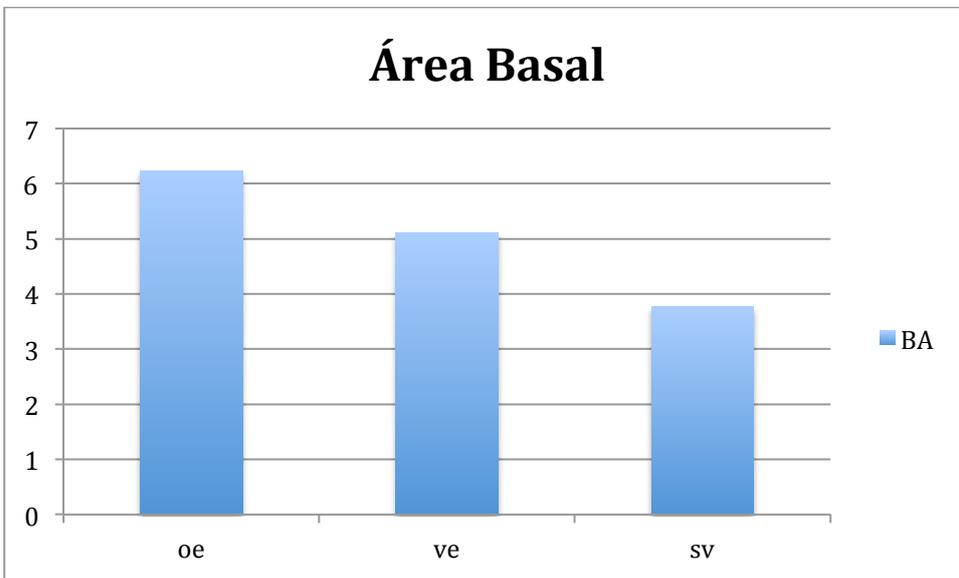
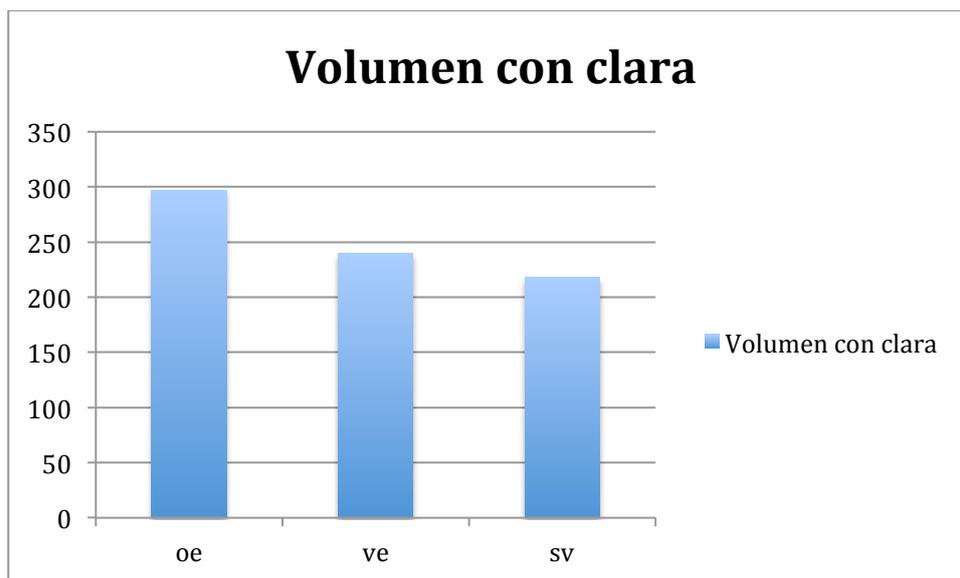


Figura nº5



Tablas nº3,4 y 5

Grupo	Diam11	Grupo	Área Basal m ² /ha	Grupo	Volumen con clara m ³
oe	196.59	oe	6.235625	oe	297.126
ve	168.538	ve	5.1109375	ve	239.553
sv	150.49	sv	3.765	sv	217.827

Los resultados del análisis estadístico muestran grandes diferencias en sus variables de producción entre los diferentes grupos.

El grupo que destacó por su crecimiento fue el Europeo Oriental (OE), englobando a las procedencias de Polonia y Bielorrusia. Esta tendencia se ha demostrado constante en todos los parámetros de crecimiento estudiados, siendo ellos el diámetro en 2011, área basal y el volumen incluyendo pies clareados.

