

1
LO QUE SE REIVINDICA ES:

1. Un sistema para la clasificación de semillas de Matthiola, que comprende:
al menos un procesador de hardware que ejecuta un código para:
alimentar al menos a una red neuronal, al menos una imagen que representa una pluralidad de semillas de Matthiola que tienen características visuales extraíbles estadísticamente similares, la al menos una imagen capturada por al menos un sensor de imagen,
donde al menos una característica visual extraída de una imagen de una de las semillas de Matthiola de la pluralidad es estadísticamente similar a la correspondiente al menos una característica visual extraída de otra imagen de otra semilla de Matthiola de la pluralidad de semillas,
calcular por al menos una red neural una indicación de una categoría de clasificación para la cual las características visuales no están explícitamente definidas, para cada una de las semillas de Matthiola seleccionadas del grupo que consiste en: floración simple y doble,
donde la indicación de al menos una categoría de clasificación se calcula al menos según los pesos de la al menos una red neural,
donde la al menos una red neural clasifica la pluralidad de semillas de Matthiola que tienen características visuales al menos una estadísticamente similar en una categoría de clasificación seleccionada del grupo que consiste en floración simple y doble, para la cual las características visuales no están explícitamente definidas,
donde la al menos una red neural está entrenada utilizando un conjunto de datos de entrenamiento que comprende una pluralidad de imágenes de entrenamiento de una pluralidad de semillas de Matthiola que tienen características visuales al menos una estadísticamente similar capturadas por al menos un sensor de imagen, y cada semilla de Matthiola de cada imagen de entrenamiento etiquetada con una respectiva categoría de clasificación para la cual las características visuales no están explícitamente definidas, seleccionada del grupo que consiste en floración simple y doble; y
generando de acuerdo con la indicación de al menos una categoría de clasificación seleccionada del grupo que consiste en floración simple y doble, instrucciones para la ejecución por un controlador de clasificación de un dispositivo de clasificación automatizado para la clasificación automatizada de semillas de Matthiola.
2. El sistema según la reivindicación 1, donde las características visuales extraídas de la pluralidad de semillas de Matthiola representadas en al menos una imagen incluyen solo

características visuales extraíbles estadísticamente similares y excluyen características visuales extraíbles no estadísticamente similares.

3. El sistema según la reivindicación 1, donde las características visuales no estadísticamente similares extraídas de la pluralidad de semillas de *Matthiola* representadas en al menos una imagen no están correlacionadas con la categoría de clasificación de la al menos una red neuronal seleccionada del grupo que consiste en: floración simple y floración doble.

4. El sistema según la reivindicación 3, donde las características visuales no estadísticamente similares extraídas de la pluralidad de semillas de *Matthiola* representadas en al menos una imagen incluyen un marcador visual segmentado, siendo el marcador visual segmentado no correlacionado con la categoría de clasificación seleccionada del grupo que consiste en: floración simple y floración doble.

5. El sistema según la reivindicación 1, donde la característica visual extraíble estadísticamente similar se selecciona del grupo que consiste en: una característica hecha a mano, al menos una dimensión de tamaño de al menos una semilla, color de al menos una semilla, forma de al menos una semilla, textura de al menos una semilla, medida estimada de al menos una semilla y marcador visual segmentado.

6. El sistema según la reivindicación 1, donde la al menos una categoría de clasificación comprende una categoría no visual que no se puede determinar manualmente mediante inspección visual de la al menos una semilla.

7. El sistema según la reivindicación 1, donde las semillas de *Matthiola* son de la especie *Matthiola incana*.

8. El sistema según la reivindicación 7, donde las semillas de *Matthiola incana* son de la serie Iron.

9. El sistema según la reivindicación 1, donde la al menos una categoría de clasificación se determina mediante una prueba destructiva que destruye la respectiva semilla de *Matthiola* después de que se captura la imagen de entrenamiento respectiva de la semilla de *Matthiola* mediante el al menos un sensor de imagen.

10. El sistema según la reivindicación 1, donde la etiqueta de la al menos una categoría de clasificación se determina haciendo crecer la semilla respectiva después de que se captura la imagen de entrenamiento respectiva de la semilla de *Matthiola* mediante el al menos un sensor de imagen hasta que la floración simple o doble está visualmente presente.

11. El sistema según la reivindicación 1, donde el sensor de imagen se selecciona del grupo que consiste en: RGB, multiespectral, hiperespectral, rango de frecuencia de luz visible, rango de frecuencia de infrarrojo cercano (NIR), rango de frecuencia de infrarrojo (IR) y combinaciones de lo anterior.

