INFLUENCIA DEL MARCO DE SIEMBRA Y DEL TIPO DE SEMILLA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA ZANAHORIA. CULTIVAR MAESTRO

M.ª C. MATUTE GARCÍA
P. HOYOS ECHEVARRÍA

Horticultura. Dpto. de Producción Vegetal de la UPM.
Escuela de Ingeniería Técnica Agrícola

RESUMEN

La zanahoria (*Daucus carota L.*) es uno de los cultivos hortícolas en los que la producción ha sufrido mayor crecimiento en los últimos años (78% de incremento entre 1990 y 2005). Este incremento ha sido particularmente importante en Castilla y León y más concretamente en Segovia y Valladolid, provincias en las que actualmente se cultiva cerca de 1.000 ha en cada una de ellas.

Por la influencia que tiene en la recolección y sanidad del cultivo, en los últimos años esta siendo muy debatido el reparto de las líneas sobre la meseta que generalmente es de 1,5 m de ancho. La disposición también puede influir en la homogeneidad, parámetro hoy muy buscado sobre todo por los almacenes de manipulación.

Con el fin de conocer que disposición de las líneas puede ser la mas adecuada, se han ensayado 4 de ellas: 4x3, 4x2, 3x3 y 3x2, indicando en primer lugar el número de líneas principales y en el segundo el de sublíneas que la componen. La densidad en todos los casos fue de $1{,}5 \cdot 10^6$ semillas·ha^{-1} siendo Maestro el cultivar empleado.

Puesto que la semilla puede también influir en la emergencia, el establecimiento del cultivo y el desarrollo posterior de la planta, se ha comparado también semilla desnuda con pildorada, llegándose, por tanto, a un diseño factorial del ensayo.

Además de la recolección manual de la parcela, se hizo como complementaria la recolección mecánica a gran escala y el procesado de las zanahorias en un lavadero comercial.

La mayor producción (kg·m^{-2}) y nº de zanahorias·m^{-2} se obtuvieron con las disposiciones: 4x3 y 3x3 (10,84 y 10,83 kg respectivamente), no encontrándose diferencias estadísticamente significativas (d.e.s.) entre ellas.

Empleando semilla desnuda se cosecharon más zanahorias que con pildorada, siendo esta diferencia estadísticamente significativa.

El peso medio fue mayor en los marcos 4x2 y 3x2 (125,73 y 123,23 g respectivamente), no encontrándose d.e.s.

Se encontraron d.e.s. en la homogeneidad, siendo ésta más elevada con semilla pildorada.

El ensayo se vio muy afectado por fuertes ataques de "topillos" que llevaron a porcentajes de destrío de importancia. Se presenta también en este trabajo la influencia del tipo de semilla y la disposición de líneas sobre el ataque de estos roedores.

Palabras clave: Daucus carota *L, marco de siembra y tipo de semilla.*

INTRODUCCIÓN

Situación nacional

La producción nacional de zanahoria ha sufrido, en los últimos años, un gran crecimiento, se ha casi doblado: de 252.228 t que se producían en 1990 hemos pasado a 448.349 t en 2003 (MAPA, 2006), el aumento es de un 78%. El crecimiento ha sido continuo, con una característica importante: gran parte del aumento de la producción se debe a que los rendimientos unitarios han progresado de forma importante y así, mientras en 1990 se obtenían 41.500 kg·ha^{-1}, en 2003 el rendimiento pasó a ser 54.600 kg.ha^{-1}, aumentó más de un 30%. El aumento de la producción también se debe a que la superficie también aumentó, pasando de 6.083 ha en 1990 a 8.216 ha en 2003 (MAPA, 2006), lo que representa en este caso un aumento del 35%. En este tiempo también ha crecido la exportación, y así mientras en 1990 se exportaban 36.003 t, en 2003 se exportaron 135.581 t, casi se han multiplicado por 4 las exportaciones que representan en la actualidad el 30% de lo producido, frente a sólo el 14% en 1990. El valor de la producción en 2003 fue de 135 millones de euros aproximadamente, con un precio medio percibido por los agricultores de 0,30 €/kg.

Por Comunidades Autónomas la principal productora es Andalucía con 252.236 t en una superficie de 4.443 ha, siendo la principal provincia productora Cádiz con 204.516 t en una superficie de 3.420 ha, lo que supone el 81% de la producción andaluza y el 45,5% del total español. La siguiente Comunidad productora es Castilla y León con una producción de 138.473 t en una superficie de 2.124 ha, la principal provincia productora es Segovia con 71.700 t en 956 ha de cultivo, siguiéndole Valladolid, donde hay mayor superficie dedicada a la zanahoria, 1.059 ha, para una producción de 63.540 t (MAPA, 2006), lo que indica que el rendimiento de Segovia (75.000 kg·ha^{-1}) es un 25% más alto que el de Valladolid (60.000 kg·ha^{-1}), lo que puede ser debido a que en la producción de Segovia, el cultivo se realiza en parcelas mucho más pequeñas, en las que el agricultor está más encima y se realiza un cultivo más artesanal que en las zonas de zanahoria de Valladolid, en que las parcelas son más grandes, más heterogéneas y donde es más difícil un control más exacto de los parámetros de cultivo y por tanto puede ser más difícil obtener producciones tan altas como las de Segovia. A pesar de estos menores rendimientos, el cultivo se está desplazando hacia la provincia de Valladolid, a las zonas lindantes con las tradicionales de Segovia: la zona del noroeste, la denominada comarca del Carracillo, con pueblos como Gomezserracín, Sanchonuño, Campo, etc., como núcleos importantes de producción que cuentan con parcelas muy adecuadas para el cultivo de la zanahoria pero de pequeño tamaño ya que el suelo está, en esa zona, muy

repartido, con muchos pequeños propietarios con parcelas de 1-3 ha, muy diseminadas, lo que hace muy difícil la mecanización del cultivo que es imprescindible para rebajar costes, o si se mecaniza (como ya es hoy en día habitual), el trabajo de las máquinas es menos eficiente que si las parcelas son grandes, cosa que ocurre en las zona limítrofes de Valladolid en las que se puede contar con parcelas de mayor tamaño que, además de permitir un uso más eficiente de las máquinas, sobre todo en la recolección, permiten también emplear sistemas de riego fijo, como puede ser el pívot, que también mejoran la eficiencia del riego, sobre todo desde el punto de vista de ahorro de mano de obra; ya que en el caso de parcelas pequeñas, muchas veces los agricultores se ven obligados a emplear sistemas de riego por aspersión portátiles que necesitan mucha mano de obra para montar y desmontar las tuberías, cuando son cambiadas de unas parcelas a otras.

La mayoría de la zanahoria producida va al mercado de fresco y una parte de ésta a la exportación. Un destino importante de la zanahoria producida en esta zona es la industria, aunque no es fácil de cuantificar el porcentaje que va a este destino, ni dentro de él a que uso, aunque es posible que se reparta de forma parecida al reparto global del total de lo que se industrializa de zanahoria que son unas 25.000 t, lo que supone el 6% de la producción total española. El reparto de la zanahoria que va a la industria entre los distintos usos es: Congelado, 17.000 t, Conserva, 3.000 t, Cuarta Gama, 2.000 t, Deshidratado, 2.000 t y otros usos, 1.000 t (Esteban, 2006).

