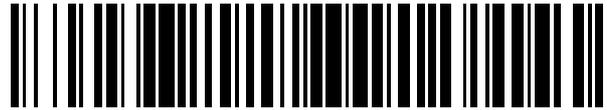


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 426 991**

51 Int. Cl.:

A01H 5/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.04.2005 E 05103316 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2013 EP 1597965**

54 Título: **Tipo de brócoli adaptado para facilitar la cosecha**

30 Prioridad:

19.05.2004 US 850077

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

28.10.2013

73 Titular/es:

**SEMINIS VEGETABLE SEEDS, INC. (100.0%)
800 N. Lindbergh Blvd.
St. Louis MO 63167, US**

72 Inventor/es:

**VAN DEN BOSCH, FRANCISCUS G.J.M. y
BOON, MEINARDUS P.**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 426 991 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Tipo de brócoli adaptado para facilitar la cosecha.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere al campo de la reproducción de plantas y al desarrollo de nuevas plantas, y más específicamente, se refiere al desarrollo de un tipo nuevo y distinto de brócoli para una cosecha más fácil. Se proporciona un nuevo tipo de crecimiento de plantas de brócoli, métodos de obtención de plantas de brócoli que presentan este tipo de crecimiento y métodos de cosecha de este tipo.

Antecedentes de la invención

El brócoli es autóctono de la región mediterránea, y se ha cultivado en Italia al menos desde tiempos del Imperio Romano. Era una verdura favorita en Roma cuando se desarrolló una variedad denominada de Calabria (que se originó en la zona de Calabria). Antes de que se cultivase la variedad de Calabria, los romanos comían un brécol de color púrpura que se volvía verde cuando se cocinaba.

Durante el siglo XVI, la popularidad del brócoli se extendió por toda Europa y se cultivó en los Estados Unidos a finales del siglo XVIII. Sin embargo, el brócoli no se convirtió en un cultivo comercialmente importante en los Estados Unidos hasta después de la Segunda Guerra Mundial. A finales del siglo XX, el brócoli se volvió popular en los Estados Unidos, y se ha promocionado recientemente por sus beneficios para la salud. Actualmente, los Estados Unidos son el mayor productor mundial de brócoli, comercializándose la mayor parte del brócoli cultivado en USA como producto fresco. Los principales estados productores de brócoli son California (con aproximadamente el 90 por ciento del cultivo), Arizona, Texas, y Oregón. También se cultiva brócoli a gran escala en España, el norte de Europa, América Central y Australia.

El brócoli es un miembro de la familia *Cruciferae*, como lo son la col, la coliflor, las coles de Bruselas, el colirrábano, los nabos, las mostazas y la col de China. La palabra brócoli procede de la palabra italiana "brocco", que significa ramificación, más particularmente, de la palabra *broccolo*, que es la forma en diminutivo de *brocco* y se refiere a brote de col. El brócoli es plural y se refiere a los numerosos vástagos en esta forma de *Brassica oleracea*.

Existen varios tipos de brócoli, siendo los más populares el brécol/brócoli italiano que incluye el tipo de Calabria, *Brassica oleracea* L. convar. *botrytis* (L.) Alef. var. *cymosa* Duch. (el nombre adoptado por la Oficina Comunitaria de Variedades Vegetales (CPVO, *Community Plant Variety Office*)).

El brócoli de cabeza presenta varios atributos que se atribuyen más comúnmente a la coliflor (siendo un ejemplo el tipo romanescu, que presenta una popularidad creciente). El verdadero tipo de Calabria es un tipo primitivo con muchas cabezas secundarias (con origen en las axilas de las hojas). Las cabezas también se dividen en partes más pequeñas, que no forman una cabeza sólida.

Otro brócoli, el grelo ("brócoli rabe" o "brócoli raab"), presenta cabezas de brotes de color verde sueltos (más como un brócoli suelto que una coliflor) que se cosechan y se comen como verduras junto con las hojas de alrededor.

Morfológicamente, la coliflor y el brócoli de cabeza son similares. La planta de brócoli, sin embargo, produce generalmente una cabeza de color verde con un tallo de ramilletes más largo y más delgado que la coliflor. Cuando se cosecha la cabeza terminal principal de una planta de brócoli, se inducen las yemas axilares más bajas en el tallo principal a desarrollarse en cabezas más pequeñas, que también pueden cosecharse. Gran parte de la reproducción de variedades modernas de brócoli se ha centrado en tipos de cabeza, que se han reproducido para producir una única cabeza grande en el eje de la planta, reduciendo el número de cabezas secundarias, aunque en algunas regiones tras la cosecha de la cabeza principal, todavía se cosechan cabezas secundarias, denominado a veces "brócoli espárrago".

Aunque el brócoli y la coliflor pueden estar muy estrechamente relacionados desde un punto de vista botánico, su contenido nutricional es bastante diferente. El brócoli es superior a la coliflor porque contiene el 60% más de vitamina C y 60 veces más caroteno. El brócoli es a una buena fuente de vitaminas C. Dependiendo de cómo se cocine, onza por onza, el brócoli cocinado presenta el 125% de vitamina C que una naranja fresca. También contiene vitamina A procedente de los carotenoides de color amarillo escondidos bajo la clorofila, cierta cantidad de hierro y vitaminas E y K (<http://www.innvista.com/health/foods/vegetables/broccoli.htm>). Además, el brócoli comprende glucosinatos anticarcinogénicos, tales como 4-metilsulfinilbutilo y/o 3-metilsulfinilpropilo, que pueden aumentarse a través de la reproducción o a través de la tecnología de ADN recombinante (véase el documento EP 1 069 819 B1).

La variedad de brócoli que se cultiva más comúnmente es Marathon, que muestra vigor de medio a bueno, con la altura de cabeza a aproximadamente 40-50 cm por encima del suelo, y la altura del dosel a aproximadamente 60-70 cm. La madurez es de media a tardía (70 días en verano desde la plantación), con cabezas secundarias presentes.

El color de la cabeza es gris/verde, formando la cabeza una forma de media cúpula. El ribete en las cabezas es fino, el diámetro del tallo es medio, algo sensible un tallo hueco, y la variedad presenta una resistencia intermedia a mildiú vellosa (*Peronospora parasitica*). Marathon es el mejor adaptado para el cultivo en la estación fría, (otoño, invierno) y la densidad de plantas varía entre 40.000 y 80.000 plantas por ha.

La mayor parte de variedades de brócoli crecen de la mejor manera en suelos bien drenados que conservan agua. En suelos arenosos, es importante la irrigación para un crecimiento óptimo de las plantas y para mantener un desarrollo apropiado de la cabeza principal y vástagos laterales. Las cabezas (la parte comestible del brécol) se desarrollan con relación a las temperaturas ambientales, y con el calor del verano, las cabezas de brócoli que maduran en julio pueden producir flores y semillas más rápidamente (de cuatro a seis días) que las que maduran en los periodos más fríos del otoño y la primavera.

Para considerarse de buena calidad, las cabezas de brócoli deben estar cerradas, ser de color verde oscuro y estar apretadas (sin que se muestren pétalos amarillos). Un color de cabeza uniforme, verde oscuro, es un rasgo deseable en el brócoli. Las cabezas de brócoli "verdean" según la cantidad de luz solar que alcanza la corona de las cabezas, siendo la corona la superficie superior de la cabeza de brócoli cubierta por los ramilletes. Las presentes variedades comerciales de brócoli de cabeza presentan todas un dosel alto que hace sombra a al menos partes de la cabeza, particularmente en el margen de la corona, dando como resultado amarilleo alrededor de los extremos exteriores de las cabezas de brócoli cosechadas, a veces provocando incluso un amarilleo extenso de ramilletes individuales en el centro de la corona.

El brócoli se planta normalmente en el intervalo de 30.000 a 40.000 plantas por hectárea, aunque en Norteamérica es común plantar el brócoli a una mayor densidad, de 40.000 a hasta 100.000 plantas por hectárea. A mayores densidades, las plantas de brócoli producirán cabezas más pequeñas. En común con otros cultivos de coles, el brócoli puede establecerse en el campo mediante siembra directa o mediante trasplante. Muchos factores, tales como el tipo de suelo, el contenido de materia orgánica y la humedad del suelo interaccionan para influir en la germinación y la emergencia. Puede cultivarse brócoli de manera más uniforme, así como más precoz, a partir de trasplantes producidos en cuñas o bandejas en un invernadero. Tales trasplantes pueden plantarse en el campo durante finales de abril, aunque las plantas deben aclimatarse antes de plantarse a la intemperie.

La parte comestible del brócoli son las cabezas sin abrir. Las cabezas de brócoli son susceptibles de presentar varios defectos que pueden relacionarse con aberraciones climáticas o de crecimiento, aunque algunos parecen estar relacionados con el cultivar. Pueden evitarse muchos defectos cosechando en la fase correcta de modo que las cabezas no maduren demasiado. Un cultivo tras la maduración mostrará un desarrollo floral avanzado, con amarilleo de las cabezas. Las plantas demasiado maduras también desarrollan comúnmente tallos fibrosos.