12. El sistema según la reivindicación 1, donde la al menos una imagen que incluye al menos una semilla de *Matthiola* comprende una sola imagen de una sola semilla de *Matthiola* segmentada de una imagen que incluye una pluralidad de semillas de *Matthiola*.

13. El sistema según la reivindicación 1, donde la al menos una red neuronal calcula un incrustado para la al menos una imagen, y donde la al menos una categoría de clasificación se determina de acuerdo con una anotación de al menos una imagen incrustada similar identificada a partir del conjunto de datos de entrenamiento que almacena incrustados de imágenes de entrenamiento, la al menos una imagen incrustada similar identificada de acuerdo con un requisito de una distancia de similitud entre el incrustado de la al menos una imagen y el incrustado de las imágenes de entrenamiento, y al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en: (i) donde el incrustado se calcula mediante una capa interna de la al menos una red neural entrenada seleccionada como capa de incrustado, (ii) donde el incrustado se almacena como un vector de longitud predefinida, y la distancia de similitud se calcula como la distancia entre un vector que almacena el incrustado de la al menos una imagen y una pluralidad de vectores cada uno almacenando el incrustado de imágenes de entrenamiento respectivas, y (iii) donde la distancia de similitud se calcula entre el incrustado de la al menos una imagen y un conjunto de incrustados de una pluralidad de imágenes de entrenamiento cada uno asociado con una misma al menos una categoría de clasificación.

14. El sistema según la reivindicación 1, donde la al menos una imagen comprende una pluralidad de imágenes que incluyen una pluralidad de semillas de *Matthiola*, y además comprende un código para agrupar la pluralidad de imágenes según las respectivas categorías de clasificación, donde las instrucciones para la ejecución por parte del controlador de clasificación comprenden

instrucciones para clasificar las semillas de *Matthiola* correspondientes a la pluralidad de imágenes según las respectivas categorías de clasificación, donde la agrupación se realiza según una proporción objetivo de categorías de clasificación y/o una distribución estadística objetivo, donde los miembros de los agrupamientos se disponen según la proporción objetivo, la proporción objetivo de categorías de clasificación se calcula según un análisis de ADN de una muestra de *Matthiola* y/o semillas, o según un resultado de crecimiento de plantar y hacer crecer la muestra de semillas de *Matthiola*.

15. El sistema según la reivindicación 14, donde los agrupamientos de diferentes categorías de clasificación se crean para al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en: (i) las semillas de *Matthiola* se cultivan en las mismas condiciones ambientales, (ii) las semillas de *Matthiola* se cultivan en la misma temporada de crecimiento, (iii) las semillas de *Matthiola* se cultivan en la misma ubicación geográfica, y (iv) las semillas de *Matthiola* tienen parámetros físicos idénticos dentro de un rango de tolerancia.

16. El sistema de la reivindicación 1, donde un clasificador estadístico basado en características visuales no neuronal entrenado para la extracción de al menos una clase de características visuales clasifica la pluralidad de semillas de *Matthiola* que tienen al menos una característica visual extraíble similar en una misma categoría de clasificación para la cual las características visuales están definidas explícitamente.

17. El sistema según la reivindicación 1, donde la al menos una imagen comprende una pluralidad de imágenes que incluyen una pluralidad de semillas de *Matthiola* de diferentes categorías de clasificación, donde la al menos una red neuronal calcula un incrustado para cada una de la pluralidad de imágenes, donde el incrustado de la pluralidad de imágenes se agrupa mediante un código de agrupación, y donde las instrucciones para la ejecución por parte del controlador de clasificación comprenden instrucciones para clasificar las semillas de *Matthiola* según los conjuntos correspondientes.

18. El sistema según la reivindicación 17, donde los grupos se calculan según al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en:

(i) de manera que cada miembro de imagen incrustado de cada grupo respectivo esté al menos a una distancia umbral de otro grupo, y

(ii) donde los grupos se calculan de manera que cada miembro de imagen incrustado de cada grupo respectivo esté a menos de una distancia umbral de cada otro miembro del mismo grupo respectivo.

19. El sistema según la reivindicación 17, donde la distancia intra-grupo calculada entre los incrustados de un mismo grupo es menor que la distancia inter-grupo calculada entre los incrustados de grupos diferentes.