Situación del cultivo

Durante los últimos años, en el cultivo de la zanahoria en la zona norte de Segovia se ha ido bajando la cantidad de semilla que emplean los agricultores, sobre todo en los ciclos de mediana estación o tardíos. Esta bajada en la cantidad de semilla se debe probablemente a que se ha mejorado mucho tanto en la calidad de semilla como en las sembradoras, la eficiencia por tanto de la siembra es mucho mayor que era no hace muchos años. También ha influido el precio de las semillas que va aumentando constantemente.

Hoy en día se emplea semilla calibrada y con un alto poder germinativo, mejor seleccionada. Suele tratarse, sobre todo, de cultivares híbridos F1 que lógicamente garantizan mayor vigor, y sobre todo, mayor homogeneidad en el cultivo y por tanto también en la nascencia. Del mismo modo también su precio es mayor y por ello los agricultores han intentado mejorar la preparación del suelo y todos los factores que llevan a una mayor eficiencia en el uso de la semilla, a emplear por tanto menos semilla y que esta partida del coste de cultivo no sea cada vez más importante y comprometa el margen y la rentabilidad del cultivo. También, como se ha dicho, se ha avanzado mucho del lado de las sembradoras, hoy la mayoría de las que se utilizan son neumáticas.

Otro aspecto relacionado con la siembra y con el cultivo que también ha evolucionado es el marco de siembra: se han dispuesto en las mesetas 3 ó 4 líneas o franjas de siembra y a su vez estas líneas están compuestas por dos o tres sublíneas de siembra, lo que nos lleva a tener sobre la meseta, 6, 8, 9 ó 12 sublíneas de siembra según que la disposición sea de 3x2, 4x2, 3x3 ó 4x3, siendo el primer número el que indica el número de líneas o franjas principales y el según el número de sublíneas dentro de cada línea o franja. Estas disposiciones se han realizado porque existen ya en la zona sembradoras de alta precisión, que permiten una gran variación de combinaciones con las distintas botas de siembra. Los marcos más empleados en la zona son los de 4x3 con una densidad de siembra de 1,5 a 2,2 millones de semillas por hectárea.

La diferente disposición de las líneas influye sobre la competencia entre las plantas, pues aunque la densidad de siembra sea la misma, la disposición cambia la competencia espacial entre ellas y posiblemente se vea reflejado este cambio en la homogeneidad, uno de los objetivos a perseguir por este tipo de prácticas, pues es uno de los aspectos que mejoraría mucho el trabajo en los almacenes de manipulación y que haría disminuir los descuentos a los agricultores. La homogeneidad es una de las asignaturas pendientes en cultivo de zanahoria en Segovia-Valladolid. En este caso, sobre la homogeneidad, ha influido más la colocación de 2 ó 3 sublíneas en cada franja o línea principal de siembra que la disposición de 3 ó 4 franjas o líneas principales.

Con la diferente disposición de las plantas sobre la meseta también se pretende, en el caso de colocar 3 franjas en vez de 4, que haya espacio entre ellas que permita la circulación del aire y por tanto una mejor ventilación y por tanto una mejora desde el punto de vista del control de enfermedades que se vieran favorecidas por una mayor humedad relativa en su entorno. También, la diferente disposición de las líneas y sublíneas, puede provocar un comportamiento fisiológico diferente según se encuentren las plantas rodeadas de más o menos competidoras cercanas, la distribución de la luz será distinta y por tanto su respuesta también lo será. La circulación del aire, más fácil o más difícil, según se hayan dispuesto las plantas en 3 ó 4 franjas o líneas principales, no sólo afectará, como se ha dicho, a la sanidad de las plantas, sino también a la transpiración de las plantas, sobre todo en las zonas externas de las líneas principales y por tanto se verá afectado su comportamiento en el uso del agua y se podrá producir por tanto un desarrollo diferencial y por tanto verse afectada la homogeneidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se ha realizado en la provincia de Segovia en una finca situada en el municipio de Campo de Cuéllar perteneciente a la comarca Tierras de Cuéllar. La parcela del ensayo tiene una superficie de 2,8 ha y se encuentra a una altitud de 765 m, a una latitud N de 41º 18´ 59" y a una longitud W de 4º 23´17". El suelo es arenoso con un contenido en arena por encima del 90%, pH de 6,8, alrededor del 1% de Materia orgánica, bajos niveles de salinidad y muy alto contenido en fósforo y bajo en potasio. Por los antecedentes, no parece que vaya a haber problemas de nematodos.

El material vegetal utilizado es el cultivar Maestro. Se trata de un cultivar de precocidad medio tardía, de raíz larga, cilíndrica, muy lisa, de buena coloración, ausencia de cuello verde y gran homogeneidad; follaje verde oscuro, buen vigor y porte erguido; recomendado para recolecciones mecanizadas de otoño, con buena conservación en el campo; alta resistencia a Alternaria y Oidio.

La siembra se ha realizado el 5 de mayo de 2007 con una sembradora neumática de precisión, Kverneland Accord; la orientación de las líneas se ha procurado (para evitar efectos de cara norte-cara sur) que sea Norte-Sur.

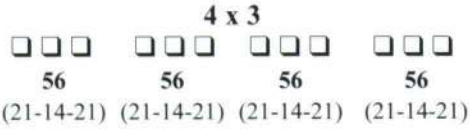
El riego se ha realizado por aspersión, la distancia entre aspersores en la parcela es de 12 m y la distancia entre líneas era de 15 m. El riego se ha aplicado según el manejo habitual del agricultor para este cultivo. Los tratamientos fitosanitarios y control de malas hierbas han sido los precisos y garantizados por la experiencia del agricultor, I.T. Agrícola y el asesoramiento de los técnicos de la cooperativa citada. El abonado se ha realizado según el plan del agricultor para la parcela seleccionada.

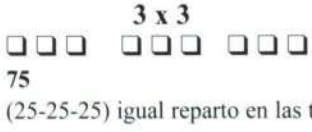
Disposición de las líneas y sublíneas

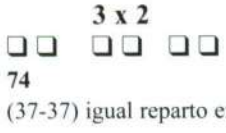
La siembra se ha realizado en mesetas de 1,5 m de ancho, colocándose dos tipos de líneas o franjas de semillas, unas dobles y otras triples. Se han sembrado tres o cuatro líneas o franjas principales según el caso. Las combinaciones posibles son 4: 4 x 3, 4 x 2, 3 x 3 y 3 x 2, según el croquis adjunto.

Se sembraron 225 semillas por metro lineal, para colocar la cantidad de semilla prevista: 1,5 millones de semillas·ha^{-1}.