La cosecha en la fase correcta y la manipulación apropiada posteriormente son muy importantes con el brócoli, ya que es un producto perecedero. Por este motivo, la uniformidad de la madurez y la cosecha concentrada han sido las características más altamente deseadas en variedades de brócoli.

El brócoli cosechado se enfría a menudo con hielo empaquetado o un refrigerador con agua helado inmediatamente después de la cosecha. El brócoli que se enfría y se mantiene a 32°F (0°C) y una humedad relativa del 95 a 100 por cien puede almacenarse durante de 10 a 14 días. Si brócoli se almacena este largo tiempo, sin embargo, comenzará a perder su color verde oscuro y su firmeza, afectando a su valor comerciable.

Puesto que la cosecha es la operación de cultivo individual más cara, es imperativo que los costes se mantengan en un mínimo. La presente tendencia es cosechar sólo las cabezas terminales principales, habitualmente a mano. Se utilizan determinadas ayudas mecánicas para la cosecha, pero no se ha adoptado una cosecha mecánica completa. La utilización de híbridos modernos, más uniformes ha permitido a los agricultores completar la cosecha en dos o, como máximo, tres cortes manuales a través del campo.

En un estudio que revisa las prácticas de cosecha desde 1985-1990 en los Estados Unidos, se notificó que el tiempo requerido para cortar brócoli era del orden de 60 horas-hombre/ha. Se notificó que los costes globales para el corte/envasado/transporte/enfriamiento y venta eran de 2125 \$/ha, siendo el coste del corte solo de 500 \$/ha. Los requisitos de mano de obra para la cosecha son bastante superiores al 50% de los costes de mano de obra totales para cultivar brócoli.

La conversión de la cosecha manual a con máquinas del brócoli reduciría estos requisitos de mano de obra en gran medida. Sin embargo, en pruebas de diferentes cultivares, tiempos de trasplante, técnicas de cultivo y métodos de cosecha, un reciente estudio determinó que la cosecha mecánica de una vez de inflorescencias de brócoli, o cabezas, en comparación con la cosecha manual tradicional gradual (recoger repetidamente de 6 a 8 veces), da como resultado una reducción del rendimiento del orden del 49% al 60%, dependiendo de la variedad. Se propuso una combinación de cosecha manual para las cabezas primarias, seguido por una recogida mecánica de las cabezas secundarias como reducción de las pérdidas de rendimiento, aunque todavía era del orden de aproximadamente el 23% (Dellacecca, V. 1996, New agrotechniques to promote broccolo picking. Acta Hort. (ISHS) 407:347-352).

Ha habido esfuerzos destinados a la mejora del brócoli para producir variedades más adecuadas para la cosecha mecanizada. Un factor que limita la actuación de una cosechadora mecánica es el aspecto fenotípico de las variedades de brócoli y una falta de uniformidad en la madurez (Casada, J.H.; Walton, L.R.; Bader, M.J. (1988) Single pass harvesting of broccoli, Am Soc Agr Eng Microfiche Collect. (ficha nº 88-1041) pág. 11; Bon, T.A. (1997) Senior design project development of a non-selective broccoli harvester, American Society of Agricultural Engineers nº 97-1018, pág. 17). Generalmente, hay un intervalo de madurez aceptable más amplio para el procesamiento de brócoli en comparación con el brócoli para el mercado de productos frescos, que requiere un producto más uniforme (Shearer, S. A.; Jones, P. T.; Casada, J. H.; Swetnam, L. D. (1991). A cut-off saw mechanism for selective harvest of broccoli. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers 34 (4): 1623-1628.).

Por tanto, se ha identificado la selección de tipos de planta de brócoli apropiados para una uniformidad de madurez como un factor en el éxito de cualquier proyecto de cosechadora para brócoli (Bon, T.A., 1997). También podría facilitarse la cosecha de brócoli, o bien manual o bien con máquinas mediante un hábito de crecimiento alargado que dé como resultado la protrusión, o exención, de la cabeza por encima del nivel general del follaje del brócoli (Baggett, J.R., Kean, D., & Kasimor, K. (1995). Inheritance of internode length and its relation to head exertion and head size in broccoli, J. Am. Society of Hort Sci. 120 (2): 292-296).

Otro asunto es que en la cosecha, deben retirarse manualmente hojas de brócoli unidas a la cabeza cortada. Lograr esta tarea mecánicamente presenta otro obstáculo en el desarrollo de la mecanización total de la cosecha. (Casada J.H., Shearer, S.A. y P.T. Jones (1991) Development of a mechanized selective harvester for cole crops, Am Soc of Agr Engineers. Albuquerque, Nuevo México, 23-26 de junio de 1991, artículo nº 91 - 1018 , pág. 17). A este respecto, la incorporación de la defoliación mecánica de las plantas de brócoli en un diseño de cosechadora es un área que está sometiéndose a investigación, con la esperanza de que una implementación satisfactoria de una operación de defoliación en una cosechadora mejoraría la eficacia global de la cosecha y el envasado (Bon, T.A., 1997).

El desarrollo satisfactorio de la cosecha mecanizada mejoraría enormemente la eficacia global de la cosecha y el envasado (Bon, T.A., 1997). Sin embargo, los intentos de desarrollar una cosechadora de brócoli no han sido satisfactorios con los tipos de planta de brócoli de hoy en día, debido en parte a los muchos problemas simultáneos que deben superarse en la adaptación de plantas de brócoli para la mecanización. En un artículo, se presenta este problema como que requiere la selección de plantas con sus cabezas bastante por encima del suelo, con una posición de hojas más abierta, y con hojas que están bien separadas de (o no cubiertas por) la parte inferior de la cabeza. (Chou broccoli: La recolte mecanique devient possible, en UNILET Informations, nº 107-enero de 2001). Hasta la fecha, el desarrollo de una planta de tipo de brócoli que proporcione simultáneamente estas múltiples soluciones en un contexto comercialmente aceptable ha representado un problema insuperable para la comunidad de obtentores.

Aunque se han obtenido algunas plantas de brócoli con una "cabeza elevada" (RH, *raised head*) moderadamente, estas plantas presentan una gama de inconvenientes, especialmente la presencia de grandes hojas por debajo de la cabeza, lo que da como resultado sombra y amarilleo de la cabeza así como haciendo que no sea factible la cosecha mecánica, pérdida de rendimiento debida a menores pesos de cabeza (probablemente debido al tallo elevado que reduce la energía disponible para el desarrollo de inflorescencia) y a una falta de hábito de crecimiento uniforme.

Definiciones generales

"Tipo de crecimiento" o "tipo" se refiere a las características morfológicas (fenotípicas) de una planta, tal como altura global de planta, presencia/ausencia de hojas, tamaño y posición, altura de cabeza, tamaño/peso de cabeza, etc. Un "tipo de crecimiento adecuado para la cosecha mecánica al 100%" se refiere a una planta que presenta características en la madurez que permiten la cosecha mecánica al 100% (sin necesidad de defoliar el tallo de la cabeza cosechada).

"Cosecha mecánica al 100%" se refiere en la presente memoria a un método de cosecha de un campo de plantas de brócoli utilizando medios mecánicos (una cosechadora para cortar la cabeza terminal de brócoli en una posición preferentemente definida a lo largo del tallo sin hojas. En particular, se requiere que no haya defoliación de la cabeza cosechada y el tallo y sustancialmente que no haya pérdida de rendimiento, tal como se observa en la técnica anterior (véase anteriormente), se asocia con la cosecha mecánica. Los medios que implican el corte a mano (por ejemplo, incluso cuando se utiliza un cuchillo u objeto similar) están excluidos explícitamente en esta definición.

"Cabeza elevada" o "cabeza que sobresale" se refiere en la presente memoria a un tipo de crecimiento de planta, en el que la inflorescencia ("cabeza"; ramilletes con botones florales sin abrir) se desarrolla por encima del dosel foliar de la planta. La corona de la cabeza se eleva en al menos aproximadamente 5, 10, 15, 20, 25 centímetros o más por encima del dosel foliar. La "corona" se refiere a la parte más superior de la cabeza. "Por debajo de la cabeza" se refiere a la zona por debajo de la inflorescencia, es decir por debajo de los botones florales sin abrir, verdes.

Los términos “más alto que el dosel foliar” y “más alto que la hoja más superior del dosel foliar” se utilizan de manera intercambiable y se refieren a la zona por encima de la punta de la hoja más superior del dosel, si fuese a trazarse una línea horizontal por encima de las grandes hojas verdes en un campo.