20. El sistema según la reivindicación 17, donde las semillas de Matthiola correspondientes a incrustados ubicados por encima de un umbral de distancia de al menos uno de los siguientes: otro incrustado, un grupo y dentro de un centro del grupo, se denominan de un cierto color y se agrupan en un grupo de un cierto color, donde las semillas de Matthiola denominadas de un cierto color se asignan a una nueva categoría de clasificación o a una nueva subcategoría de la categoría existente según las categorías de clasificación asignadas a al menos dos incrustados de imágenes y/o al menos dos grupos en proximidad al incrustado de la semilla de Matthiola denominada de un cierto color, donde la nueva categoría de clasificación o la nueva subclasificación de la categoría existente se calcula según las distancias relativas a los al menos dos incrustados de imágenes y/o al menos dos grupos en proximidad al incrustado de la semilla de Matthiola denominada de un cierto color.

21. El sistema según la reivindicación 17, donde se calcula al menos un valor estadístico para cada grupo, y donde una cierta semilla de Matthiola se denota como defectuosa cuando el incrustado de la imagen de la semilla específica es estadísticamente diferente de todos los demás grupos.

22. El sistema según la reivindicación 17, donde se calcula al menos un valor estadístico para cada grupo, y donde una cierta semilla se asigna a una cierta categoría de clasificación de un cierto grupo cuando el incrustado de la imagen de la semilla específica es estadísticamente similar a al menos un valor estadístico del cierto grupo.

23. El sistema según la reivindicación 15, que además comprende un código para:
proporcionar una imagen de una semilla de Matthiola objetivo, calcular el incrustado de la semilla de Matthiola objetivo mediante al menos una red neural, y

seleccionar un subconjunto de la pluralidad de incrustados de imagen de acuerdo con el incrustado de la semilla de Matthiola objetivo, estando situados a menos de un umbral de distancia objetivo del incrustado de la semilla de Matthiola objetivo. Las instrucciones para la ejecución por el controlador de clasificación comprenden instrucciones para seleccionar las semillas de Matthiola correspondientes al subconjunto de la pluralidad de incrustados de imagen.

24. El sistema según la reivindicación 15, que además comprende un código para:
proporcionar una imagen de una semilla de Matthiola objetivo, calcular el incrustado de la semilla de Matthiola objetivo mediante al menos una red neural, y
agrupar la pluralidad de incrustados de imagen y el incrustado de la semilla de Matthiola objetivo, y seleccionar un grupo que incluya el incrustado de la semilla de Matthiola objetivo. Las instrucciones para la ejecución por el controlador de clasificación comprenden instrucciones para seleccionar las semillas de Matthiola correspondientes al grupo seleccionado.

25. El sistema según la reivindicación 1, donde la clasificación automatizada de las semillas de Matthiola comprende descartar las semillas de Matthiola de floración simple.

26. Un sistema para la clasificación de semillas de Matthiola, que comprende:
al menos un procesador de hardware que ejecuta un código para:
alimentar al menos una red neuronal con al menos una imagen que representa una pluralidad de semillas de Matthiola que tienen características visuales extraíbles estadísticamente similares, la al menos una imagen capturada por al menos un sensor de imagen,
donde al menos una característica visual extraída de una imagen de una de las semillas de Matthiola de la pluralidad es estadísticamente similar a la correspondiente al menos una característica visual extraída de otra imagen de otra semilla de Matthiola de la pluralidad de semillas; y

calcular por la al menos una red neuronal, una indicación de una categoría de clasificación para la cual las características visuales no están definidas explícitamente, para cada una de las semillas de Matthiola de la pluralidad seleccionadas del grupo que consiste en: floración simple y floración doble,

donde la indicación de al menos una categoría de clasificación se calcula al menos según los pesos de la al menos una red neural,

donde la al menos una red neural clasifica la pluralidad de semillas de Matthiola que tienen características visuales al menos una estadísticamente similar en una categoría de clasificación

seleccionada del grupo que consiste en floración simple y doble, para la cual las características visuales no están explícitamente definidas,

donde la al menos una red neural está entrenada utilizando un conjunto de datos de entrenamiento que comprende una pluralidad de imágenes de entrenamiento de una pluralidad de semillas de *Matthiola* que tienen características visuales al menos una estadísticamente similar capturadas por al menos un sensor de imagen, y cada semilla de *Matthiola* de cada imagen de entrenamiento etiquetada con una respectiva categoría de clasificación para la cual las características visuales no están explícitamente definidas, seleccionada del grupo que consiste en floración simple y doble.