La semilla por metro lineal a aplicar con cada bota se repartirá de la siguiente forma, según el marco elegido:







Controles de campo

A lo largo del cultivo se han realizado diferentes controles, en primer lugar se evaluó la emergencia para tener certeza de que la densidad ha sido conseguida por igual en todas las disposiciones. Posteriormente se hizo un seguimiento continuo a lo largo de todo el ciclo de cultivo, midiéndose cada semana la altura de cada una de las parcelas y contando el número de hojas, lo que nos dio una idea del desarrollo del cultivo en cada una de las disposiciones de líneas. A la vez se midieron datos de calidad tales como la longitud, diámetro, conicidad, peso medio, dureza, grados Brix y materia seca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Emergencia

La germinación ha sido homogénea, situándose entre el 75 y 80%, ya que después de la siembra se produjeron lluvias de poca intensidad de forma continua, lo que facilitó la germinación y emergencia. Cuando el período entre lluvia y lluvia era de más de dos días se dieron ligeros riegos de apoyo.

No se aprecian diferencias estadísticamente significativas (d.e.s.) ni entre marcos de siembra, ni en el tipo de semilla, ni en la interacción de estos dos factores (tabla 1).

La mayor germinación se obtuvo con el marco 4x3 alcanzando prácticamente el 80%, la germinación más baja se ha encontrado con la disposición 4x2 superando levemente el 76%.

El factor tipo de semilla no ha sido determinante para la germinación pues la diferencia entre los dos tipos es de apenas el 0,6%.

La germinación más alta se obtuvo con la disposición 4x3 desnuda, superando el 80%, la peor germinación se obtuvo con 4x2 desnuda superando el 76%. Las demás combinaciones se encuentran con valores intermedios sin apreciarse d.e.s. (figuras 1 y 2).

Producción

El cultivo se desarrolló al principio sin muchas incidencias, excepto alguna perturbación del riego que afectó de manera parecida a todos los marcos y que fue subsanada pronto, continuando el desarrollo de la planta de forma parecida.

Importante fue la incidencia que a partir de finales de agosto tuvieron los topillos, constituyéndose una plaga importante, que afectó mucho a los topillos de la zona y lógicamente a la parcela en la que se centró el ensayo. Esta perturbación ha incidido de forma importante en los resultados obtenidos, que siguen siendo válidos. La presencia de estos roedores permitió evaluar su incidencia y estudiar si alguno de los factores en contraste podría favorecer o atenuar sus daños, asunto que no se encontraba entre los objetivos del trabajo, pero que al presentarse, brindó la oportunidad de analizarlo y cuantificar su incidencia, cuestión de la que, en zanahoria, no se dispone apenas de datos.

Dada la incidencia importante de topillos y de otros factores que llevaron a tasas importantes de zanahorias defectuosas, se ha considerado prioritario analizar lo que estas partidas representan, iniciándose este apartado de producción por lo que hemos considerado "producción total", la que comprendería a todas las zanahorias obtenidas por unidad de superficie, y que daría una idea del potencial de producción que se podría conseguir si se controlaran todos los factores que llevan a perder zanahoria o que parte de ellas no sean comerciales por ser afectadas por las incidencias señaladas o que finalmente se rompan durante la recolección o en el proceso de manipulación en el almacén.

Por tanto tras la producción total se analizará lo que ocurre en cada una de las partidas de zanahorias no comerciales, comenzando por el estudio de la producción comercial que es lo que realmente constituye el objetivo primordial de este trabajo. En todos los casos además de la producción, se analizará la influencia de los factores en estudio sobre el número de zanahorias obtenidas y su peso medio.

Producción comercial ($kg \cdot m^{-2}$)

La producción obtenida con los marcos 4x3 y 3x3 fue superior a la conseguida en 4x2 y 3x2, siendo la de los dos grupos muy similar y diferenciándose entre ellas en aproximadamente un kilo por metro cuadrado (tabla 3). El número de sublíneas parece ser mas determinante que el de las líneas principales, además colocar 3 sublíneas en las líneas da mejores resultados que colocar dos (figura 3).

El tipo de semilla no influye en la producción comercial con independencia del marco elegido, la diferencias entre las producciones apenas alcanza 0,5 $kg \cdot m^{-2}$ siendo superior la obtenida con semilla desnuda.

La mejor producción se ha obtenido con semilla desnuda y marco 4x3, que roza los 11 $kg \cdot m^{-2}$, obteniendo otras 4 combinaciones producciones muy cercanas a la señalada, con baja producción quedan 3 combinaciones que no alcanzan los 10 $kg \cdot m^{-2}$, siendo estas todas con 2 sublíneas sobre las líneas principales, pero como se dijo, aunque hay diferencias, éstas no son estadísticamente significativas (figura 4).

No se detectaron diferencias estadísticamente significativas, ni entre los marcos ni entre los tipos de semilla, tampoco en la interacción de ellas se encuentran diferencias estadísticamente significativas.

Producción total ($kg \cdot m^{-2}$)

No se encontraron d.e.s. ni en el marco de siembra, ni en pildorar o no hacerlo ni e la interacción de estos factores.

Con la disposición 4x3 se consiguió una mayor producción total alcanzando un nivel cercano a 14,5 $kg \cdot m^{-2}$. Las otras disposiciones quedaron entre 0,5 y 1 $kg \cdot m^{-2}$ por debajo (tabla 2 y figura 3).

Con semilla desnuda se consiguió 0,4 $kg \cdot m^{-2}$ más de producción total que con pildorada, algo menos del 3% de incremento.

Con 4x3 semilla desnuda se consiguieron 14,7 $kg \cdot m^{-2}$ cantidad muy por encima del resto. La producción mas baja (13,2 $kg \cdot m^{-2}$) se obtuvo con 3x2 y semilla pildorada, encontrándose el resto de combinaciones en una posición intermedia, sin apreciarse d.e.s. entre ellas ni ningún rasgo que permita diferenciarlas, apreciándose únicamente que : mientras con semilla desnuda, 4x3 y 3x2 obtiene producciones más altas, con semilla pildorada obtiene la mas baja como se aprecia claramente en la figura 1, respuesta que es difícil de explicar ya que coinciden en las producciones altas y bajas (según el caso) marcos compuestos de forma diversa y un con número de metros lineales (por tanto disposición del espacio entre plantas) muy diferentes. Recuérdese que con 4x3 se tienen 12 m.l. con 20,83 ó 13,89 (dependiendo del tipo de sublínea) plantas por línea y en 3x2 se tienen 6 líneas con 37 plantas por línea.

Destrío debido a topillos

No se encontraron d.e.s ni en el marco de siembra, ni en el tipo de semilla ni en las combinaciones de estos dos factores.

Con el marco 4x2 es con el que mayores pérdidas por roedores se ha producido, alcanzando prácticamente 3 $kg \cdot m^{-2}$, las demás disposiciones quedaron entre 0,3 y 1,2 $kg \cdot m^{-2}$.

Con semilla pildorada se obtuvo más destrío que con semilla desnuda siendo la diferencia entre ellas casi del 15%.