5 “Sustancialmente sin hojas” o “sin hojas” se refiere a la ausencia de grandes hojas, mediante lo cual “grandes hojas” son hojas que presentan un área superficial de hoja de aproximadamente 20, 25, 30 centímetros cuadrados o más en la madurez. Un “tallo sustancialmente sin hojas” se refiere, por tanto, a un tallo sustancialmente que no presenta grandes hojas unidas al tallo en al menos un área de aproximadamente al menos 5, 10, 20, 25, 30 centímetros o más por debajo de la cabeza o al menos aproximadamente 15, 20, 25, 30, 40 cm o más por debajo de la corona.
10 Pueden estar presentes hojas o peciolo más pequeños, aunque en una realización preferida el tallo está completamente libre de cualquier hoja y/o peciolo en la zona visible por encima del dosel foliar. Se observa que el tallo sin hojas puede estar parcialmente rodeado de manera visible por hojas del dosel, mediante lo cual estas hojas están unidas, sin embargo, al tallo en una posición más baja (más cerca del suelo). Cuando se corta el tallo sin hojas, se cortarían estas hojas, pero dado que no están unidas al tallo, no interfieren en la cosecha mecánica (no es necesaria la defoliación de la cabeza cosechada y el tallo).
15

El término “planta de brócoli” se refiere una plantas de brócoli en general [especie *Brassica oleracea* L. convar. *botrytis* (L.) Alef. var. *cymosa* Duch.], es decir abarca variedades de brócoli, líneas de reproducción, líneas endogámicas, híbridos, etc.

20 Una “variedad” se utiliza en la presente memoria de conformidad con la convención de la UPOV y se refiere a una agrupación de plantas dentro de un único taxón botánico del menor rango conocido, pudiendo definirse esa agrupación mediante la expresión de las características que resulta de un genotipo dado o una combinación de genotipos, que puede distinguirse de otra agrupación de plantas mediante la expresión de al menos una de dichas características y se considera como una unidad con respecto a su idoneidad para propagarse inalterada (estable).
25

“Uniformidad” se refiere a un campo de plantas que son uniformes en su aspecto fenotípico y su desarrollo, especialmente con respecto a la madurez de la planta, altura de cabeza, tallo sin hojas, ausencia de amarilleo de la cabeza, etc. Las plantas cosechadas también serán, por tanto, uniformes en cuanto a madurez, aspecto, vida útil de almacenamiento, firmeza, etc. Obviamente, la uniformidad no excluye cierto grado de variación de una planta a otra, pero la variación de un cultivo uniforme es mínima. Dependiendo del rasgo medido, la variación media de una planta a otra de un campo es preferentemente menor que el 10%, el 5%, el 4%, el 3%, el 2%, más preferentemente menor que el 1%. Además, la cosecha mecánica permitirá que esté presente una longitud del tallo uniforme (predeterminada) en el producto de brócoli cosechado.
30
35

“Amarilleo” o “alteración del color” se refiere a la presencia de botones florales amarillos en la cabeza (por ejemplo, alrededor de los márgenes de la corona) o en los ramilletes individuales (racimos de botones florales) como resultado del sombreado. Una cabeza o un ramillete que comprende “sustancialmente sin amarilleo” o “la ausencia de amarilleo” se refiere a una cabeza o un ramillete que presenta menos del 10%, preferentemente menos del 5%, más preferentemente menos del 2,5%, lo más preferentemente sin amarilleo en la madurez (es decir, en la cosecha).
40

“Vida útil de almacenamiento” se refiere al periodo de tiempo tras la cosecha durante el que las plantas (la cabeza y/o el tallo) pueden almacenarse sin pérdida de calidad, tal como alteración del color y pérdida de firmeza. La vida útil de almacenamiento depende de la constitución genética de la planta y las condiciones de almacenamiento tales como temperatura, humedad relativa, luz, etc. A cero grados centígrados y una humedad relativa del 95-100%, la vida útil de almacenamiento es preferentemente de al menos 10 días, más preferentemente de al menos 13, 14, 15 días o más.
45

50 Una “planta cosechada” o “brócoli cosechado” o “cabeza cosechada” se refiere a la cabeza de brócoli cortada, que comprende parte o la totalidad de la parte de tallo sin hojas. Preferentemente, la cosechadora puede fijarse para cortar una altura específica (distancia en cm) por encima del terreno, de modo que la longitud del tallo sin hojas unido a la cabeza cosechada puede predeterminarse y ser uniforme para el cultivo cosechado (el tallo sin hojas presente puede ser, por ejemplo, de 5, 10, 15, 20, 25 cm de largo o más).
55

La referencia a un elemento mediante el artículo indefinido “un/o” o “una” no excluye la posibilidad de que esté presente más de un elemento, a menos que el contexto requiera claramente que haya uno y sólo uno de los elementos. El artículo indefinido “un/o” o “una” significa por tanto habitualmente “al menos uno”.

60 El término “que comprende” ha de interpretarse como que especifica la presencia de las partes, etapas o componentes establecidos, pero no excluye la presencia de una o más las partes, etapas o componentes adicionales. Una planta que comprende un determinado rasgo puede comprender, por tanto, rasgos adicionales.

65 Siempre que se hace referencia a plantas según la invención, se entiende que también están englobados en la presente memoria partes de planta (células, tejidos, semillas, partes cortadas tales como cabezas y/o tallos), progenie de las plantas que conservan las características distintivas de las líneas parentales (especialmente, la

cabeza elevada y el tallo sin hojas), tales como semillas obtenidas mediante autofecunda, por ejemplo semillas híbridas (obtenidas mediante cruzamiento de dos líneas parentales endogámicas), plantas híbridas y partes de planta derivadas de las mismas, a menos que se indique lo contrario.

5 **Sumario de la invención**

10 La presente invención proporciona una planta de brócoli que comprende una cabeza que sobresale y que presenta una corona más alta que el dosel foliar y que presenta un peso de al menos aproximadamente 200 gramos cuando se planta a una densidad de 40.000 plantas por hectárea, caracterizada porque dentro de al menos 25 centímetros de la corona dicha planta no produce hojas o peciolo que presenten cada uno un área superficial mayor que aproximadamente 30 centímetros cuadrados, siendo la planta una progenie de semilla de una planta de brócoli endogámica designada como 970195, habiéndose depositado una muestra de tal semilla como NCIMB 41216. La planta está adaptada para la facilidad de cosecha, con los rasgos de una cabeza que sobresale y que presenta una corona, o la parte superior de la cabeza del brócoli, que es más alta que el dosel foliar y una cabeza cosechable de al menos aproximadamente 200 gramos cuando se planta a una densidad de 40.000 plantas por hectárea, cuando la cabeza cosechable comprende los 25 centímetros superiores del tallo, medido desde la corona hasta el punto de corte en el tallo.

20 La invención proporciona además (un conjunto uniforme de) plantas de brócoli cosechadas (cabeza y/o tallo) producidas mediante y cosechadas de tales plantas de brócoli.

25 Además, se proporcionan semillas para cultivar tales plantas, así como semillas obtenidas a partir de cruzamiento y/o autofecundación de tales plantas, mediante lo cual las plantas cultivadas a partir de las semillas comprenden una cabeza elevada y un tallo sustancialmente sin hojas. En una realización, se proporcionan semillas de brócoli híbridas y plantas híbridas que comprenden una cabeza elevada y un tallo sustancialmente sin hojas. En otra realización, se proporcionan plantas y semillas de brócoli endogámicas que comprenden, cuando se hayan cultivado, una cabeza elevada y un tallo sustancialmente sin hojas. Asimismo, se proporciona brócoli cosechado obtenido mediante cosecha mecánica de un campo de tales plantas.

30 En una realización preferida, las plantas de brócoli presentan un rasgo sin hojas a lo largo del tallo, de manera que dentro de 25 centímetros de la corona, la planta no produce sustancialmente hojas o peciolo que presenten un área superficial mayor que aproximadamente 30 centímetros cuadrados, más preferentemente no mayor que aproximadamente 20 centímetros cuadrados.

35 En una realización mejorada adicional, la planta de brócoli no produce sustancialmente hojas o peciolo dentro de 25 centímetros de la corona que presenten un área superficial mayor que aproximadamente 10 centímetros cuadrados, siendo lo más preferido que una planta de este tipo no produzca sustancialmente hojas ni peciolo dentro de 25 centímetros de la corona.

40 Puede evaluarse el área superficial de hojas o peciolo o medirse manualmente o utilizar dispositivos electrónicos, tales como dispositivos para realizar mediciones del índice de área de hoja, por ejemplo el analizador de dosel de plantas LAI-2000 proporcionado por LI-COR Inc. (<http://www.licor.com>).

45 En otra realización preferida, la corona de la planta de brócoli sobresaldrá al menos aproximadamente 10 centímetros respecto a la hoja más superior del dosel, más preferentemente al menos aproximadamente 15 centímetros más alta que la hoja más superior del dosel, y lo más preferido al menos aproximadamente 25 centímetros más alta (o más) que la hoja más superior del dosel.

50 En una realización preferida, la planta de brócoli produce una cabeza cosechable de al menos aproximadamente 250 gramos, más preferentemente al menos aproximadamente 350 gramos.