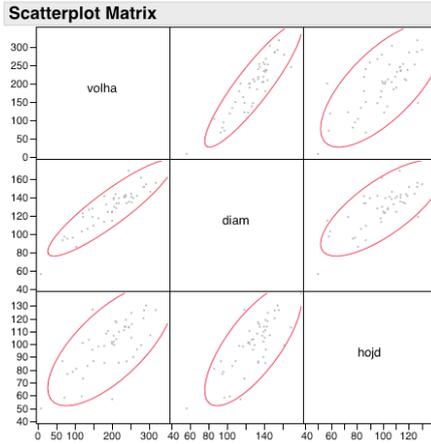
En el estudio de correlaciones por grupos de procedencias, de las variables diámetro 2011 (diam) , altura (hojd) y volumen por hectárea (volha), Figura nº6, se pueden verificar varias observaciones. Destaca la elevada correlación entre diámetro y volumen en todos los grupos, siendo la correlación entre valores de diámetro y altura aún alta pero más limitada.

Figura nº6

Multivariate FLED=oe

Correlations

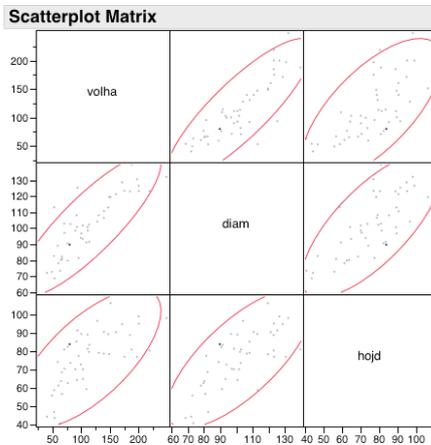
	volha	diam	hojd
volha	1.0000	0.9042	0.7054
diam	0.9042	1.0000	0.7454
hojd	0.7054	0.7454	1.0000



Multivariate FLED=sv

Correlations

	volha	diam	hojd
volha	1.0000	0.8508	0.6863
diam	0.8508	1.0000	0.7323
hojd	0.6863	0.7323	1.0000



Multivariate FLED=ve

Correlations

	volha	diam	hojd
volha	1.0000	0.8339	0.6043
diam	0.8339	1.0000	0.6133
hojd	0.6043	0.6133	1.0000

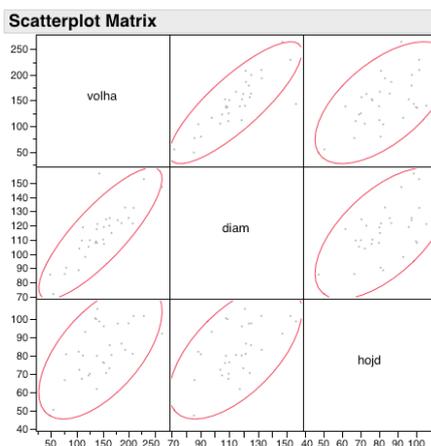
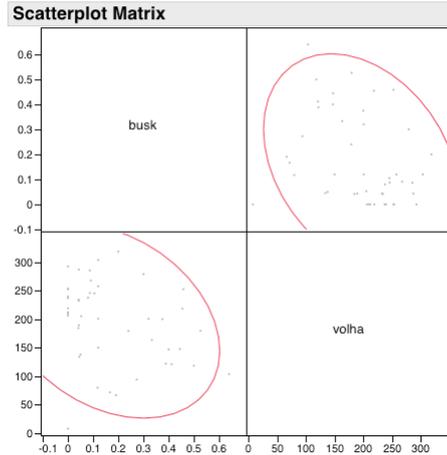


Figura nº7

Multivariate FLED=oe

Correlations

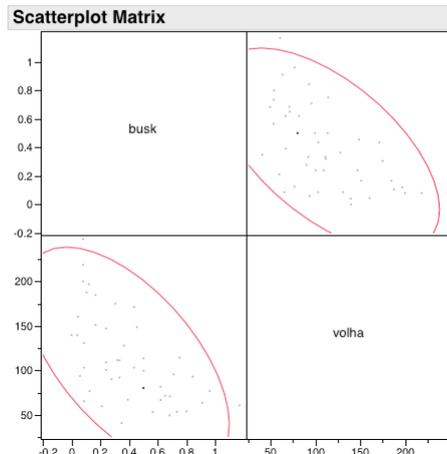
	busk	volha
busk	1.0000	-0.3054
volha	-0.3054	1.0000



Multivariate FLED=sv

Correlations

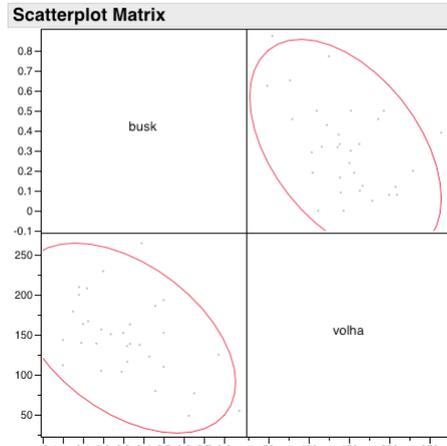
	busk	volha
busk	1.0000	-0.5924
volha	-0.5924	1.0000



Multivariate FLED=ve

Correlations

	busk	volha
busk	1.0000	-0.4684
volha	-0.4684	1.0000



A su vez, se realizó un análisis de correlación entre el último daño por heladas reportado en 1981 y el volumen en 2011. La evaluación del daño por helada es inviable con la altura actual, por lo tanto nos basamos en 1981 para determinar dicha relación.

