

TÉCNICAS PARA SIEMBRA AUTOMATIZADA

REFERENCIA CRUZADA PARA SOLICITUDES RELACIONADAS

[0001] Esta solicitud reivindica la prioridad de la
5 Solicitud Provisoria de Patente de los Estados Unidos N°
62/054,280, presentada el 23 de septiembre de 2014, titulada
"Un sistema de siembra automatizado" y la Solicitud
Provisoria de Patente de los Estados Unidos No. 62/209,227,
presentada el 24 de agosto de 2015, titulada "TÉCNICAS PARA
10 SIEMBRA AUTOMATIZADA", cada una de las cuales se incorpora
aquí como referencia en su totalidad para todos los fines.

ANTECEDENTES

[0002] Hay una serie de técnicas conocidas para sembrar
15 objetos biológicos y no biológicos en y sobre la tierra. El
más utilizado es la plantación manual o siembra a mano,
mediante la cual una persona lleva objetos, a menudo
semillas, brinzales o plantones, luego la persona selecciona
un lugar para el objeto que se va a plantar y siembra el
20 objeto usando una de varias herramientas tal como una pala o
algún otro dispositivo. Otras técnicas pueden implicar el uso
de maquinaria terrestre como un tractor, a menudo conducido
por una persona, para plantar objetos.

[0003] Estas técnicas son típicamente lentas y costosas. Aunque el uso de máquinas de siembra mecanizadas aumenta la eficiencia con la que se llevan a cabo las actividades de siembra, las máquinas no son apropiadas para su uso en
5 terrenos accidentados o inaccesibles.

[0004] Las realizaciones de la presente invención proporcionan técnicas que abordan estos y otros problemas con técnicas de siembra establecidas.

RESUMEN

10 [0005] Las realizaciones de la presente invención proporcionan técnicas, incluyendo sistemas y métodos para la siembra utilizando vainas de siembra (denominadas aquí "vainas"). Un sistema de siembra puede configurarse para suministrar vainas que incluyen una carga útil (por ejemplo,
15 semillas, esquejes u otros materiales de siembra) en o sobre el suelo en un lugar predeterminado. En algunas realizaciones, el sistema de siembra automatizada puede incluir un sistema de cartografía que recibe varias entradas de sensor y genera un mapa de un área de siembra. El sistema
20 de siembra de vainas se puede ejecutar automáticamente usando los mapas generados por el sistema de mapeo y/o manualmente por un operador remoto. Cada vaina puede incluir una carga útil para ser plantada en o sobre el suelo por el sistema de siembra de vainas. Las vainas se pueden personalizar (por

ejemplo, forma, tamaño, contenido de la carga útil, etc.) dependiendo de los tipos de plantas que se estén sembrando, del terreno, de los resultados previos de siembra, etc.

[0006] Las realizaciones de la presente invención pueden
5 incluir un método implementado por computadora para la siembra automatizada. El método puede incluir recibir datos de entrada desde una variedad de sensores, procesar los datos de entrada para generar uno o más mapas de salida y generar un patrón de siembra para una operación de plantación
10 utilizando uno o más mapas de salida. El método puede incluir además la determinación de una cantidad de plataformas de siembra disponibles, dividiendo el patrón de siembra en varias porciones basándose en la cantidad de plataformas de siembra disponibles, subiendo a cada plataforma de siembra
15 disponible una porción correspondiente de la variedad de porciones y ejecutando la siembra utilizando las plataformas de siembra disponibles.

[0007] En algunas realizaciones, las plataformas de siembra pueden incluir uno o más vehículos aéreos no
20 tripulados (UAVs). En algunas realizaciones, uno o más mapas de salida pueden incluir datos de terreno que identifican una o más estructuras, tipos de terreno y escombros.

[0008] En algunas realizaciones, generar un patrón de siembra para una operación de siembra utilizando uno o más

mapas de salida puede comprender además aplicando uno o más umbrales de terreno a los rótulos en uno o más mapas de salida y marcar una o más regiones de uno o más mapas de salida con datos de umbral para generar uno o más mapas de salida enriquecidos. En algunas realizaciones, generar un patrón de siembra para una operación de siembra utilizando uno o más mapas de salida puede comprender además comparar los mapas de salida enriquecidos con los requerimientos de siembra para al menos una especie de planta, identificando, basándose en la comparación, una o más regiones de siembra para al menos una especie de planta, y definir el patrón de siembra para al menos una especie de planta en una o más regiones de siembra basándose en un nivel de densidad asociado con al menos una especie de planta.