55 En una realización preferida diferente, la planta de brócoli produce una cabeza cosechable de al menos aproximadamente 120 gramos cuando se planta a una densidad de 80.000 plantas por hectárea, más preferentemente de al menos aproximadamente 150 gramos, y lo más preferentemente de al menos aproximadamente 200 gramos cuando se ha cultivado esa densidad.

60 La invención también proporciona una pluralidad de plantas de brócoli de este tipo cultivadas en un campo de brócoli. En una realización preferida, sustancialmente todas las plantas maduran al mismo tiempo, y más preferentemente todas las plantas maduras crecen hasta sustancialmente la misma altura, es decir las plantas son uniformes en cuanto a la altura global, el tiempo hasta la maduración y los fenotipos de cabeza elevada y tallo sin hojas.

65 Las plantas de la presente invención puede obtenerse mediante un método de producción de un cultivo de brócoli que comprende la etapa de hacer crecer una pluralidad de plantas de brócoli y cosechar las cabezas de las plantas de brócoli mediante medios mecánicos, mediante lo cual las plantas se caracterizan porque presentan una cabeza que sobresale y que presenta una corona más alta que el dosel foliar y una cabeza cosechable de al menos

aproximadamente 200 gramos cuando se planta a una densidad de 40.000 plantas por hectárea, en el que la cabeza cosechable comprende los 25 centímetros superiores del tallo, medido desde la corona, y en el que los medios mecánicos comprenden medios para cortar las cabezas y opcionalmente medios para recolectar las cabezas cortadas.

5 En una realización preferida, la planta de brócoli produce una cabeza de color verde uniformemente que no presenta sustancialmente amarilleo alrededor del margen de los ramilletes, del orden de aproximadamente el 10% o menos de cualquier superficie de ramillete que muestre un cambio de verde uniforme a amarillo.

10 Los medios mecánicos pueden comprender además medios para agarrar las cabezas y guiar las cabezas hasta los medios de corte, más preferentemente los medios de corte guiados a través de la pluralidad de plantas de brócoli a una altura sustancialmente constante por encima del suelo.

15 Se proporcionan preferentemente en una combinación medios y medios de recolección, para hacer avanzar los medios de corte a través de la pluralidad de plantas de brócoli.

20 El fenotipo de cabeza elevada y tallo sin hojas también puede transferirse a toras plantas de brócoli, tales como diversas variedades de brócoli. La invención no se limita a una variedad de brócoli particular, sino que puede aplicarse esencialmente a todas variedades de brócoli. Se proporcionan tanto plantas endogámicas como plantas híbridas que presentan los rasgos según la invención.

25 La invención también proporciona una semilla de planta de brócoli según la invención y cualquier planta o parte de planta o progenie derivada de las mismas: semilla de una planta de brócoli endogámica designada como 970195, habiéndose depositado una muestra de tal semilla como NCIMB 41216, que presenta una fecha de depósito del 28 de abril de 2004. Se describen además en la presente memoria plantas o partes de planta o progenie derivadas de las mismas: la planta endogámica designada como 932779, habiéndose depositado una muestra de tal semilla según el Tratado de Budapest en el NCIMB (Aberdeen, Escocia) con el número de registro NCIMB 41218, que presenta una fecha de depósito del 28 de abril de 2004; semilla de una planta de brócoli endogámica designada como 970249, habiéndose depositado una muestra de tal semilla con el número de registro NCIMB 41219, que presenta una fecha de depósito del 28 de abril de 2004.

30 La invención proporciona además una semilla de brócoli híbrida que presenta como o preferentemente ambas líneas parentales una planta endogámica según la invención, por ejemplo una planta hecha crecer a partir de la semilla depositada (o progenie por tanto, obtenida por ejemplo mediante autofecundación), así como una planta de brócoli, o partes de la misma, producida a partir de la semilla híbrida.

35 También se describen en la presente memoria la semilla de una planta híbrida de brócoli designada como SVR 4, habiéndose depositado una muestra de tal semilla con el número de registro NCIMB 41214, que presenta una fecha de depósito del 28 de abril de 2004; la semilla de una planta híbrida de brócoli designada como SVR 1, habiéndose depositado una muestra de tal semilla con el número de registro NCIMB 41215 (SVR 1), que presenta una fecha de depósito del 28 de abril de 2004; y la semilla de una planta híbrida de brócoli designada como SVR 5, habiéndose depositado una muestra de tal semilla con el número de registro NCIMB 41217 (SVR 5), que presenta una fecha de depósito del 28 de abril de 2004.

40 En una realización preferida de este tipo, la invención proporciona una pluralidad de plantas de brócoli de este tipo en un campo de brócoli plantado, así como cabezas de brócoli y/o tallos cosechados de un campo de este tipo. El conjunto de plantas cosechadas es uniforme en peso, longitud del tallo y otros rasgos.

45 La invención incluye además plantas de brócoli de este tipo, o partes de las mismas, que se han modificado adicionalmente, pero que conservan las características distintivas según la invención. Por ejemplo, pueden transformarse para contener uno o más transgenes unidos operativamente a elementos reguladores funcionales en una planta de brócoli o pueden mutarse utilizando métodos conocidos en la técnica (tratamiento químico o con radiactividad). Alternativamente, pueden someterse a introgresión uno o más rasgos adicionales utilizando métodos de reproducción conocidos.

50 La invención incluye una progenie de las plantas según la invención que conservan al menos las características fenotípicas (tipo de crecimiento) que hacen que puedan cosecharse mecánicamente al 100%, tal como la progenie obtenida mediante autofecundación, cruzamiento, retrocruzamiento o líneas doble haploides obtenidas a partir de las plantas de la invención, etc.

55 Las características que hacen que una planta de brócoli sea cosechable al 100% son la cabeza elevada, el tallo sin hojas tal como se ha descrito. Preferentemente, estas características se asocian con pesos de cabeza de brócoli de al menos aproximadamente 200 g, 250 g, 300 g, o más a 40.000 plantas/ha o de al menos aproximadamente 120 g, 130 g, 140 g, 150 g, 200 g o más a 80.000 plantas/ha.

60 Un "peso de cabeza" puede determinarse fácilmente haciendo crecer las plantas hasta madurez a la densidad

apropiada (por ejemplo, 80.000 ó 40.000 plantas/hectárea) y luego cortando la cabeza a aproximadamente 16 cm desde la corona y pesando la parte cortada.

5 También se dan a conocer en la presente memoria células, cultivos celulares, tejidos, órganos, polen, microsporas, óvulos o cultivo tisular derivados de plantas o semillas de brócoli de la invención. El cultivo tisular comprende células o protoplastos de un tejido de cualquier célula vegetal, tales como células de hojas, polen, embriones, raíces, puntas de raíz, anteras, flores, frutos y semillas, u otras partes de la planta así como una planta de brócoli regenerada a partir de tal cultivo tisular.

10 **Descripción detallada de la invención**

Los términos técnicos o científicos utilizados en la presente memoria presentarán el significado habitual aceptado por los expertos en la técnica, a menos que se defina de diferente manera en la presente memoria. Pueden hallarse descripciones de términos botánicos en numerosos textos sobre el tema. véase, por ejemplo Hickey, M., y King, C., (2001). Cambridge Illustrated Glossary of Botanical Terms, Cambridge, R.U.: Cambridge University Press.

La presente invención proporciona plantas de brócoli que presentan un tipo de crecimiento novedoso, haciendo que estas plantas sean adecuadas para la cosecha mecánica al 100%. El tipo de crecimiento novedoso se ilustra en las figuras no limitativas. La figura 1 muestra una planta de brócoli convencional de la línea General (Seminis Seeds). La figura 2 muestra una planta de brócoli preparada en los ejemplos (en este caso, la planta híbrida SVR1). Las plantas en la figura 1 y la figura 2 se cultivaron en un ensayo en campo en condiciones similares. En las figuras 1 y 2, las hojas orientadas hacia la cámara se han cortado para revelar de la mejor manera el hábito de crecimiento de las plantas respectivas. Tal como puede observarse, el tipo de crecimientos de estas dos plantas de brócoli difieren significativamente en la cabeza elevada y el tallo sin hojas.

Los componentes de una cabeza cosechada de brócoli comprende los racimos de ramilletes, cuyas partes superiores forman una superficie superior, de color verde oscuro y generalmente convexa, también denominada en la presente memoria como la corona. Comúnmente, se cosecha una región del tallo que soporta los racimos de ramilletes con el brócoli, y forma una parte de la cabeza de brócoli comestible.