El análisis muestra una alta correlación negativa entre daño y volumen en las procedencias del grupo Sueco SV, siendo menor en el grupo Europeo Occidental, y claramente inferior en el grupo Europeo Oriental. Esto indica que las procedencias orientales son las que se vieron menos afectadas por las heladas de primavera, siendo capaces de desarrollar mayores tasas de crecimiento que las variedades occidentales, y ambas a su vez superiores a las procedencias suecas.

Se elaboraron mapas con todas las variables estudiadas, los cuales se encuentran en la sección de Anexos.

Discusión.

Desarrollo de alturas.

Auditorías previas mostraron la ocurrencia de diversas heladas que dañaron la plantación, y éstas dieron lugar a las diferencias que acusamos actualmente en las alturas. Las procedencias suecas, con sus brotes tempranos, fueron las más afectadas por dichas heladas, provocando un desarrollo más lento. La media de altura de las variedades suecas fue de 2.0m en 1981 y 7.6m en 2011. Estos datos contrastan con las variedades orientales, que arrojaron unas alturas medias de 2.7m y 9.9m respectivamente. En torno a 1981 pudimos ratificar que todas las procedencias ya habían superado la altura a la que los daños son más severos, lo que nos hizo observar que aquellas procedencias que empezaron bien, siguieron desarrollándose con cierta ventaja, manteniendo tasas de crecimiento superiores incluso hoy en día.

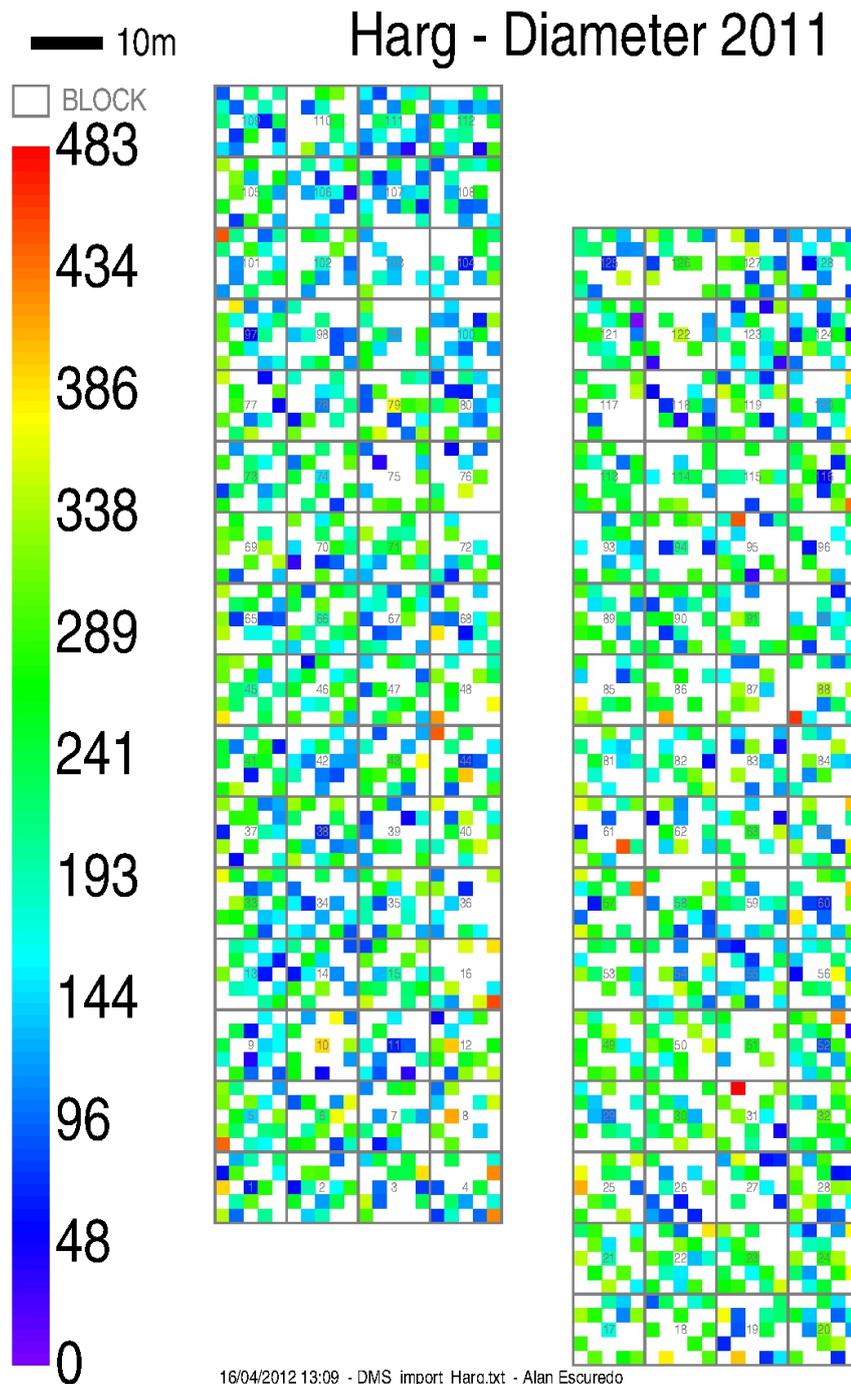
Calidad.