27. Un dispositivo para entrenar al menos una red neuronal para la clasificación de semillas de *Matthiola* para su clasificación, que comprende:

al menos un procesador de hardware que ejecuta un código para:

acceder a una pluralidad de imágenes de entrenamiento de una pluralidad de semillas de *Matthiola* que tienen características visuales al menos una estadísticamente similar capturadas por al menos un sensor de imagen,

donde al menos una característica visual extraída de una imagen de una de las semillas de *Matthiola* de la pluralidad es estadísticamente similar a la correspondiente al menos una característica visual extraída de otra imagen de otra semilla de *Matthiola* de la pluralidad de semillas;

creando un conjunto de datos de entrenamiento etiquetando cada semilla de *Matthiola* de cada imagen de entrenamiento con una respectiva categoría de clasificación para la cual las características visuales no están explícitamente definidas, seleccionada de un grupo que consiste en floración simple y doble,

donde cada etiqueta se determina haciendo crecer la respectiva semilla de *Matthiola* después de que la imagen de entrenamiento respectiva de la semilla de *Matthiola* es capturada por al menos un sensor de imagen hasta que la flor simple o doble esté visualmente presente; y

entrenando al menos una red neural utilizando el conjunto de datos de entrenamiento, la al menos una red neural entrenada para generar un resultado de una indicación de al menos una categoría de clasificación para la cual las características visuales no están explícitamente definidas, seleccionada del grupo que consiste en floración simple y doble, en respuesta a una entrada de al menos una imagen objetivo que representa al menos una semilla capturada por al menos un sensor de imagen,

donde la indicación de al menos una categoría de clasificación de la al menos una imagen objetivo se calcula al menos según los pesos de la al menos una red neural entrenada,

donde la al menos una red neural clasifica la pluralidad de semillas de *Matthiola* que tienen características visuales al menos una estadísticamente similar en una categoría de clasificación seleccionada del grupo que consiste en: floración simple y doble, para la cual las características visuales no están explícitamente definidas.

28. Un recipiente que comprende una pluralidad de semillas de *Matthiola*, donde al menos el 90 % de las semillas son semillas de doble floración, y donde dicha pluralidad de semillas de *Matthiola* comprende más de 100 semillas.

29. Un recipiente que comprende una pluralidad de semillas de *Matthiola*, donde al menos el 90 % de las semillas son semillas de floración simple, y donde dicha pluralidad de semillas de *Matthiola* comprende más de 100 semillas.

30. El recipiente de la reivindicación 28, donde dicha pluralidad de semillas pesa más de 10 gramos.

31. El recipiente de la reivindicación 28, donde dichas semillas de *Matthiola* son de la especie *Matthiola incana*.

32. El recipiente de la reivindicación 28, donde dichas semillas de *Matthiola incana* son de la serie Iron.

33. Un método para cultivar un cultivo que comprende sembrar las semillas del recipiente de la reivindicación 28, cultivando así el cultivo.

34. Un método para clasificar semillas de *Matthiola*, que comprende:
cultivar semillas de *Matthiola* no clasificadas;
capturar al menos una imagen de las semillas de *Matthiola*; y
clasificar las respectivas semillas de *Matthiola* en una categoría de clasificación específica seleccionada de una pluralidad de categorías de clasificación de acuerdo con un resultado de un modelo de red neural entrenado alimentado con al menos una imagen.

35. Un método de generación de plántulas de *Matthiola* mediante el cultivo de las semillas de *Matthiola* clasificadas en la categoría de clasificación específica según el método de la reivindicación 34.

36. Un método de generación de plantas mediante la siembra de las semillas de *Matthiola* clasificadas en la categoría de clasificación específica según el método de la reivindicación 34.

37. Un método de cultivo de una cosecha de plantas de *Matthiola* mediante el cultivo de las semillas de *Matthiola* clasificadas en la categoría de clasificación específica según el método de la reivindicación 34, y cortando las plantas cuando han crecido.

38. Un método de fabricación de plántulas de *Matthiola* mediante el cultivo de las semillas de *Matthiola* clasificadas en la categoría de clasificación específica según el método de la reivindicación 34.

39. Un recipiente que comprende una pluralidad de plántulas de *Matthiola*, donde al menos un porcentaje objetivo de las plántulas pertenece a una categoría de clasificación específica clasificada utilizando el método de la reivindicación 34.

40. Un método de producción de un recipiente que contiene una pluralidad de plántulas de *Matthiola*, que comprende el cultivo de las semillas de *Matthiola* clasificadas en la categoría de clasificación específica según el método de la reivindicación 34, en plántulas de *Matthiola*, y colocando las plántulas de *Matthiola* en el recipiente.

41. Un método para producir una población de semillas de *Matthiola* enriquecidas para un rasgo de flores dobles, comprendiendo el método someter las semillas de *Matthiola* al sistema de la reivindicación 25