En una realización, la invención proporciona plantas (por ejemplo, plantas endogámicas y/o híbridos), adaptadas para la cosecha mecánica al 100%, que combinan el hecho de sobresalir mucha cabeza (cabeza elevada) con una falta de desarrollo de hojas en el tallo por debajo de la cabeza (cualidad sin hojas; véase la figura 2) y preferentemente también un peso de cabeza mínimo (véase anteriormente). Aunque en la técnica anterior algunas plantas de brócoli, tales como las variedades Caravel y Corvet, presentan una cabeza algo elevada, estas plantas todavía presentan grandes hojas prevalentes unidas al tallo directamente por debajo de la cabeza. Por tanto, no presentan un tallo sin hojas. También hay variedades de brotes de color púrpura con cabezas elevadas tupidas, que presentan de nuevo muchas hojas en el tallo por debajo de la cabeza. Debido a la presencia de hojas en el tallo, las plantas de la técnica anterior son pueden cosecharse mecánicamente al 100%, ya que se requeriría la posterior defoliación del tallo y se producirían pérdidas de rendimiento sustanciales durante la cosecha.

El tipo de brócoli descrito en la presente memoria hace posible cosechar mecánicamente un campo de brócoli, con el rasgo de una planta de brócoli que presenta la cabeza elevada por encima del dosel de la planta combinado con una ausencia sustancial de hojas y folíolos a lo largo del tallo inmediatamente por debajo de la cabeza. Las plantas según la invención también muestran uniformidad tanto para la madurez como la altura, y producirán cabezas comercialmente aceptables.

Un método de cultivo y cosecha de un campo uniforme de plantas de brócoli que comprenden una cabeza elevada y un tallo sin hojas por debajo de la cabeza comprende las etapas de plantar semillas o trasplantar plántulas de plantas según la invención en un campo, hacer crecer las plantas hasta que sean adecuadas para la cosecha y cosechar la cabeza terminal del brócoli y una parte predeterminada del tallo sin hojas utilizando una cosecha mecánica al 100%. Opcionalmente, se proporcionan medios de recolección del brócoli cortado, almacenamiento y/o clasificación y/o envasado del brócoli cosechado. Preferentemente, el producto del método es un brócoli cosechado fresco listo para la venta o distribución a supermercados, tiendas de comestibles, etc. Alternativamente, el brócoli cosechado puede procesarse.

Puede utilizarse una cosechadora especialmente adaptada para la cosecha de los tipos con la cabeza que sobresale mucho, con medios de corte (por ejemplo, una o más cuchillas) previstos para cortar las cabezas en un punto predeterminado a lo largo de los tallos y por encima del dosel, y opcionalmente medios para recolectar y transportar las cabezas cortadas.

El brócoli convencional presenta normalmente grandes hojas y peciolos que crecen hacia fuera del vástago hasta y justo por debajo de la cabeza. Las plantas mejoradas presentan sólo unas cuantas hojas muy pequeñas en las mismas posiciones por debajo de la cabeza.

Un método de transferencia del tipo de crecimiento según la invención a otras plantas de brócoli utiliza técnicas de

reproducción convencionales y de selección de la progenie que conserva el tipo de crecimiento de las líneas parentales, es decir que conservan al menos los rasgos que hace que las plantas puedan cosecharse mecánicamente al 100%. Como líneas parentales, por ejemplo, pueden utilizarse plantas tales como las depositadas en el NCIMB, o derivados de las mismas que conservan los tipos de crecimiento de estas plantas.

- 5 El método comprende:
- obtener una planta de brócoli (o semilla de planta) que puede cosecharse mecánicamente al 100%, es decir que comprende ambos rasgos de cabeza que sobresale y tallo sin hojas
 - 10 - cultivar dicha planta (o semilla) hasta la floración
 - cruzar la planta con una planta de brócoli que no puede cosecharse mecánicamente al 100% (es decir, que carece del rasgo de cabeza que sobresale y/o tallo sin hojas)
 - 15 - opcionalmente cruzar adicionalmente con la progenie del cruzamiento anterior
 - examinar la progenie del/de los cruzamiento(s) anterior(es) para un rasgo de cabeza exerta y/o tallo sin hojas, evaluando la altura de cabeza, la presencia de hojas en el tallo y/o el área superficial de hojas en el tallo, y
 - 20 - seleccionar las plantas que pueden cosecharse al 100% (es decir, comprenden al menos la combinación de rasgos de cabeza que sobresale y tallo sin hojas presentes en la línea parental y tal como se definieron).

25 El examen implica una o más etapas técnicas, por ejemplo tomar mediciones manuales y/o visuales. Opcionalmente el método comprende además etapas de examen tales como pesar las cabezas cortadas y/o evaluar el amarilleo en la madurez, seguido por la selección de plantas con características deseadas de peso de cabeza y/o color.

30 Un método de producción de plantas híbridas de brócoli que pueden cosecharse mecánicamente al 100% implica cruzar dos plantas (preferentemente, endogámicas) según la invención y cosechar las semillas híbridas. Las semillas obtenidas mostrarán, cuando se hayan hecho crecer, el tipo de crecimiento novedoso, en particular la cabeza elevada y el tallo sin hojas tal como se definieron. En una realización, el método comprende las etapas de plantar filas de líneas parentales masculinas y femeninas de plantas endogámicas según la invención en un campo, hacer crecer las plantas hasta que se haya producido la floración y la formación de semillas, y cosechar la semilla híbrida de la fila de líneas parentales femeninas. El método impide preferentemente que se produzca cualquier autopolinización de las líneas parentales femeninas con el fin de obtener semillas híbridas puras al 100% (véase a continuación).

40 El desarrollo de híbridos de brócoli comerciales implica el desarrollo de líneas parentales endogámicas homocigotas a través de técnicas bien conocidas en la técnica. Generalmente, se combinan dos o más fuentes de germoplasma o acervos genéticos para desarrollar plantas híbridas superiores. Se desarrollan las líneas parentales o endogámicas deseada mediante selección continua, seguido con varias generaciones de autofecundación hasta que las líneas son suficientemente uniformes. Alternativamente, pueden utilizarse cultivos de anteras o microsporas (seguido por duplicación cromosómica para producir líneas dobles haploides, también denominadas líneas "DH") seguido por la selección de las mejores líneas de reproducción y las pruebas de la progenie en diversas combinaciones de híbridos.

50 Una vez que se han identificado las líneas endogámicas que proporcionan la mejor actuación híbrida, puede producirse una semilla híbrida indefinidamente, siempre que se mantengan la homogeneidad y la homocigosis de las líneas parentales endogámicas. El término "planta de brócoli endogámica" también incluye cualquier conversión génica individual de esa planta endogámica. El término "planta con conversión génica individual" tal como se utiliza en la presente memoria se refiere a aquellas plantas de brócoli que se desarrollan mediante una técnica de reproducción de plantas denominada retrocruzamiento en la que se recuperan esencialmente todas las características morfológicas y fisiológicas deseadas de una planta endogámica además del gen individual transferido desde la línea parental donadora a la planta endogámica a través de la técnica de retrocruzamiento.

60 Para la producción de semillas híbridas a gran escala, pueden utilizarse diferentes sistemas de polinización cruzada, basado en la autoincompatibilidad, o, alternativamente, androesterilidad citoplasmática (AEC). Estas técnicas se conocen bien en la técnica. El aumento a gran escala de las líneas parentales híbridas (líneas parentales endogámicas) se realiza mediante autopolinización, facilitado cuando sea necesario aumentando la concentración de CO₂ para superar la autoincompatibilidad, o la polinización de yemas utilizando mano de obra. Tal aumento a gran escala de líneas endogámicas se realiza de la manera más común en un invernadero o casa de plástico. Esta práctica de producción de semillas de líneas parentales conduce a una semilla de buena calidad y al control de enfermedades. Las plantas de brócoli endogámicas según la invención incluyen, por ejemplo, los tipos de brócoli 970192 (figura 4), 932779, 970249, PLH42 (figura 5) y 970195 y semillas o derivados de los mismos. La figura 3 proporciona un árbol genealógico que sigue las selecciones realizadas en el desarrollo de 970195.

5 La semilla híbrida comercial se produce en campo abierto mediante la plantación intercalada de filas de la línea parental semillera (femenina) y la línea parental polínifera (masculina), en la que la autoincompatibilidad o AEC de la línea parental semillera impide la autopolinización y garantiza la cosecha de la semilla F1 híbrida, en métodos bien conocidos en la técnica. El método para producir una semilla híbrida implica, por tanto, en una realización, el crecimiento de filas de líneas parentales masculinas y femeninas que presentan el tipo de crecimiento novedoso y la cosecha de las semillas híbridas a partir de las filas de líneas parentales femeninas.

10 Para la producción de semillas híbridas de brócoli, el sistema moderno utiliza AEC que se sometió a introgresión en *Brassica oleracea* de rábano (Ogura, H. (1968). Studies on the new male sterility in Japanese radish, with special reference to the utilization of this sterility towards practical raising of hybrid seed. Mem Fac Agric Kagoshima Univ. 6: 39-78).