15 [0009] Las realizaciones de la presente invención pueden incluir un aparato de siembra. Un aparato de siembra puede incluir una carcasa que comprende una superficie interna y una superficie externa. Una primera porción extrema de la carcasa puede cerrarse para formar una cámara y una segunda porción extrema de la carcasa queda abierta. El aparato de siembra también puede incluir una carga útil en la cámara, incluyendo la carga útil material de siembra y material de matriz. El aparato de siembra puede incluir además una tapa que tiene una superficie inferior y una superficie superior,

adaptándose la superficie inferior para sellar la segunda porción de extremo de la carcasa.

[0010] En algunas realizaciones, la carcasa está hecha de materiales biodegradables e incluye una mezcla de nutrientes
5 específica para la carga útil. En algunas realizaciones, la carcasa es sustancialmente cónica y donde una o más de la carcasa y la tapa están adaptadas para romperse tras el impacto con un entorno de siembra, exponiendo la carga útil al entorno de siembra.

10 [0011] En algunas realizaciones, un aparato de siembra puede incluir además una barra de empuje conectada a la superficie inferior de la tapa y que se extiende a través de la primera porción de extremo de la carcasa. Al impactar con un sustrato, la barra de empuje hace que la tapa se abra.

15 [0012] En algunas realizaciones, un aparato de siembra puede incluir una o más alas conectadas a la superficie superior de la tapa, una o más alas adaptadas para hacer girar el aparato de siembra cuando se libera desde una primera altura. En algunas realizaciones, la superficie
20 exterior de la carcasa del aparato de siembra puede incluir una o más superficies de estabilización, una o más superficies de estabilización adaptadas para hacer girar el aparato de siembra alrededor de su eje. En algunas realizaciones, la superficie superior de la tapa puede

incluir una o más superficies de estabilización que se extienden desde la superficie superior de la tapa.

[0013] En algunas realizaciones, el aparato de siembra puede incluir además uno o más sensores integrados con la carcasa y un sistema de generación de energía conectado a un sistema de almacenamiento de energía. El sistema de almacenamiento de energía puede proporcionar energía a uno o más sensores. En algunas realizaciones, uno o más sensores incluyen al menos un módulo de comunicación y al menos un sensor ambiental, estando configurado en al menos un módulo de comunicación para transmitir datos desde al menos un sensor ambiental a un segundo aparato de plantación. En algunas realizaciones, un segundo aparato de siembra que incluye un segundo módulo de comunicación puede configurarse para transmitir datos recibidos de una variedad de aparatos de siembra a una estación base.

[0014] Las realizaciones de la presente invención pueden incluir un sistema de siembra automatizado. El sistema de siembra automatizado puede incluir un sistema de siembra que incluye una cámara conectada a un mecanismo de disparo controlado por disparador, un cañón y un alimentador. El mecanismo de disparo controlado por disparador está configurado para dirigir una vaina a la cámara por el alimentador, a través del cañón. El sistema de siembra

automatizado puede incluir además un sistema de control de disparo conectado al mecanismo de disparo controlado por disparador y configurado para recibir datos de uno o más sensores. El sistema de control de disparo puede configurarse para determinar una posición de la plataforma de transporte móvil utilizando uno o más sensores, comparar la posición de la plataforma de transporte móvil con una primera ubicación en un patrón de siembra, determinar que la posición está dentro de una distancia umbral de la primera ubicación, y hacer que el mecanismo de disparo controlado dispare una vaina en la primera ubicación.

[0015] En algunas realizaciones, el sistema de siembra automatizado puede incluir además una plataforma de transporte móvil acoplada al sistema de siembra, incluyendo la plataforma de transporte móvil uno o más sensores. En algunas realizaciones, la plataforma de transporte móvil es un vehículo aéreo no tripulado.

[0016] En algunas realizaciones, el mecanismo de disparo puede incluir una cámara de alta presión conectada a la cámara a través de una válvula controlada electrónicamente. Cuando el sistema de control de disparo hace que el mecanismo de disparo controlado dispare la vaina abriendo la válvula controlada electrónicamente. En algunas realizaciones, la

cámara de alta presión incluye un cilindro de gas comprimido que presuriza la cámara de alta presión.