Con la combinación 4x2 pildorada se obtuvieron casi 3,4 $kg \cdot m^{-2}$ de zanahorias dañadas, cantidad muy elevada diferenciándose con la segunda combinación más afectada por topillo en más de 0,5 $kg \cdot m^{-2}$ (figura 5). El destrío debido a topillos más bajo se obtuvo con 3x3 desnuda, quedando el resto de combinaciones en una posición intermedia, sin apreciarse d.e.s. entre ellas ni ningún rasgo que permita diferenciarlas, apreciándose únicamente que las dos menores pérdidas se obtuvieron en las combinaciones de un mismo marco, 3x3.

Destrío debido a deformidades

No se han encontrado d.e.s. ni en el marco de siembra ni en el tipo de semilla ni en la interacción de estos dos factores.

En el marco 3x2 es dónde se han encontrado más zanahorias defectuosas, con una diferencia con el resto de marcos de más del 35% esta situación se debe a que en el marco 3x2 al haber menor numero de metros lineales que el resto de marcos, el número de zanahorias por metro lineal es mayor, y por tanto el espacio entre zanahorias también es menor, factor que da lugar a mayor número de zanahorias defectuosas.

Con semilla sin pildorar se ha obtenido mayor cantidad de zanahorias deformes, obteniéndose con semilla pildorada un 17% menos de pérdidas.

Con las combinaciones 3x2 desnuda y 3x2 pildorada se han obtenido los mayores destríos y con la combinación 3x3 pildorada el menor destrío quedando el resto de combinaciones en una posición intermedia sin apreciarse d.e.s. entre ellas (figura 5).

Destrío debido a roturas y rajado

No se han encontrado d.e.s. ni en el marco de siembra ni en el tipo de semilla ni en la interacción de estos dos factores.

Con el marco 3x3 se ha obtenido mayor destrío de zanahorias rotas sobrepasando 0,5 $kg \cdot m^{-2}$, las demás disposiciones se quedaron entre 0,1 y 0,2 $kg \cdot m^{-2}$ por debajo.

Con semilla pildorada se ha obtenido más destrío que en semilla sin pildorar, pero apenas un 6,5% más.

Con la combinación 3x3 pildorada se obtuvo más de 0,75 $kg \cdot m^{-2}$. El destrío más bajo se encontró en la combinación 4x2 pildorada, quedando el resto de combinaciones en una posición intermedia, sin apreciarse d.e.s. entre ellas ni ningún rasgo que permita diferenciarlas (figura 5).

Destrío global

No se han encontrado d.e.s. ni en el marco de siembra ni en el tipo de semilla ni en la interacción de estos dos factores.

Con la disposición 4x2 se obtuvo mayor destrío sobrepasando los 4 $kg \cdot m^{-2}$. El resto de disposiciones se situaron entre 1,2 y 0,4 $kg \cdot m^{-2}$ por debajo de ella.

El mayor destrío global de ha encontrado en semilla pildorada, concretamente un 5,5% más que en semilla sin pildorar.

Las combinaciones con más pérdidas de zanahorias se corresponden a los marcos 4x2 pildorada y 4x2 desnuda y las combinaciones donde menos destrío se obtuvo fueron en 3x3 desnuda y 3x3 pildorada, habiendo una diferencia entre ellas de más de 1,5 $kg \cdot m^{-2}$. El resto de combinaciones se encuentran en una posición intermedia, sin apreciarse d.e.s. entre ellas ni ningún rasgo que permita diferenciarlas (figura 5).

N.º de zanahorias

N.º de zanahorias comerciales

El número de zanahorias es mayor en los marco 3x3 y 4x3 que en los marco 4x2 y 3x2, con una diferencia entre marcos de 3 sublíneas y de 2 de aproximadamente 5 zanahorias$\cdot m^{-2}$. En el tipo de semilla vemos que hay mayor número de zanahorias en semilla desnuda frente a semilla pildorada, habiendo entre ellas diferencias estadísticamente significativas. Y en las interacciones no encontramos diferencias estadísticas significativas, siendo la combinación con mayor número de zanahorias la 3x3 desnuda (figura 6).

Relacionando todos los factores podemos decir que la producción es mayor en los marcos en que también es mayor el número de zanahorias, que en nuestro caso son 4x3 y 3x3, correspondiéndose así una producción menor en el marco 4x2 ya que su número de zanahorias por metro cuadrado también es menor, haciéndose más patente que el número de zanahorias por metro cuadrado frente al peso medio da lugar una mayor producción final.

El mayor peso medio se ha encontrado en el marco 4x2, siendo este marco el menor en número de zanahorias, por lo cual a menor número de zanahorias por metro cuadrado, hay un mayor espacio entre zanahorias y por lo tanto un mayor peso medio.

N.º de zanahorias totales

No se encontraron d.e.s ni en el marco de siembra, ni en el tipo de semilla ni en las combinaciones de estos dos factores.

Con el marco 4x3 se consiguió el mayor número de zanahorias por metro cuadrado superando la cantidad de 114, seguido muy de cerca del marco 3x3 que también alcanzo ese número de zanahorias. Con la disposición 4x2 se obtuvieron el menor número de zanahorias alcanzando 106 zanahorias por metro cuadrado. Aunque entre marcos no hay d.e.s. podemos afirmar que disposiciones con 3 sublíneas dan lugar a un mayor número de zanahorias que con 2 sublíneas (tabla 3 y figura 6).

En semilla desnuda se obtuvo mayor número de zanahorias que en semilla sin pildorar, pero apenas ha habido entre ellas una diferencia del 6%.

La combinación que más zanahorias obtuvo fue 4x3 desnuda, superando las 122 zanahorias por metro cuadrado. La menor cantidad de zanahorias se encintró en la interacción 4x2 pildorada, alcanzando apenas las 105. El resto de combinaciones se encuentran en una posición intermedia, sin apreciarse d.e.s. entre ellas ni ningún rasgo que permita diferenciarlas.

N.º de zanahorias afectadas por topillos

No se han encontrado d.e.s ni en el marco de siembra, ni en el tipo de semilla ni en las combinaciones de estos dos factores.

La disposición que más se ha visto afectada por este roedor es 3x2, alcanzando 18 zanahorias·m^{-2}, seguida de 4x2 con más de 17 zanahorias·m^{-2}. El marco que menos daños tuvo por topillos fue 3x3 con algo más de 11 zanahorias·m^{-2}. Aunque no encontramos d.e.s. vemos que con disposiciones con 2 sublíneas aumenta el destrío debido a topillos.

En semilla pildorada se obtuvieron mayores zanahorias dañadas, más del 15% que en no pildorar.

La combinación más afectada fue 3x2 pildorada con más de 22 zanahorias·m^{-2}. Las menores pérdidas se obtuvieron con la combinación 3x3 desnuda con 10 zanahorias·m^{-2}. El resto de combinaciones se encuentran en una posición intermedia, sin apreciarse d.e.s. entre ellas ni ningún rasgo que permita diferenciarlas (figura 7).

N.º de zanahorias afectadas por deformidades

No se han encontrado d.e.s ni en el marco de siembra, ni en el tipo de semilla ni en las combinaciones de estos dos factores.