15 Por tanto, también se proporcionan plantas de brócoli endogámicas según la invención que es estéril como línea masculina y es adecuada para utilizarse como línea parental femenina en la producción de semillas híbridas. En una realización, las plantas de brócoli endogámicas son estériles como línea masculina debido a androesterilidad citoplasmática, por ejemplo AEC de Ogura o AEC de polima. Tales plantas pueden obtenerse tal como se conoce en la técnica. En otra realización, la planta según la invención es estéril como línea masculina debido a uno o más transgenes que confieren androesterilidad que se integran en su genoma, tal como se describe por ejemplo en los documentos EP 0.344.029 o US 6.509.516 o en el documento US 5.789.566.

20 La línea parental de brócoli con una cabeza que sobresale presenta ha mostrado uniformidad y estabilidad para todos los rasgos. Las líneas parentales se han mantenido mediante polinización de yemas (en caso de autoincompatibilidad de las líneas parentales híbridas de las tres líneas homocigotas depositadas), o en caso de líneas parentales semilleras con AEC semilla polinizadas por su línea mantenedora, y plantado para un número suficiente de generaciones, con atención cuidadosa a la uniformidad del tipo de planta, para garantizar homocigosis y estabilidad fenotípica.

30 El tipo de brócoli que sobresale porta la cabeza bastante por encima del dosel. El brócoli no presenta además grandes hojas en la zona del tallo que está inmediatamente por debajo de la cabeza, y de modo que puede cosecharse a nivel del tallo de manera que está libre de la interferencia de las hojas, incluyendo los peciolo, lo que no sólo facilita la cosecha manual sino que hace posible una cosecha mecánica de una vez eficaz del cultivo, en ambos casos ahorrando costes de mano de obra. El brócoli convencional sólo puede cosecharse manualmente, haciendo que conlleve mucho tiempo y sea costoso ya que el producto se asienta de forma profunda en el cultivo y las hojas deben separarse además manualmente del tallo.

35 El brócoli proporciona uniformidad en otros rasgos que maximizarán el rendimiento de la cosecha de una vez, incluyendo características del momento de la maduración y crecimiento del brócoli en la planta, así como el rasgo de la cabeza que sobresale (cabeza elevada). La totalidad de la cabeza y/o los ramilletes de la línea endogámica de brócoli designada como 970192 (plh26/plh33), mostrada en la figura 4, demuestran estos rasgos.

40 Una ventaja adicional de las nuevas plantas es la uniformidad de color, es decir, que las plantas de brócoli producen cabezas que sobresalen del dosel y están expuestas a la luz solar en un grado mayor y más constante que para las plantas de brócoli convencionales, dando como resultado un color verde oscuro de manera uniforme para el producto, sustancialmente sin amarilleo alrededor del margen de la corona. El dosel reducido significa que la luz puede alcanzar mejor todos los lados de las cabezas, así como los ramilletes individuales, que se vuelven de color verde uniformemente tras la formación de los ramilletes, en lugar de ser verdes con bordes amarillos como es el caso con el brócoli convencional cuyo dosel foliar hace sombra alrededor de los bordes. Esto es una característica muy deseada por procesadores de brócoli.

50 Sustancialmente sin amarilleo, significa que las cabezas cosechadas, incluso cuando se observan desde un lateral, muestran un color verde oscuro uniforme, con muy poco o ningún o aclaramiento o amarilleo en los bordes de la corona en su totalidad. Esto también es cierto para ramilletes individuales, que presentan un amarilleo enormemente reducido alrededor de los márgenes de ramillete. Se ha observado que para las cabezas de brócoli producidas por las plantas que presentan el rasgo de cabeza que sobresale, que menos de aproximadamente el 10%, preferentemente menos del 5%, de cualquier ramillete mostrará un cambio de un verde uniforme a amarillo en los márgenes.

60 El grado de amarilleo puede evaluarse, por ejemplo, visualmente y se compara preferentemente con plantas de control adecuadas, tales como plantas de la técnica anterior que carecen del rasgo de cabeza que sobresale.

65 Una planta de brócoli regenerada a partir de un cultivo tisular de una planta endogámica o híbrida de la presente invención hace uso de métodos que se conocen bien en la técnica para la regeneración en cultivo tisular de brócoli, y además que tales métodos pueden usarse para la regeneración *in vitro* de brócoli o brócoli transformado (véase, por ejemplo, la patente estadounidense número 5.188.958, Moloney, *et al.*, 23 de febrero de 1993).

El desarrollo del tipo de brócoli con cabeza que sobresale comenzó como un esfuerzo por desarrollar plantas de brócoli para una cosecha manual o mecánica más fácil en combinación con buena adaptación hortícola. Para la cosecha manual o con máquinas, el objetivo era un hábito de crecimiento alargado del tallo principal que porta la cabeza de brócoli y la protrusión por encima del dosel foliar. Este carácter se define como cabeza que sobresale. Otras características que se creía que eran importantes para la facilidad de cosecha eran la altura de cabeza, junto con peciolos de hoja cortos, facilitando que la cabeza sobresalga por encima del dosel. Otro carácter seleccionado fue la uniformidad de la altura de cabeza.

Leyendas de las figuras

La figura 1 muestra el hábito de crecimiento típico de una línea de brócoli convencional, General, de Seminis Seeds.

La figura 2 muestra el hábito de crecimiento de la línea híbrida SVR1.

La figura 3 es una genealogía que muestra el desarrollo de la planta de brócoli de la invención designada como 970195.

La figura 4 muestra la planta de brócoli endogámica designada como 970192.

La figura 5 muestra la planta de brócoli endogámica designada como PLH42.

La figura 6 muestra la planta híbrida de brócoli designada como SVR 1.

La figura 7 muestra la planta híbrida de brócoli designada como SVR 4 que crece en un campo.

La figura 8 muestra las plantas híbridas de brócoli designada como SVR 5 que crece en un campo.

Los siguientes ejemplos pretenden ilustrar pero no limitar la invención.

Ejemplos

Ejemplo 1 - Desarrollo de plantas

Estaban disponibles tanto líneas de investigación privadas como públicas disponibles que presentaban un rasgo de cabeza elevada (RH). Por ejemplo, el programa de reproducción de brócoli de la Universidad del Estado de Oregón (OSU) presentaba líneas con una cabeza elevada moderada, y se obtuvieron varios registros del programa de reproducción de la OSU. Estas líneas se designaron como OSU-102 y OSU-111. Estos registros produjeron un escaso tamaño de cabeza, escasa calidad de cabeza, generalmente, y hojas en el tallo justo por debajo de la cabeza que producían tales líneas no adecuadas como líneas parentales para híbridos comercialmente viables. La selección de mejores rasgos de cabeza elevada y mayores longitudes de entrenudo condujo sistemáticamente a menores pesos de cabeza (Baggett, *et al.*, 1995). La presente invención ha encontrado una solución a este problema, tal como se describe adicionalmente en la presente memoria.

Los registros privados seleccionados al comienzo del proyecto de reproducción se designaron como DH-MRE-7, DH MRD1-1, GM1-6, B19, DH E-47, EC-2, SH2, EC-2, SH-2, DH M-84, HCH, GB-7, HBH-6 y DH GV-37. Todas las líneas eran líneas parentales selectas desarrolladas en el programa de reproducción de Seminis, que se usaron para la producción de híbridos comerciales desde los años 1970. Estas líneas se eligieron al menos parcialmente para compensar los defectos observados de las características hortícolas de las líneas de la OSU.

Más específicamente, las líneas privadas presentaban muy buena capacidad de combinación general, resistencia a la enfermedad, particularmente al mildiú veloso (*Peronospora parasitica*), ya mostraban rasgos de RH razonablemente buenos, hojas cortas alrededor de la cabeza, buena altura de cabeza y uniformidad de la altura de cabeza, así como resistencia a la podredumbre blanda bacteriana (bacterias *Erwinia* y *Pseudomonas*). Las principales características de cada una de estas líneas se resumen en la tabla 1, a continuación.

Tabla 1

Número de registro o línea	Descripción
OSU-102	Comparar con OSU-111, un poco más de vigor
OSU-111	Planta pequeña, RH medio, hojas en el tallo, grano grande
DH-MRE-7	Resistente a mildiú veloso, buen grano
DH MRD1-1	Resistente a mildiú veloso, buen grano

Número de registro o línea	Descripción
GM1-6	Cabeza elevada relativamente buen, grano fino, buena capacidad de combinación, usado en muchos híbridos comerciales de Seminis (Corvet, Cruiser, etc.), hojas en el tallo por debajo de la cabeza.
B19	Precocidad, capacidad de combinación, usada en híbridos comerciales de Seminis.
DH E-47	Introduce color y peso de cabeza
EC-2	Relativamente RH, grano grande
DH GV-37	Firmeza y calidad de grano
SH-2	Capacidad de combinación, distancia genética, color, vigor, tolerancia a la podredumbre húmeda
HBH-6	Precocidad
DH M-84	Grano pequeño, calidad de cabeza, firmeza
HCH	Comparar con HBH6
GB-7	Firmeza y calidad de grano

La designación DH designa doble haploide, e indica que esta línea se ha desarrollado a través de o bien cultivo de anteras o bien cultivo de microsporas, seguido por duplicación cromosómica.