Se observó que no hubo apenas variaciones entre grupos respecto a los parámetros de calidad, sin embargo las variedades que mostraron mayor crecimiento, el grupo oriental, también mostró ligeras mejorías en cuanto a calidad de ramas y brotes ramicornios. Cabe señalar la dificultad de obtener datos fiables en variables evaluadas visualmente, sobre todo cuando existen tales diferencias de altura entre los grupos de procedencias. La calidad de las ramas está correlacionada con heladas tempranas.

Podría pensarse que deberíamos haber observado una mayor correlación entre la existencia de ramicornios y daños por helada, ya que éstos últimos pueden provocar cambios de guía y a su vez esto produce brotes ramicornios. La baja

correlación nos indica que los ramicornios pudieron haberse producido por insectos o fauna salvaje más que por las propias heladas.

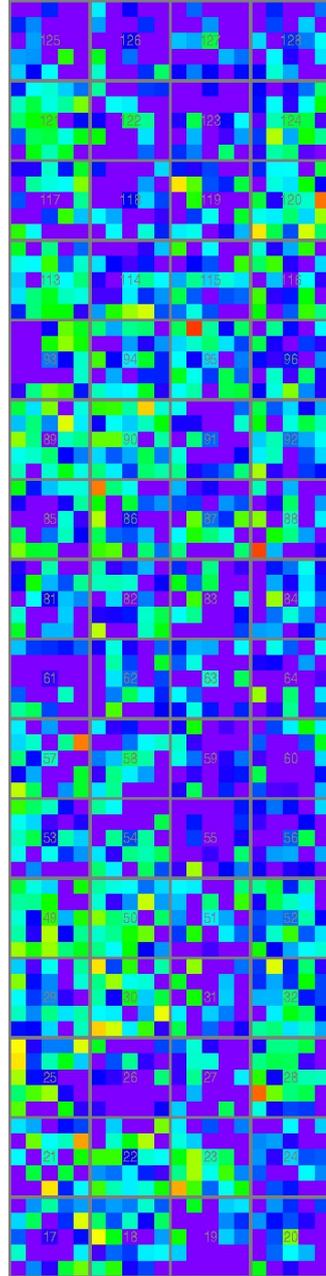
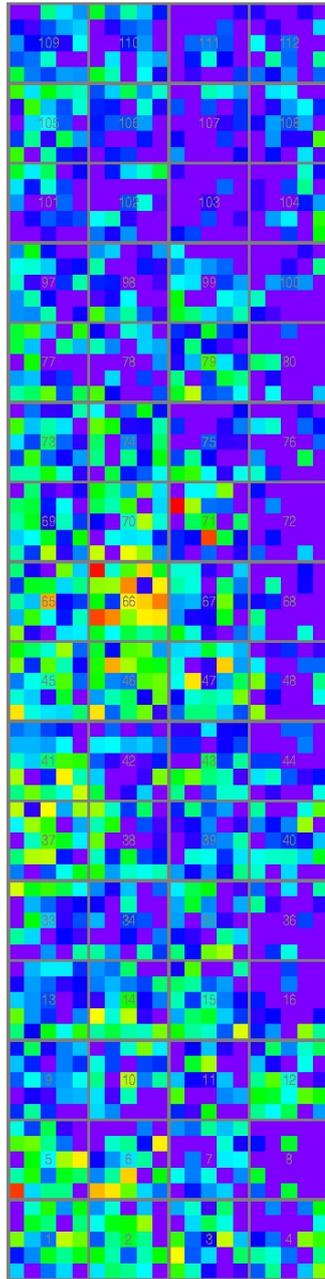
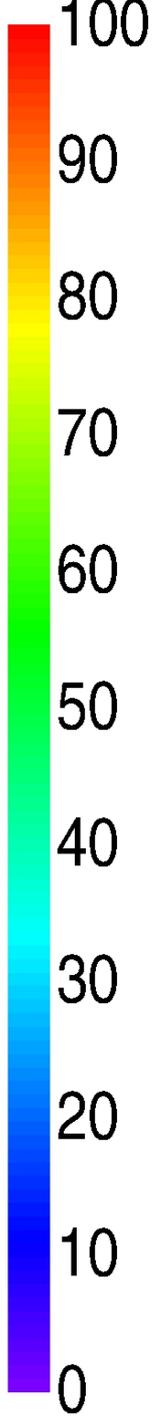
Anexos.