[0017] En algunas realizaciones, el sistema de siembra puede acoplarse de forma giratoria a la plataforma de
5 transporte móvil usando un cardán.

[0018] En algunas realizaciones, el sistema de siembra automatizado puede incluir además un sistema de asignación configurado para recibir datos desde uno o más sensores. El sistema de mapeo genera el patrón de siembra basado en los
10 datos de uno o más sensores.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[0019] Se describirán diversas realizaciones de acuerdo con la presente descripción con referencia a las figuras, en
15 las que:

[0020] La figura 1 ilustra un ejemplo de un sistema de siembra automatizada, de acuerdo con realizaciones de la presente invención;

[0021] La figura 2 ilustra un ejemplo de un sistema de
20 siembra de vainas, de acuerdo con una realización de la presente invención;

[0022] La figura 3 ilustra un diagrama de alto nivel de un aparato de suministro de vainas, de acuerdo con una realización de la presente invención;

[0023] La figura 4 ilustra un diagrama de un aparato de suministro de vainas, de acuerdo con una realización de la presente invención;

[0024] Las figuras 5A y 5B ilustran un diagrama de un
5 aparato alternativo de suministro de vainas, de acuerdo con una realización de la presente invención;

[0025] Las figuras 6A y 6B ilustran un diagrama de un aparato de suministro de vainas alternativo, de acuerdo con una realización de la presente invención;

10 [0026] Las figuras 7A-7C ilustran un diagrama de un aparato alternativo de suministro de vainas, de acuerdo con una realización de la presente invención;

[0027] La figura 8 ilustra un diagrama de una cámara de un aparato de suministro de vainas con el depósito de vaina
15 adjunta, de acuerdo con una realización de la presente invención;

[0028] La figura 9 ilustra un diagrama de una cámara de un aparato de suministro de vainas con múltiples almacenes de vainas adjuntas, de acuerdo con una realización de la
20 presente invención;

[0029] Las figuras 10A-10C ilustran ejemplos de vainas, de acuerdo con realizaciones de la presente invención;

[0030] Las figuras 11A-11C ilustran los componentes de una vaina y tapa, de acuerdo con las realizaciones de la presente invención;

[0031] Las figuras 12A-12C ilustran ejemplos de vainas, de
5 acuerdo con realizaciones de la presente invención;

[0032] La figura 13 ilustra un ejemplo de una vaina de doble compartimiento, de acuerdo con una realización de la presente invención;

[0033] Las figuras 14A-14C ilustran un ejemplo de una
10 vaina rota, de acuerdo con una realización de la presente invención;

[0034] Las Figs. Las figuras 15A y 15B ilustran ejemplos de cápsulas internas de vainas, de acuerdo con realizaciones de la presente invención;

15 [0035] La figura 16 ilustra ejemplos de cápsulas de vainas, de acuerdo con una realización de la presente invención;

[0036] Las figuras 17A-17D ilustran ejemplos de estructuras de estabilización de vaina y tapa, de acuerdo con
20 realizaciones de la presente invención;

[0037] Las figuras 18A y 18B ilustran ejemplos de estructuras de estabilización de vainas, de acuerdo con realizaciones de la presente invención;

[0038] Las figuras 19A-19C ilustra ejemplos de vainas de gravedad, de acuerdo con realizaciones de la presente invención;

[0039] Las figuras 20A-20D ilustran ejemplos de vainas de
5 lanza, de acuerdo con realizaciones de la presente invención;

[0040] Las figuras 21A-21C ilustran un ejemplo de una vaina de lanza multi-componente, de acuerdo con realizaciones de la presente invención;

[0041] Las figuras 22A-22E ilustran ejemplos de tapas de
10 vaina, de acuerdo con realizaciones de la presente invención;

[0042] Las figuras 23A y 23B ilustran un ejemplo de una tapa accionada por impacto, de acuerdo con realizaciones de la presente invención;

[0043] Las figuras 24A-24C ilustran ejemplos de vainas
15 especializadas, de acuerdo con realizaciones de la presente invención;

[0044] La figura 25 ilustra un ejemplo de un sistema de comunicación de vaina, de acuerdo con una realización de la presente invención;

20 [0045] La figura 26 ilustra un ejemplo de un sistema de mapeo, de acuerdo con una realización de la presente invención;

[0046] La figura 27 ilustra un diagrama de bloques de un método de siembra automatizada, de acuerdo con una realización de la presente invención;

[0047] La figura 28 ilustra un diagrama de bloques de un
5 método de generación de mapas, de acuerdo con una realización de la presente invención;

[0048] La figura 29 ilustra un diagrama de bloques de un método para determinar patrones de siembra, de acuerdo con una realización de la presente invención; y

10 [0049] La figura 30 ilustra un diagrama de bloques de alto nivel de un sistema informático, de acuerdo con una realización de la presente invención.