5 En general, las mejores líneas RH presentaban poca calidad de cabeza (OSU) o media (GM1.6, EC2). En las líneas de mejor calidad, es decir, que presentaban buena firmeza, color de grano, color, resistencia a mildiú vellosa, etc., el rasgo de RH rasgo estaba ausente generalmente. No había líneas disponibles que combinaran el rasgo de RH con una calidad adecuada, y ninguna que añadiera el rasgo de sustancialmente sin hojas presentes por debajo de la cabeza para proporcionar un aspecto exerto.

10 Las líneas se han cruzado de manera continua y seleccionado en diversas combinaciones desde los años 1980. Se seleccionaron plantas de progenie (F1) de cada cruzamiento por su aspecto fenotípico para hacer sobresalir cabeza en combinación con características hortícolas favorables para todos los demás rasgos hortícolas importantes horticultural rasgos de rasgos de la cabeza. Se cruzaron las plantas seleccionadas de las mejores familias de nuevo con otras plantas seleccionadas de otras familias. Ocasionalmente, entre dos ciclos de cruzamiento se autofecundaron plantas seleccionadas para una o dos generaciones (F2, F3) para obtener una mejor uniformidad de las líneas.

15 Se cruzaron de nuevo las mejores plantas de estas líneas. Este procedimiento de reproducción se conoce como la selección de familias modificada, tal como se describe en libros de texto convencionales de reproducción de plantas, es decir, Allard, R.W., Principles of Plant breeding (1960) Nueva York, NY, Wiley, pág. 485; Simmonds, N.W., Principles of Crop Improvement (1979), Londres, R.U., Longman, pág. 408; Sneep, J. *et al.*, (1979) Tomato Breeding (págs. 135-171) en: Breeding of Vegetable Crops, Mark J. Basset, (1986, editor), The Tomato crop: a scientific basis for improvement, de Atherton, J.G. & J. Rudich (editores), Plant breeding Perspectives (1986); Fehr, Principles of Cultivar Development—Theory and Technique (1987) Nueva York, NY, MacMillan.

20 En el transcurso del programa de selección, se seleccionaron varias líneas que mostraban características favorables que se designaron como PLH, y se les asoció un número de secuencia. Sorprendentemente, hay poca o ninguna pérdida discernible en el rendimiento en el tipo de brócoli de cabeza elevada. Esto es algo sorprendente dada la cantidad de tallo adicional requerida para lograr que sobresalga una cabeza pesada desde el follaje.

25 Tras sucederse unos años desde el cruzamiento y la selección en combinación con una o dos generaciones de autofecundación, se mostró que el ligamiento genético que existía entre el hecho de que la cabeza sobresalga y características de escasa calidad hortícola y de cabeza podía romperse.

30 El progreso en cualquier generación fue siempre pequeño y difícil de cuantificar de una generación a otra.

35 Las mejores líneas disponibles en la actualidad incluyen 970195 (basándose en la selección del cruzamiento de PLH 2546 y PLH 33), 970192 (seleccionada del cruzamiento de PLH 26 con PLH 33), 970249 (seleccionada de un cruzamiento entre DH M 84 y MRD 6), 932779 (seleccionada de un cruzamiento entre PLH 10 y DC3EC6) y PLH 42 (seleccionada de un cruzamiento entre DC3EC6 y PLH 10). Semillas de las líneas 932779, 970249 y 970195 son el objeto de un depósito en la NCIMB. La propia PLH 10 era una selección de un cruzamiento de HBH 6 y OSU-111.

40 Se resume una genealogía que muestra el desarrollo de la línea 970195 en la figura 3, que demuestra una serie típica de cruzamientos y selecciones usados en el desarrollo de las plantas. La totalidad de la cabeza y/o los ramilletes de la línea endogámica de brócoli 970192 (plh26/plh33), figura 4, demuestra el rasgo de ejercicio de cabeza en una línea endogámica.

45 La ejerción de cabeza de esta línea de brócoli ha mostrado uniformidad y estabilidad para todos los rasgos a lo largo de varios años. Se ha desarrollado y mantenido mediante polinización de yemas durante cinco generaciones

con atención cuidadosa a la uniformidad del tipo de planta para garantizar homocigosis y estabilidad fenotípica. No se han observado rasgos variantes ni se esperan.

5 932779 y 970249 endogámicas presentan rasgos de cabeza elevada similares. El desarrollo y mantenimiento de estas líneas fueron análogos que para la línea 970195.

10 PLH 42 (figura 5), muestra buena ejerción de cabeza según la invención, con pocas hojas, pequeñas, presentes en el tallo por debajo de la cabeza. Se ha desarrollado y mantenido mediante polinización de yemas durante seis generaciones con una atención cuidadosa a la uniformidad del tipo de planta para garantizar homocigosis y estabilidad fenotípica. No se han observado rasgos variantes ni se esperan.

15 La línea 932779 presenta un fondo similar a PLH42. Es una línea de maduración precoz que muestra buena ejerción de cabeza y una cabeza de buena calidad con bonito grano y firmeza, con varias hojas más pequeñas en el tallo por debajo de la cabeza. La resistencia al mildiú veloso es muy alta y el color de la cabeza verde oscuro.

Ejemplo 2 - Producción de brócoli híbrida con cabeza que sobresale

20 Se han utilizado las líneas endogámicas favorecidas para producir combinaciones híbridas. Se produjo SVR 1 mediante el cruzamiento PLH42 x DH PLH13 (figura 6). Presenta los rasgos de RH extrema, extremadamente precoz, color extremadamente oscuro, grano fino, buena tolerancia al calor, buena resistencia a la podredumbre húmeda, buena uniformidad, resistencia al mildiú veloso, DMR, tallo fino, algunas hojas por debajo de la cabeza, peso de cabeza de 250-300 g/cabeza a 40.000 pl/ha, buena adaptabilidad al clima y la estaciones. Las hojas por debajo de la cabeza son muy pocas, presentando un área cuadrada muy pequeña.

25 Se produjo SVR4 mediante el cruzamiento PLH26/PLH33 x NjaECB (figura 7). Muestra buena RH, madurez media, semicorona, grano relativamente grande, peso de cabeza de 300-350 g/cabeza a 40.000 pl/ha, con un tallo más limpio que SVR1

30 Se produjo SVR5 mediante el cruzamiento PLH2546/PLH33 x NjaECB. Su madurez es como la de SVR4, cabeza profundamente ramificada, cabeza elevada media, también un tallo más limpio que SVR1, peso de cabeza de 350-400 g/cabeza a 40.000 pl/ha, color de ramillete extremadamente verde, todos los ramilletes de color verde, más de un tipo de procesamiento/formación de ramilletes, con una cabeza profundamente ramificada (figura 8).

Ejemplo 3. Cosecha de brócoli con cabeza que sobresale

35 Se cultiva un campo de plantas de brócoli hasta madurez, y se cosechan las cabezas mediante medios mecánicos de agarre de las cabezas, corte de las cabezas y recolección de las cabezas cortadas en un transportador. Se encuentra que la gran mayoría de las de cabezas de brócoli puede cosecharse de esta manera de un campo de plantas de brócoli, ahorrando tiempo y gastos de la cosecha manual. El rasgo de cabeza que sobresale con poco o
40 ningún follaje por debajo de la cabeza permite la realización de una cosecha mecanizada sin daño a las cabezas de brócoli ni ensuciamiento de la cosechadora.

Información sobre depósitos

45 Se ha realizado un depósito de las líneas de brócoli híbridas y endogámicas propiedad de Seminis Vegetable Seeds dadas a conocer anteriormente ante NCIMB Ltd, 23 St. Machar Drive, Aberdeen AB24 3RY. La fecha de cada uno de estos depósitos fue el 28 de abril de 2004. Los números de registro de NCIMB para las líneas endogámicas 932779, 970249, y 970195 son, respectivamente, NCIMB 41218 NCIMB 41219 y NCIMB 41216. Las semillas híbridas de brócoli SVR 4, SVR 1 y SVR 5 presentan el número de registro de NCIMB, respectivamente, NCIMB
50 41214, NCIMB 41215 y NCIMB 41217.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Planta de brócoli que comprende una cabeza que sobresale y que presenta una corona más alta que el dosel foliar y que presenta un peso de al menos aproximadamente 200 gramos cuando se planta a una densidad de 40.000 plantas por hectárea, caracterizada porque dentro de al menos 25 centímetros de la corona dicha planta no produce hojas o peciolo que presenten cada uno un área superficial mayor que aproximadamente 30 centímetros cuadrados, siendo la planta una progenie de semilla de una planta de brócoli endogámica designada como 970195, habiéndose depositado una muestra de dicha semilla como NCIMB 41216.
- 10 2. Planta según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha planta produce una cabeza de color uniformemente verde que no presenta sustancialmente amarilleo alrededor del margen de la corona.
- 15 3. Planta según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha planta es una planta endogámica o una planta híbrida.
- 20 4. Semilla de una planta según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la semilla está destinada al cultivo de una planta de brócoli que comprende una cabeza que sobresale y que presenta una corona más alta que el dosel foliar y que presenta un peso de al menos aproximadamente 200 gramos cuando se planta a una densidad de 40.000 plantas por hectárea, caracterizada porque dentro de al menos 25 centímetros de la corona dicha planta no produce hojas o peciolo que presenten cada uno un área superficial mayor que aproximadamente 30 centímetros cuadrados.
- 25 5. Cabeza de brócoli cortada de cualquiera de las plantas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 obtenida cortando el tallo sin hojas en una posición predeterminada por debajo de la cabeza.
- 30 6. Pluralidad de plantas de brócoli según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, cultivadas en un campo de brócoli.
7. Pluralidad de plantas de brócoli según la reivindicación 6, en la que sustancialmente todas dichas plantas maduran al mismo tiempo y en la que dichas plantas maduras crecen sustancialmente hasta la misma altura.