10m

Harg - Diameter 1981

BLOCK

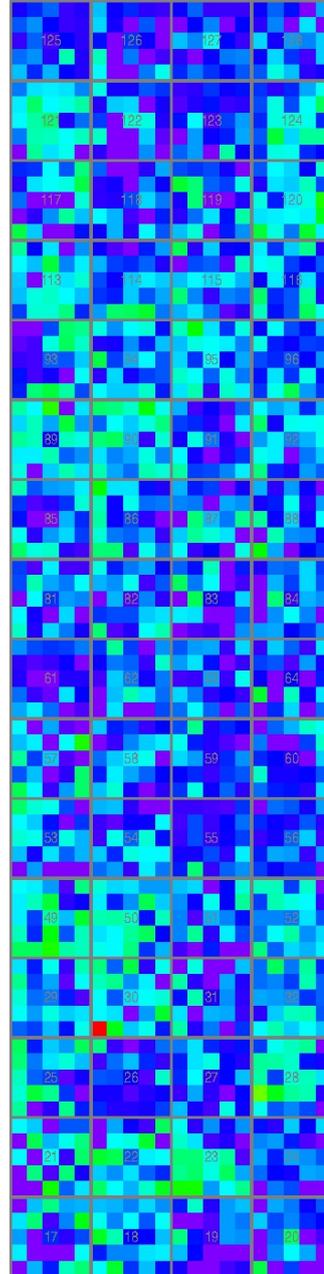
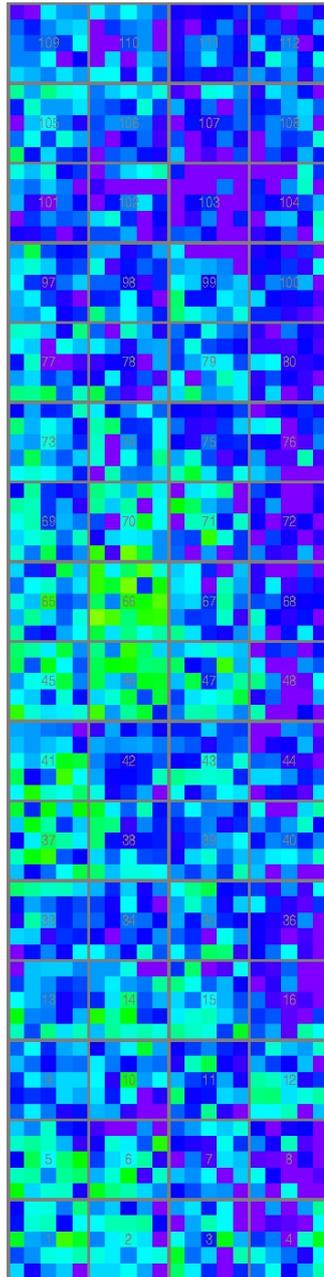


16/04/2012 13:09 - DMS_import_Harg.txt - Alan Escuredo

10m

Harg - Height 1981

BLOCK

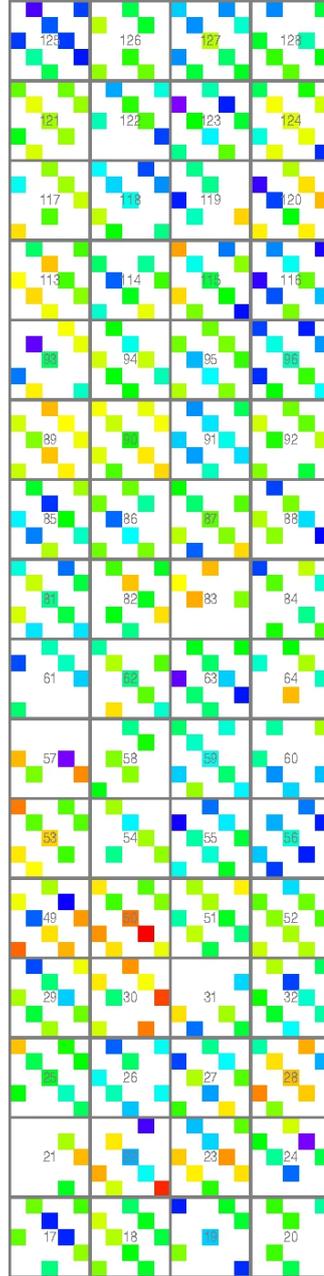
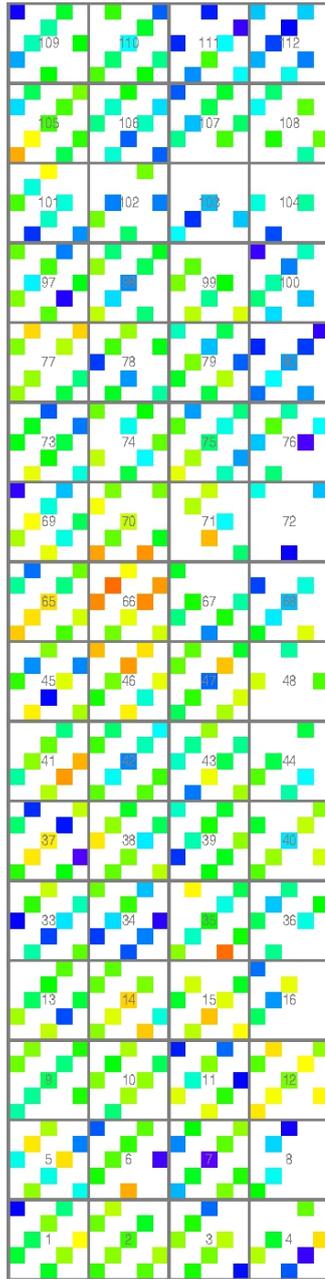