15

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0050] En la siguiente descripción, se describirán diversas realizaciones. Con fines de explicación, se establecen configuraciones y detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión completa de las
20 realizaciones. Sin embargo, también será evidente para un experto en la técnica que las realizaciones se pueden practicar sin los detalles específicos. Además, las características bien conocidas pueden omitirse o

simplificarse para no oscurecer la realización que se está describiendo.

[0051] Existen una serie de técnicas conocidas para sembrar objetos tanto biológicos como no biológicos dentro y
5 sobre la tierra. El más utilizado es la siembra manual o a mano, mediante la cual una persona lleva objetos, a menudo semillas, brinzales o plantones, luego la persona selecciona un lugar para el objeto que se va a plantar y siembra el objeto usando una de varias herramientas como una pala o
10 algún otro dispositivo. Otras técnicas pueden implicar el uso de maquinaria terrestre como un tractor, a menudo conducido por una persona, para sembrar objetos. Las técnicas manuales pueden causar lesiones a los trabajadores y pueden ser difíciles de implementar en terrenos remotos o difíciles.

15 [0052] Las realizaciones de la presente invención proporcionan técnicas, incluyendo sistemas y métodos, para siembra usando vainas de siembra (denominadas en la presente como "vainas"). Un sistema de siembra automatizado puede configurarse para entregar vainas que incluyen una carga útil
20 (por ejemplo, semillas, esquejes u otros materiales de siembra) dentro o sobre el suelo en lugares predeterminados. En algunas realizaciones, el sistema de siembra automatizado puede incluir un sistema de mapeo que recibe varias entradas de sensor y genera un mapa de un área de plantación,

incluyendo características del terreno, vegetación existente, etc. Un sistema de siembra de vainas puede usar el mapa del área de siembra para entregar vainas al área de siembra. El sistema de siembra de vainas se puede ejecutar
5 automáticamente usando los mapas generados por el sistema de mapeo y/o manualmente por un operador remoto. Cada vaina puede incluir una carga útil para ser plantada en o en el suelo por el sistema de siembra de vainas. Las vainas pueden ser personalizadas (por ejemplo, forma, tamaño, contenido de
10 carga útil, etc.) dependiendo de los tipos de plantas que se están plantando, el terreno, los resultados previos de siembra, etc.

[0053] En algunas realizaciones, las características de control pueden incluir un aparato de orientación de vainas y
15 un software de control que automatiza las actividades del sistema de siembra. El software de control puede coordinar las actividades de los sistemas de siembra de vainas individuales para mejorar las eficiencias y reducir la probabilidad de que las plataformas de plantación
20 individuales choquen con otras plataformas u objetos. Las plataformas individuales de plantación pueden ser controladas individualmente o en grupo.

[0054] La figura 1 ilustra un ejemplo de un sistema de siembra automatizado 100, de acuerdo con realizaciones de la

presente invención. Como se muestra en la figura 1, el sistema de siembra automatizado 100 puede incluir un sistema de mapeo 102 y un sistema de siembra de vainas 104. El sistema de mapeo 102 y el sistema de siembra de vainas 104 pueden implementarse cada uno en una plataforma de transporte móvil, tal como un vehículo aéreo no tripulado (UAV), Satélite u otra plataforma móvil. Aunque las realizaciones de la presente invención se discuten generalmente con referencia a un UAV, también se puede usar cualquier otra plataforma móvil. En algunas realizaciones, una única plataforma de transporte móvil puede incluir el sistema de mapeo 102 y el sistema de siembra de vainas 104. En algunas realizaciones, las plataformas de transporte móviles pueden incluir uno del sistema de mapeo 102 y el sistema de siembra de vainas 104 y pueden configurarse con los componentes específicos de ese particular sistema.