El marco con más zanahorias deformes se ha encontrado en 3x2 con 8 zanahorias·m^{-2}, el resto de disposiciones se encuentran aproximadamente en 5 zanahorias·m^{-2}. Como ya apuntamos en el apartado 3.2.1.3, siembras recargadas como en el caso del marco 3x2 dan lugar a mayor número de zanahorias deformes.

El número de zanahorias deformes ha sido mayor en semilla desnuda que en pildorada, diferenciándose entre ellas en 0,8 zanahorias·m^{-2}.

La combinación con más destrío de este tipo de obtuvo en 3x2 desnuda y 3x2 pildorada con 8 zanahorias·m^{-2}. Dónde menos pérdidas hubo fueron en igual mediada en 3x3 y 4x2 pildorada alcanzando el mismo valor de 4 zanahorias·m^{-2}. El resto de combinaciones se encuentran en una posición intermedia, sin apreciarse d.e.s. entre ellas ni ningún rasgo que permita diferenciarlas (figura 7).

N.º de zanahorias rotas y rajadas

No se han encontrado d.e.s ni en el marco de siembra, ni en el tipo de semilla ni en las combinaciones de estos dos factores.

El marco con más zanahorias afectadas por este destrío ha sido 3x3 con 6 zanahorias·m^{-2}. El menor destrío se obtuvo con el marco 3x2 con 3 zanahorias·m^{-2}.

Pildorando la semilla se obtuvo algo más de 4 zanahorias·m^{-2}, diferenciándose con semilla desnuda en apenas un 1%.

La combinación con mayor destrío de obtuvo con 3x3 pildorada, con más de 8 zanahorias·m^{-2}. El menor destrío de encontró con 4x2 pildorada con apenas 2 zanahorias·m^{-2}. El resto de combinaciones se encuentran en una posición intermedia, sin apreciarse d.e.s. entre ellas ni ningún rasgo que permita diferenciarlas (figura 7).

N.º de zanahorias global de destrío

No se han encontrado d.e.s ni en el marco de siembra, ni en el tipo de semilla ni en las combinaciones de estos dos factores.

La combinación con mayor destrío global se obtuvo en 3x2, mientras la combinación de menor destrío fue 3x3. No se ha encontrado d.e.s. en el factor marco de siembra, pero vemos que los marcos con 2 sublíneas han obtenido más destrío que en los marcos de 3 sublíneas, por tanto sembrando a 3 líneas se obtiene menos destríos que a 3 líneas.

En el tipo de semilla ha resultado que pildorar da peores resultados que sin pildorar, pero la diferencia entre ellas es de apenas el 4%.

La combinación con mayor destrío global se ha encontrado en 3x2 pildorada, mientras que la combinación con menos destrío ha sido 3x3 desnuda. El resto de combinaciones se encuentran en una posición intermedia, sin apreciarse d.e.s. entre ellas ni ningún rasgo que permita diferenciarlas (figura 7).

Peso medio

En el peso medio el marco no ha sido determinante no habiendo diferencias estadísticas pero se observa ligeramente superior el marco 4x2 respecto al resto de marcos, también señalamos un aumento ligeramente superior del peso medio en zanahorias de semilla pildorada, alcanzando una diferencia de apenas algo mas de 1 g (figura 8)

El mejor dato de peso medio de ha obtenido con la combinación 4x2 pildorada, habiendo una diferencia con el segundo mejor de más de 5,5 g.

Homogeneidad en el peso medio

La homogeneidad contrariamente a lo esperado es superior en los marcos 4x2 y 3x2, aunque no hay diferencias estadísticas significativas (figura 9). Con el tipo de semilla si encontramos diferencias significativas, siendo mas homogénea el tipo pildorada.

En las interacciones no hay diferencias estadísticas significativas, siendo la combinación más homogénea la 4x2 pildorada, con una diferencia con el siguiente valor de 1,5%.

Comparación de la recolección manual y mecánica

La recolección, por unas determinadas causas no pudo ser completa, solo se pudieron recoger las 16 primeras parcelas, en consecuencia a esto y a que desde el inicio del ciclo, no ha habido diferencias entre el tipo de semilla y ha sido una parcela muy homogénea, hemos estimado no considerar el tipo de semilla como un factor a considerar. Teniendo en cuenta esto, diferenciaremos dos tipo de producción, la producción total obtenida en el campo y la producción comercial obtenida en el lavadero.

Producción total

Debido a lo explicado en el párrafo anterior, se obtuvieron 4 repeticiones para cada marco, sin distinción del tipo de semilla, menos para el caso de el marco 4 x 3, en el cual

solo tenemos 3 repeticiones, y el programa de tratamientos estadísticos ha tenido que estimar para el estudio.

	4 x 3	4 x 2	3 x 3	3 x 2
Producción (t/ha)	149,11	148,72	154,46	149,68

En la producción obtenida en el campo, no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas, si comparamos la producción por la disposición de las líneas, vemos que con 3 sublíneas se obtiene una mayor producción.

Producción lavadero

Las zanahorias recolectadas en el campo, se introdujeron en una cadena de procesos en dónde se separan los destríos, se lavan y se desglosa la producción respecto a cuatro tipos de calibres:

- 20-25 [mm]
- 25 -33 [mm]
- 33-38 [mm]
- 38-45 [mm]

Marco / t/ha	4 x 3	4 x 2	3 x 3	3 x 2
20-25	6,64	5,78	8,55	9,06
25-33	17,14	14,52	20,48	24,35
33-38	26,75	25,17	38,37	31,28
38-45	16,93	15,21	17,42	11,10

No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en la producción obtenida en el lavadero, se aprecia que en todos los marcos la mayoría de la producción se encuentra en el calibre 33 – 38, y en donde es menor es en el calibre 20-25 (figura 10). Estos resultados nos dan un posible patrón del comportamiento del cultivar maestro.

Destrío lavadero

En general el destrío ha sido aproximadamente del 50%, haciéndose más patente en el marco 4x2, debido al daño producido por la plaga de topillos y por el rajado de la zanahoria.

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, C. (2002). Estudio de la homogeneidad y de los distintos parámetro de calidad en los cultivares de zanahoria Maestro y Bolero bajo seis densidades de siembra diferentes. Trabajo de carrera Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola (Universidad Politécnica de Madrid).

ESTEBAN, J. (2008) Comunicación personal.

HOYOS, P.; ÁLVAREZ, C.; RODRÍGUEZ, A. (2006). Influencia de la densidad de siembra en la producción y homogeneidad de zanahoria cv. Maestro. Tierras, 129: 108-114.

HOYOS, P.; SANCHO, S. (2002). Estudio sobre la conservación de la zanahoria en el suelo durante el invierno.

HOYOS, P.; SASTRE, A. (2008). Situación actual del cultivo de zanahoria en España.

MAPA (2007). Anuario de Estadística Agroalimentaria 2006. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

SANCHO, S. (2000). Caracterización de la calidad de la zanahoria de la zona Norte de la provincia de Segovia. Trabajo de carrera Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola (Universidad Politécnica de Madrid).

AGRADECIMIENTOS

A Vanesa Gómez López, Ruth Pérez Rodríguez, Patricia Robles Mañas y Alicia Rodríguez Castro que colaboraron en la recolección del ensayo.