16/04/2012 13:09 - DMS_import_Harg.txt - Alan Escuredo

10m

Harg - Height 1994

BLOCK

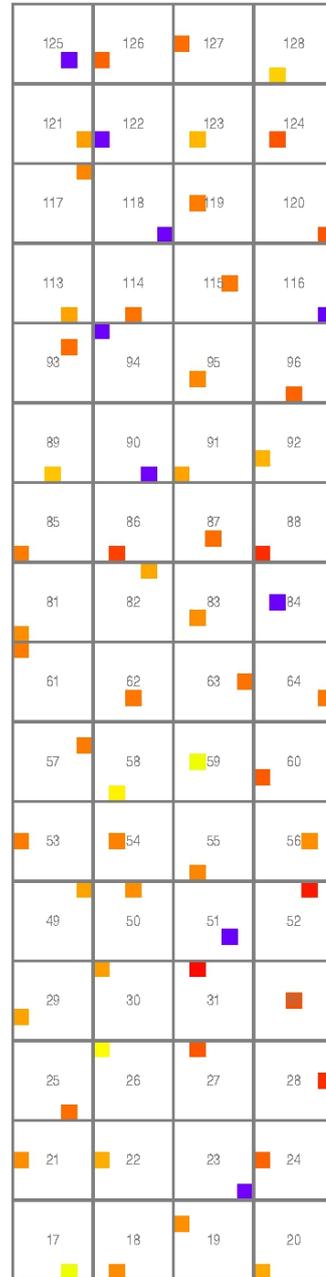
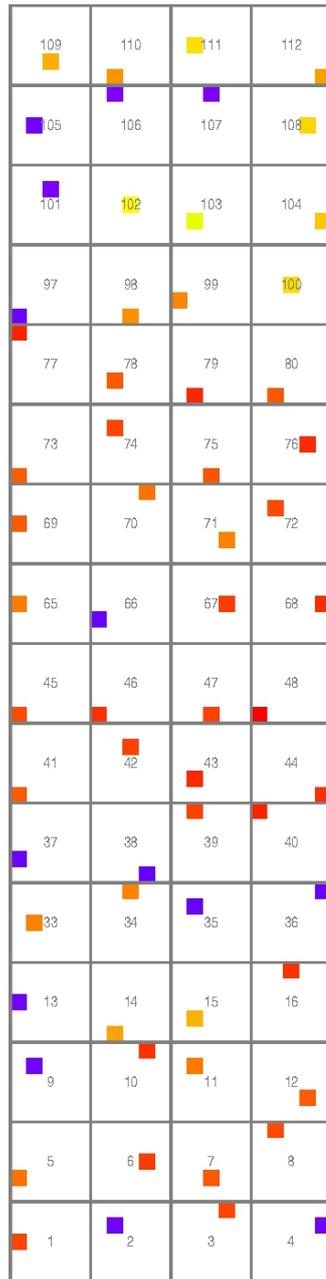