[0055] Como se muestra en la Figura 1, el sistema de mapeo 102 puede incluir sensores 106, módulo de control de vuelo 108 y módulo de mapeo 110. En algunas realizaciones, los sensores 106 pueden incluir sensores electromagnéticos tales como sensores visuales, multiespectrales, hiperespectrales, RADAR, LiDAR e infrarrojos. En algunas realizaciones, los sensores 106 del sistema de mapeo 102 pueden incluir uno o más módulos de comunicación inalámbrica que incluyen GPS u

otros datos de seguimientos inalámbricos, GSM u otro módulo de red móvil. En algunas realizaciones, los datos meteorológicos actuales, históricos y previstos pueden ser recibidos en un dispositivo dedicado de comunicaciones meteorológicas. En algunas realizaciones, el módulo de control de vuelo 108 puede incluir sistemas de control y guiado específicos para la plataforma móvil en uso. Por ejemplo, para un UAV de cuatro helicópteros de tipo helicóptero, el módulo de control de vuelo 108 puede incluir controladores para cada rotor y un sistema de prevención de colisión. La posición, la dirección y la velocidad del UAV pueden entonces controlarse basándose en el control independiente de cada rotor. En algunas realizaciones, el módulo de mapeo 110 puede identificar características geográficas y geológicas de un área usando datos de sensor recogidos por los sensores 106. Las realizaciones del sistema de mapeo se describen con más detalle a continuación.

[0056] En algunas realizaciones, el sistema de siembra de vainas 104 puede incluir uno o más sensores 112, módulo de control de vuelo 114 y módulo de orientación 116. En algunas realizaciones, los sensores 112 pueden incluir un módulo GPS, o sensores visual, multiespectral, hiperespectral, RADAR, LiDAR e infrarrojo y cámaras visuales que registran dónde se siembra cada vaina y registran el entorno del proceso de

entrega de la vaina. En algunas realizaciones, los sensores pueden incluir módulos de comunicación tales como receptores, transmisores, transceptores, etc., el módulo de control de vuelo 114 puede incluir un módulo de comunicaciones para
5 obtener órdenes de vuelo de un usuario, otra plataforma de transporte móvil u otro sistema. El módulo de orientación 116 puede incluir un módulo de comunicaciones para obtener comandos de orientación de un usuario, otra plataforma de transporte móvil u otro sistema. En algunas realizaciones, el
10 módulo de orientación 116 puede enviar automáticamente un comando de disparo para el sistema de control de disparo 118 basado en la ubicación (por ejemplo, cuando la ubicación actual del GPS está dentro de una distancia umbral de un lugar predefinido). En algunas realizaciones, el módulo de
15 orientación 116 puede enviar una orden de disparo para el sistema de control de disparo 118 a intervalos predefinidos. Por ejemplo, una vez que se determina que el sistema de siembra de vainas 104 está en una ubicación especificada, se envía una orden de disparo cuando el sistema de siembra de
20 vainas atraviesa una distancia predefinida. En algunas realizaciones, una vez que el sistema de siembra de vainas 104 está cerca de una ubicación predefinida, se muestra a un usuario una visualización en vivo del área objetivo vista desde el sistema de siembra vainas 104, permitiendo al

usuario seleccionar una ubicación particular antes de enviar la orden de disparo.

[0057] En algunas realizaciones, el sistema de control de disparo 118 puede permitir la siembra utilizando el sistema de entrega de vainas 120. Por ejemplo, el sistema de control de disparo 118 puede determinar una posición geográfica de la plataforma de transporte móvil usando los datos recibidos del módulo de control de vuelo 114 y compararlo con un patrón de siembra. Si la posición geográfica de la plataforma de transporte móvil está dentro de una distancia umbral de una ubicación sobre la plataforma de plantación, el sistema de control de disparo 118 puede enviar el disparo de la liberación de una vaina. En algunas realizaciones, el sistema de control de disparo 118 puede causar mecánicamente una parada para ser liberada en el sistema de liberación 126 y/o provocar el disparo del sistema de propulsión de vaina 124. En algunas realizaciones, el sistema de control de disparo 118 puede incluir una ayuda de alineación usando un proyector o láser apuntando hacia abajo para mostrar dónde la vaina puede ser sembrada en el suelo antes de que se dispare. Cuando el sistema de control de disparo determina que el sistema de siembra de vainas está alineado en el objetivo (por ejemplo, basado en la comparación de la ubicación del sistema de siembra de vainas con el patrón de siembra y/o

usando la ayuda de alineación) el sistema de control de disparo 118 puede instruir al sistema de suministro de vainas 120 para disparar.