A José María y Albano Sastre, agricultores de Campo de Cuellar que realizaron un esmerado cultivo, garantizando que los resultados obtenidos fueran fiel reflejo de lo que ocurre en un campo de zanahoria.

Tabla 1. % Germinación según el marco de siembra y el tipo de semilla

Factor de variación	% de germinación
Marco de siembra (M)	
4x3	79,72
4x2	76,09
3x3	79,45
3x2	78,60
Tipo de semilla (S)	
Desnuda	78,74
Pildorada	78,19
Interacción MxS	
4x3 Desnuda	80,48
4x2 Desnuda	76,05
3x3 Desnuda	79,08
3x2 Desnuda	79,35
4x3 Pildorada	78,96
4x2 Pildorada	76,13
3x3 Pildorada	79,82
3x2 Pildorada	77,85

Tabla 2. Producción comercial, de los diferentes tipos de destrío y total (comercial + destrío), según el marco de siembra y el tipo de semilla

Factor de variación	Producción comercial	Producción destrío				Producción total
		Topillos	Defectuosas	Rotas	Total	
Marco de siemb. (M)						
4x3	10,84	2,61	0,74	0,30	3,59	14,47
4x2	9,71	2,93	0,76	0,43	4,12	13,83
3x3	10,83	1,76	0,73	0,52	3,00	13,47
3x2	9,93	2,30	1,15	0,31	3,75	13,67
Tipo de semilla (S)						
Desnuda	10,58	2,21	0,92	0,38	3,51	14,05
Pildorada	10,08	2,58	0,77	0,40	3,72	13,67
Interacción MxS						
4x3 Desnuda	10,98	2,85	0,71	0,21	3,76	14,74
4x2 Desnuda	9,58	2,49	0,88	0,70	4,07	13,64
3x3 Desnuda	10,97	1,53	0,89	0,27	2,69	13,67
3x2 Desnuda	10,78	1,99	1,22	0,33	3,54	14,15
4x3 Pildorada	10,70	2,38	0,78	0,40	3,42	14,20
4x2 Pildorada	9,84	3,37	0,64	0,16	4,17	14,02
3x3 Pildorada	10,69	1,98	0,57	0,76	3,31	13,26
3x2 Pildorada	9,09	2,61	1,07	0,29	3,97	13,18

Tabla 3. Número de zanahorias recolectadas, comerciales, de los diferentes tipos de destrío y total (comercial + destrío), según el marco de siembra y el tipo de semilla

Factor de variación	Número comercial	Número destrío				Número total
		Topillos	Defectuosas	Rotas	Total	
Marco de siemb. (M)						
4x3	88,17	15,39	5,28	3,50	24,17	114,22
4x2	78,67	17,22	5,17	4,83	27,22	105,89
3x3	91,89	11,28	4,83	6,06	22,17	114,06
3x2	83,22	18,00	8,06	3,17	29,22	112,45
Tipo de semilla (S)						
Desnuda	89,47 a	14,14	6,22	4,36	25,67	115,14
Pildorada	81,50 b	16,81	5,44	4,42	26,67	108,17
Interacción MxS						
4x3 Desnuda	93,56	17,22	5,22	2,33	24,78	122,11
4x2 Desnuda	78,22	15,44	6,00	7,56	29,00	107,22
3x3 Desnuda	96,22	10,00	5,33	3,78	19,11	115,33
3x2 Desnuda	89,89	13,89	8,33	3,78	26,00	115,89
4x3 Pildorada	82,78	13,56	5,33	4,67	23,56	106,33
4x2 Pildorada	79,11	19,00	4,33	2,11	25,44	104,56
3x3 Pildorada	87,56	12,56	4,33	8,33	25,22	112,78
3x2 Pildorada	76,56	22,11	7,78	2,56	32,45	109,00

En columnas, letras diferentes tras los valores indican d.e.s. al 5%.

Tabla 4. Peso medio y variabilidad del mismo según el marco de siembra y el tipo de semilla

Factor de variación	Peso medio	Coeficiente de variación
Marco de siembra (M)		
4x3	122,26	38,61
4x2	125,73	37,37
3x3	118,44	40,73
3x2	123,23	39,54
Tipo de semilla (S)		
Desnuda	121,83	40,17 a
Pildorada	123,00	37,96 b
Interacción MxS		
4x3 Desnuda	119,93	39,75
4x2 Desnuda	118,18	38,77
3x3 Desnuda	119,15	42,09
3x2 Desnuda	130,05	40,07
4x3 Pildorada	124,58	37,47
4x2 Pildorada	133,28	35,98
3x3 Pildorada	117,73	39,38
3x2 Pildorada	116,42	39,02

En columnas, letras diferentes tras los valores indican d.e.s. al 5%.

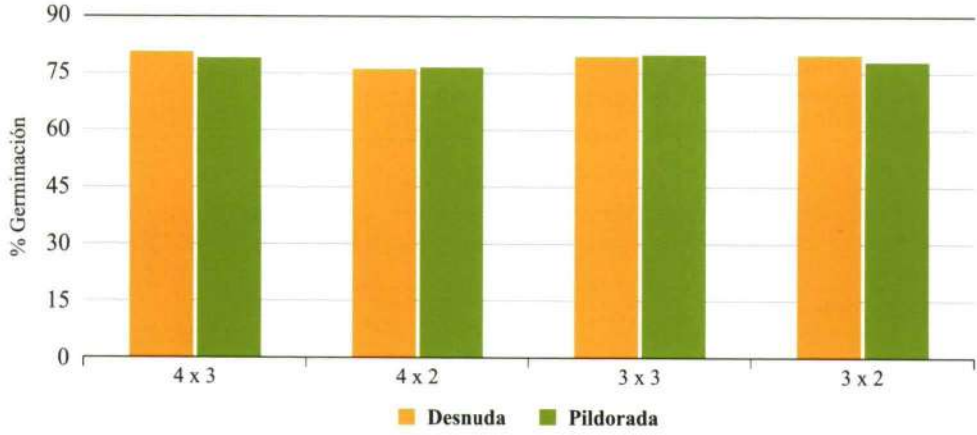


Figura 1. Distribución porcentual de la germinación según el marco de siembra y el tipo de semilla