16/04/2012 13:09 - DMS_import_Harg.txt - Alan Escuredo

10m

Harg - Height 2011

BLOCK

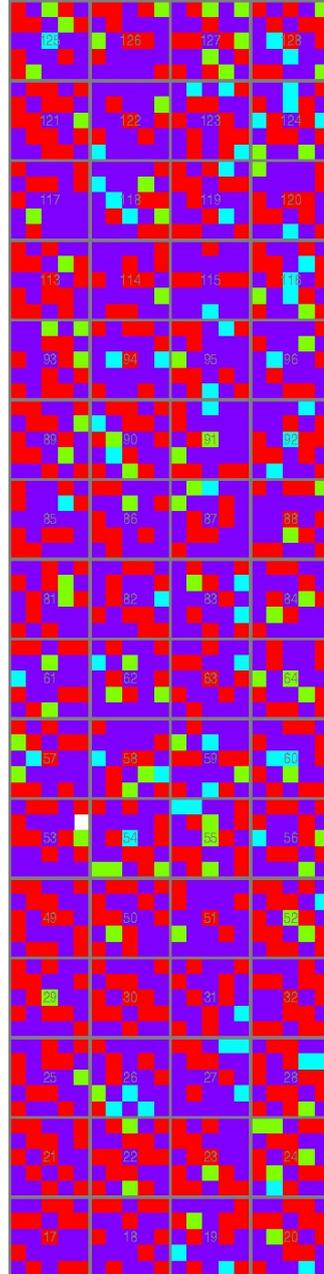
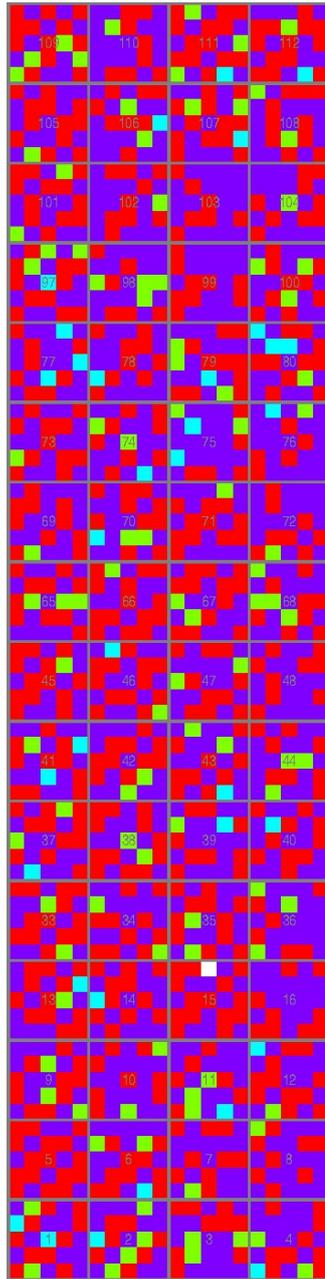


16/04/2012 13:09 - DMS_import_Harg.txt - Alan Escuredo

— 10m

Harg - Vitality 2011

□ BLOCK

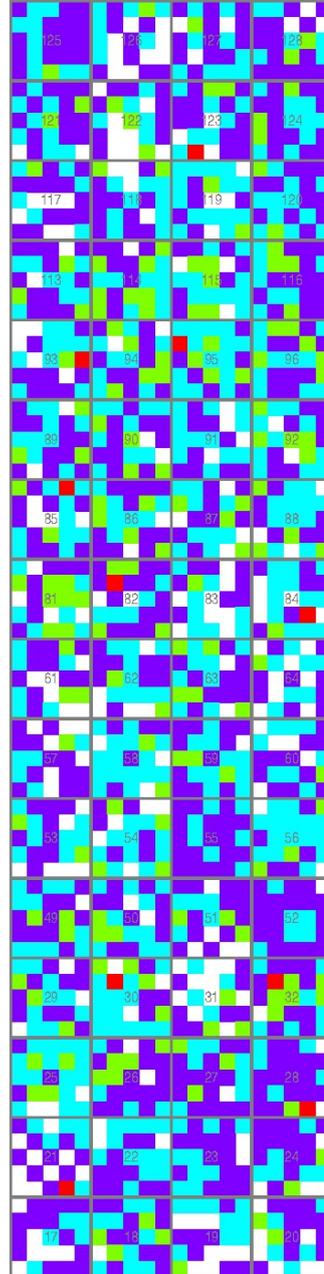
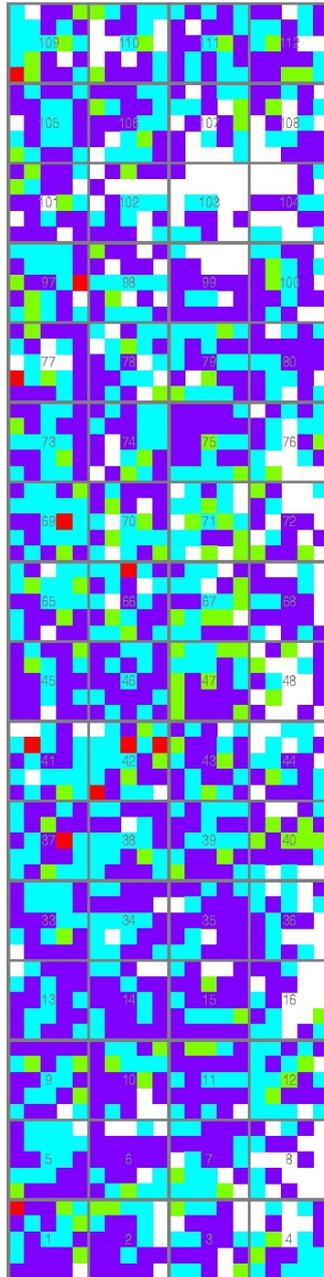