FIGURA 1



FIGURA 2



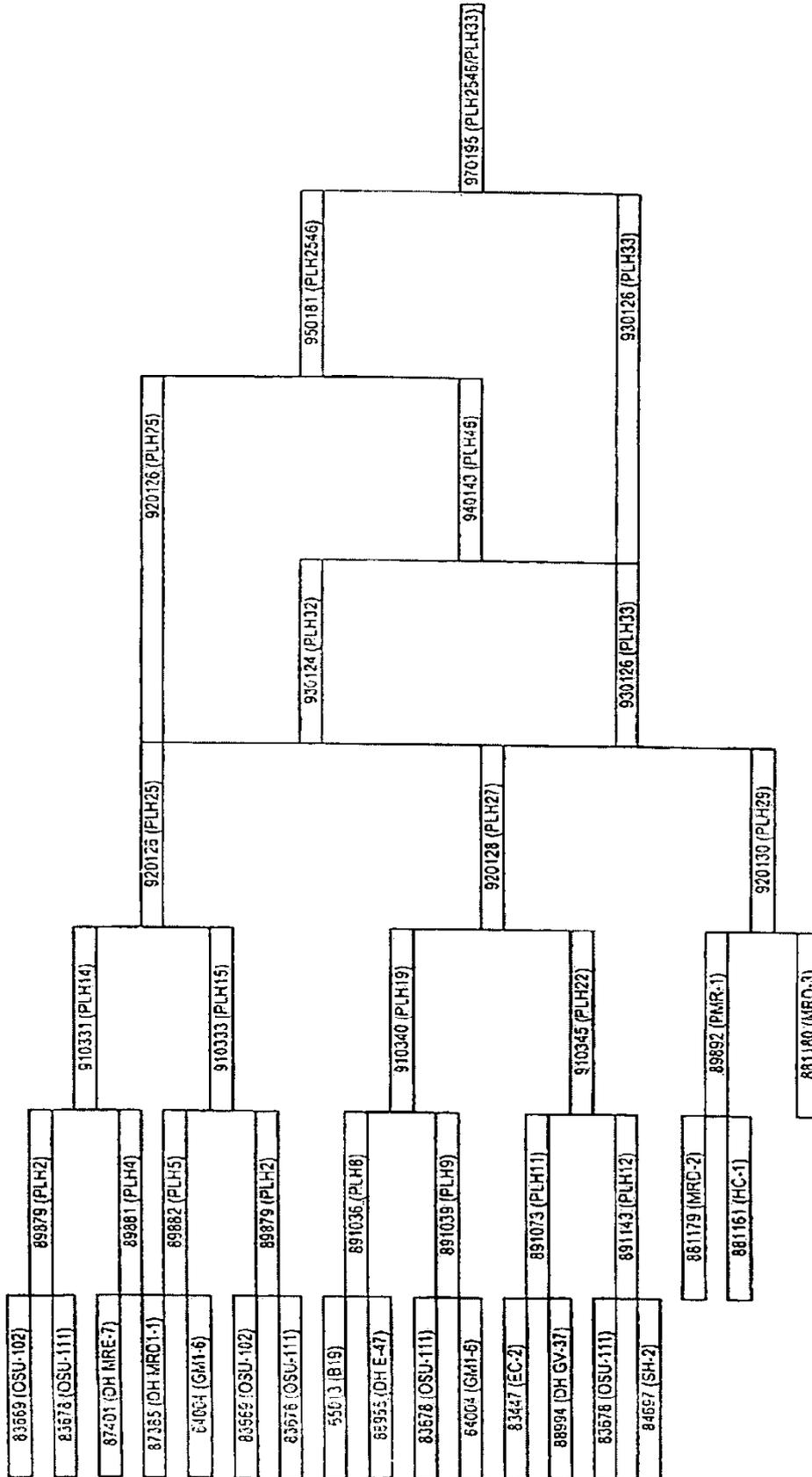


FIGURA 3

FIGURA 4



FIGURA 5



FIGURA 6

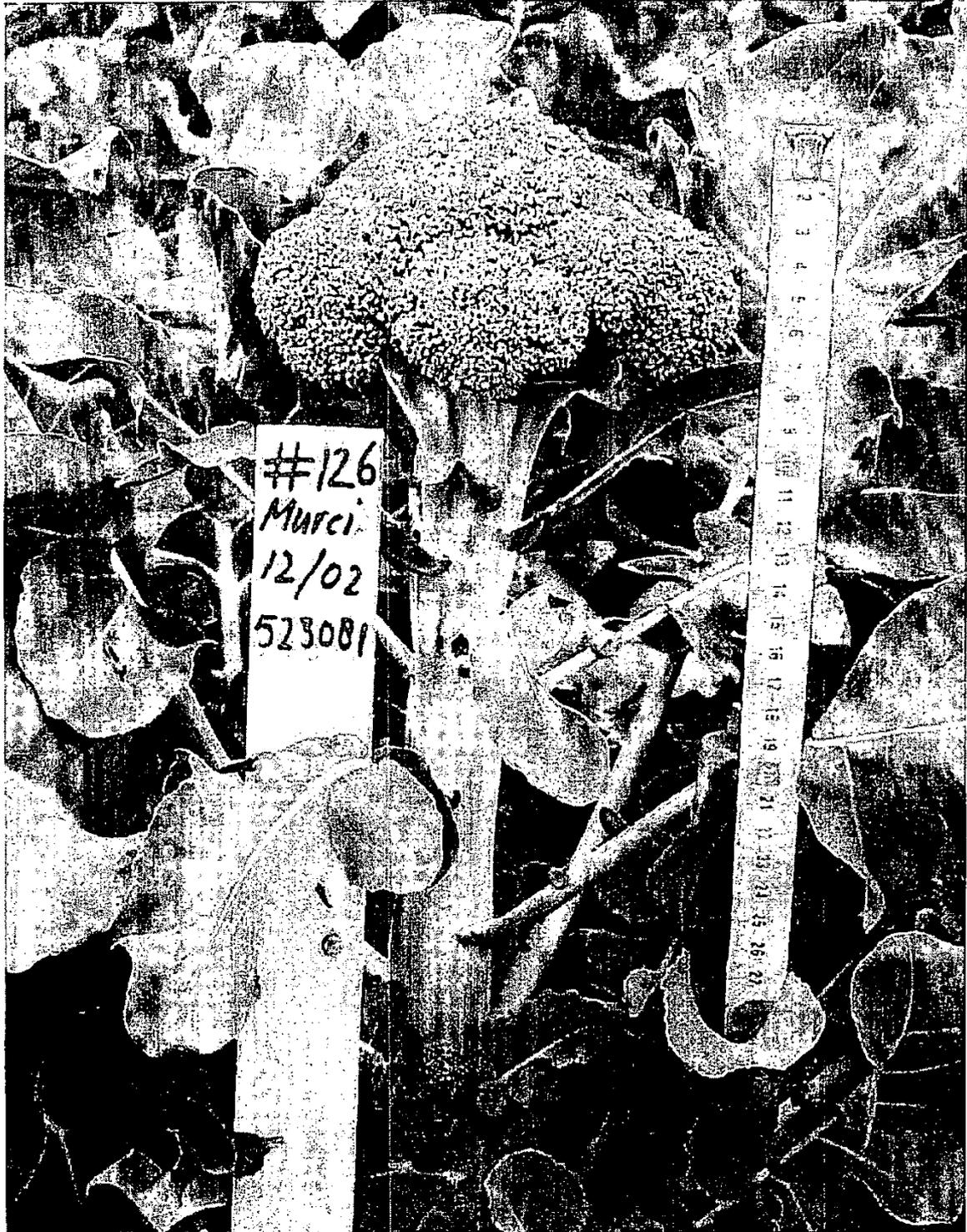


FIGURA 7



FIGURA 8