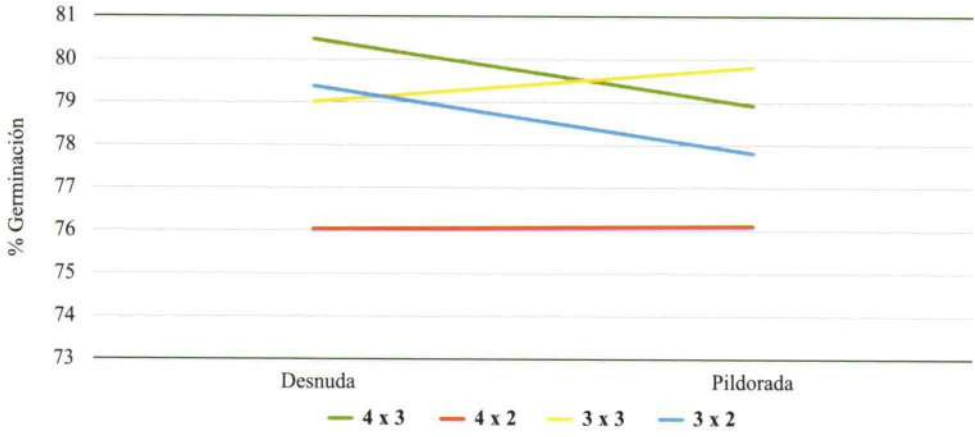


Figura 2. % de germinación en función del marco de siembra y del tipo de semilla

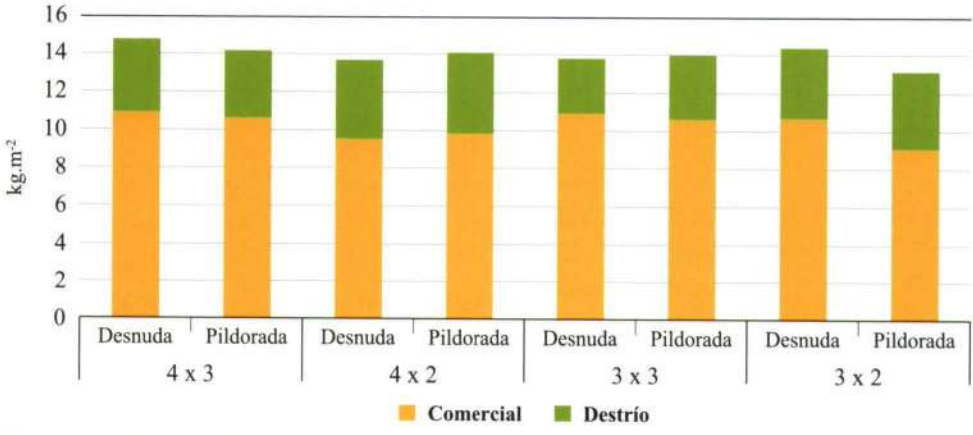


Figura 3. Distribución de la producción comercial y destrío (totales) en función del marco de siembra y el tipo de semilla

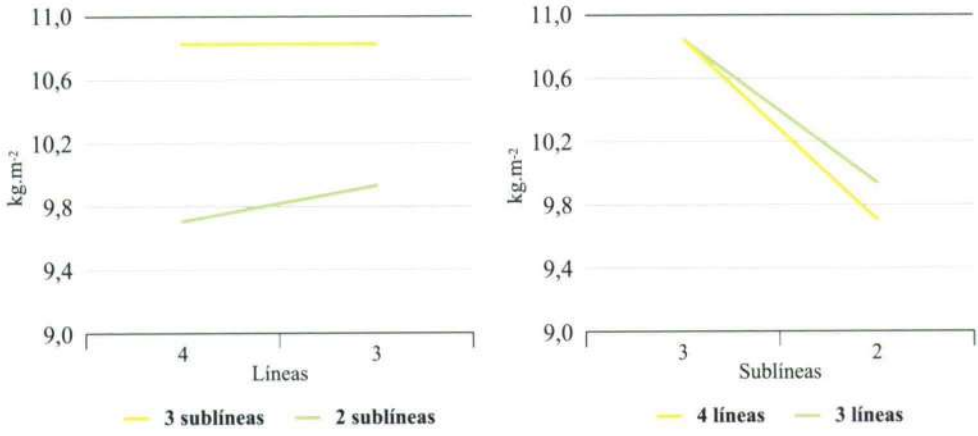


Figura 4. Producción comercial de zanahoria obtenida en función del número de líneas y sublíneas dispuestas sobre la meseta

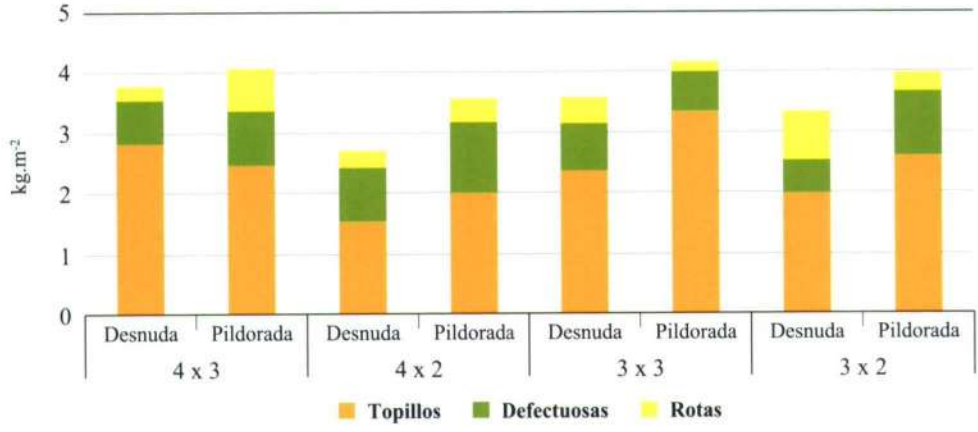


Figura 5. Producción destrío en función del marco de siembra y el tipo de semilla

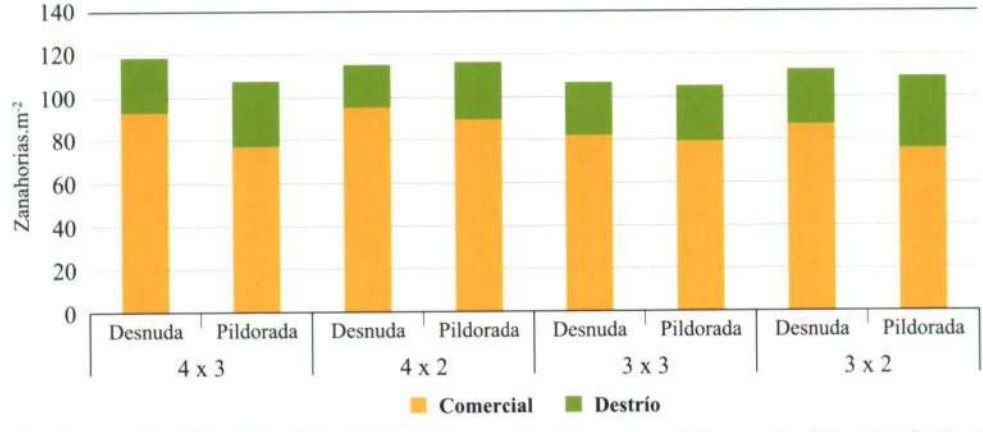


Figura 6. Distribución del número de zanahorias comerciales y destrío (totales) en función del marco de siembra y el tipo de semilla