16/04/2012 13:09 - DMS_import_Harg.txt - Alan Escuredo

10m

Harg - Ramicorns 1994

BLOCK

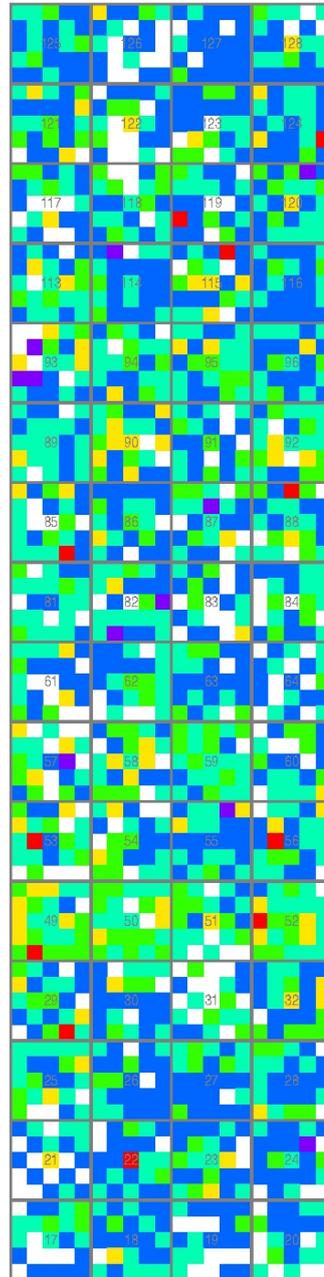
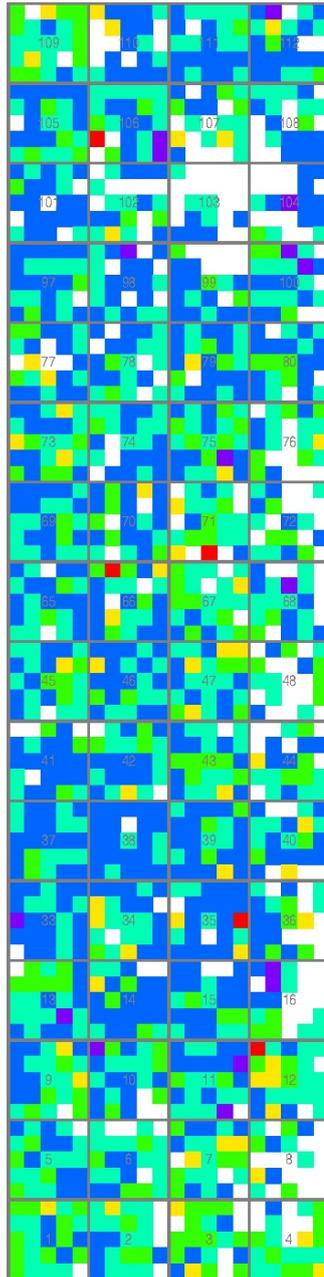


16/04/2012 13:09 - DMS_import_Harg.txt - Alan Escuredo

10m

Harg - Straightness 1994

BLOCK



16/04/2012 13:09 - DMS_import_Harg.txt - Alan Escuredo

Conclusiones.

Las procedencias Europeo Orientales OE se establecen más rápidamente debido a que son menos susceptibles al daño por heladas.

Aquellas procedencias que se establecen más rápidamente, continúan prevaleciendo actualmente, aún habiendo superado con creces la altura a la que los daños por helada son más severos.

Las diferencias de calidad no son fácilmente perceptibles en este experimento.

La importancia de una selección de material de cría apropiado, teniendo en mente las heladas de primavera, no solo garantiza un buen establecimiento de las plantas, si no que además garantiza un buen crecimiento y desarrollo a largo plazo.

Bibliografía.

Brandel, G. 1990. Volymfunktioner för enskilda träd. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsproduktion. Rapport nr 26.

Danell, Ö. 1991. Kategoriska egenskaper- transformering av avels- och genotypvärden från underliggande skala till sannolikhetskala. Institutet för skogsförbättring. Arbetsrapport nr 256.

Jansson, G. 1991. Program i SAS för beräkning av Normal Scores. Institutet för skogsförbättring.

Madgwick, H. 1976. Mensuration of forest biomass. I Oslo biomass studies, författare Young, H. Col. of life Sc. and Agric. University of Maine at Orono, sid 11-29.

Werner, M. & Karlsson, B. 1982. Resultat från 1969 års granproveniens serie i Syd- och Mellansverige. I Årsbok 1982. Föreningen skogsträdsförädling. Institutet för skogsförbättring, sid 90-158. Uppsala.