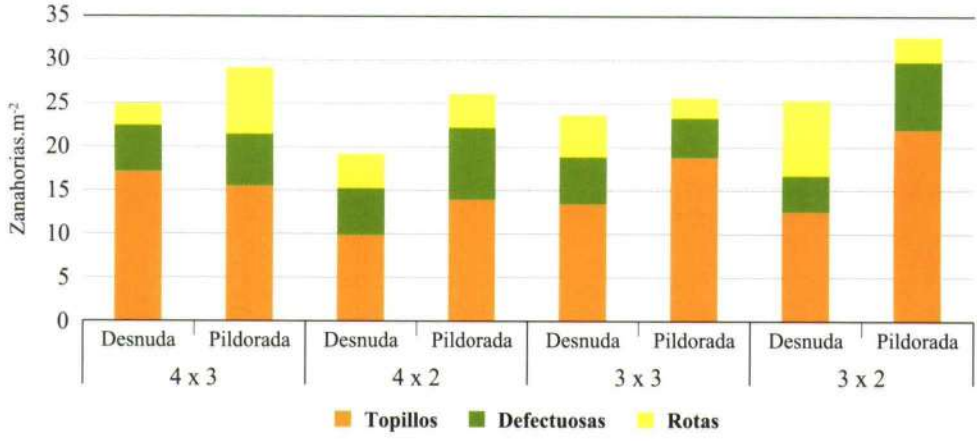


Figura 7. Número de zanahorias destrío en función del marco de siembra y el tipo de semilla

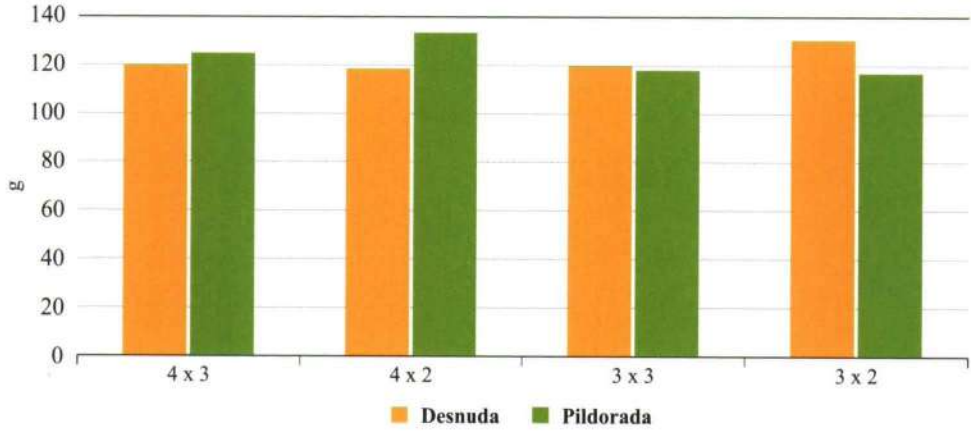


Figura 8. Peso medio de las zanahorias en función del marco de siembra y de semilla

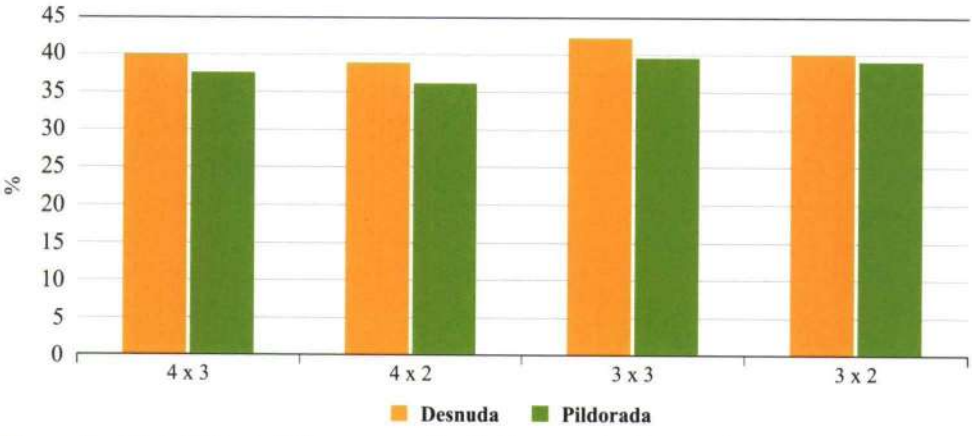


Figura 9. Variabilidad del peso medio de las zanahorias en función del marco de siembra y de semilla

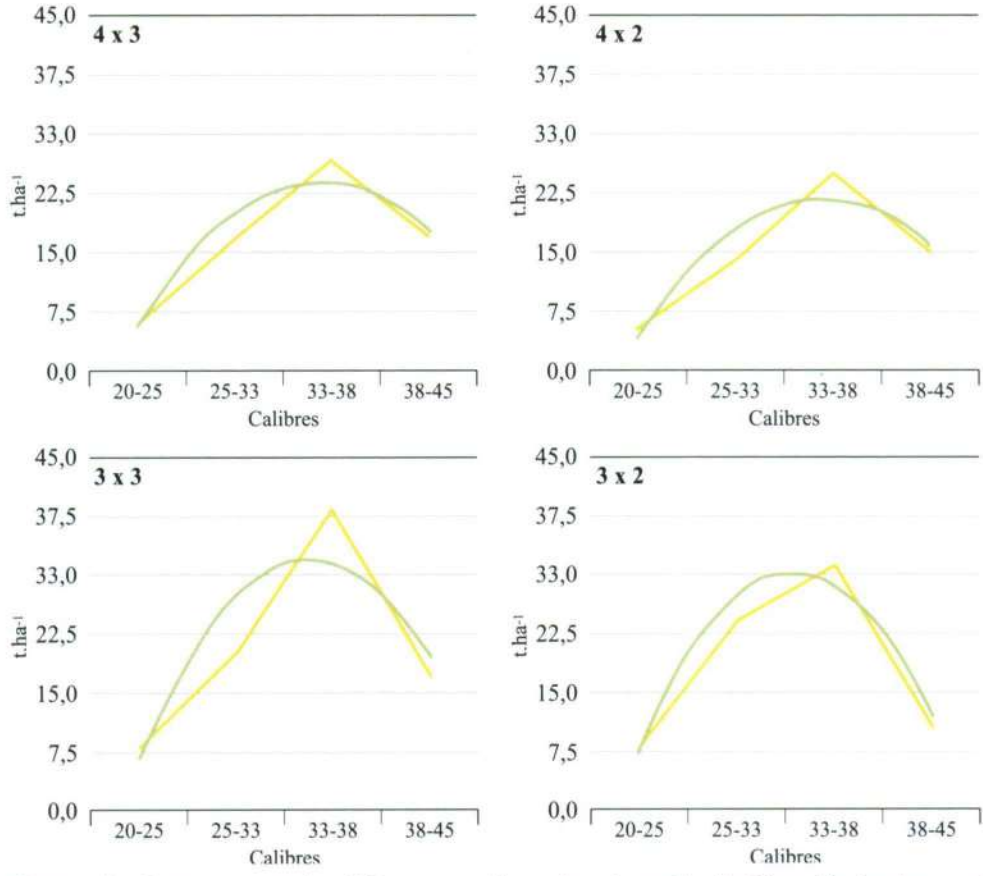


Figura 10. Reparto entre los diferentes calibres (mm) tras la clasificación hecha en el lavadero, según el marco de siembra