[0058] En algunas realizaciones, el sistema de control de
5 disparo 118 puede incluir un sistema de seguridad para reducir el riesgo de que una vaina golpee a una persona o animal. Por ejemplo, se puede usar una imagen térmica para detectar un objeto caliente dentro de un área objetivo. En algunas realizaciones, se puede usar un buscador de
10 distancias, tal como un buscador de ultrasonidos o infrarrojos, para detectar si un objeto está en el área objetivo e inhabilitar el mecanismo de disparo. En algunas realizaciones, un sistema de reconocimiento visual puede ser emparejado con un formador de imágenes térmico para
15 identificar objetos en el área objetivo. El sistema de seguridad puede enviar una alerta a un usuario para revisar el área de destino cuando se detecta un objeto. En algunas realizaciones, en las que está en uso la siembra automatizada, el sistema de liberación 126 puede ser
20 desactivado y el sistema de siembra de vainas 104 puede ser instruido para reubicarse al siguiente objetivo.

[0059] En algunas realizaciones, el aparato de entrega de vainas se puede emparejar con una pantalla de visión a ras de tierra que aumenta el campo visual para mostrar el área de

orientación. El área de focalización se puede mostrar con una superposición que puede identificar uno o más patrones de siembra, lugares donde es seguro plantar, lugares donde no es seguro plantar, y/o áreas de siembra preferidas. En algunas realizaciones, la superposición se puede filtrar en base a especies, tipo de vaina y otros datos de siembra. Cuando se detecta un área por el sistema de seguridad, se puede proyectar una imagen (por ejemplo, una cruz roja) para demostrar que no es seguro disparar. El sistema de seguridad se puede configurar para desactivar automáticamente el mecanismo de disparo, o simplemente para ser utilizado como una ayuda manual.

[0060] Como se muestra en la figura 1, el sistema de entrega de vainas 120 puede incluir una o más vainas 122, un sistema de propulsión de vaina 124, y/o un sistema de liberación de vaina 126. Como se describe más adelante, cada vaina puede incluir una cubierta de vaina, una tapa y una carga útil. La carga útil puede incluir material de plantación (tal como una semilla o una plántula) y una matriz/gel de soporte (tal como tierra, nutrientes u otro material). La carga útil puede variar dependiendo del tipo de semilla incluida en la vaina y de las condiciones del lugar de siembra. El material de siembra puede incluir varios tipos de semillas, esquejes u otro material vegetal que se pueda

sembrar. En algunas realizaciones, la envoltura y/o tapa pueden estar diseñadas para colapsar o perforar al disparar, aterrizar o entrar en el suelo, para permitir que la semilla crezca fuera de la vaina inmediatamente y permita que entre
5 agua.

[0061] El sistema de propulsión de vaina 124 puede incluir un sistema de propulsión neumático o hidráulico en el que se introduce alta presión de gas o agua en una cámara que incluye una vaina que fuerza a la vaina hacia abajo de un
10 cañón y hacia un objetivo. En algunas realizaciones, el gas de alta presión se puede generar a través de una reacción química (por ejemplo, usando pólvora u otro propulsor sólido o líquido) o a través de un cilindro de gas comprimido. El sistema de propulsión de vaina 124 también puede incluir
15 mecanismos de lanzamiento mecánico o eléctrico. El sistema de liberación de vaina 126 puede usarse para dejar caer vainas por gravedad que no requieren propulsores adicionales. Las realizaciones del sistema de siembra de vainas 104 se discuten más adelante.

20 [0062] La figura 2 ilustra un ejemplo de un sistema de siembra de vainas 200, de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra en la figura 2, un sistema de siembra de vainas puede incluir una plataforma de transporte móvil 202, tal como un vehículo aéreo no tripulado

(UAV), un alimentador 204, un aparato de plantación 208 y vainas 210 para plantar. En algunas realizaciones, la plataforma 202 puede ser un UAV de tipo cuadricóptero o dron. En algunas realizaciones, la plataforma 202 puede incluir un
5 dron de ala fija, un avión dirigido rotatorio, un dirigible, un avión o un helicóptero operado manualmente, un avión ultraligero u otro vehículo aéreo. En algunas realizaciones, la plataforma 202 puede incluir diversos vehículos terrestres tales como un tractor, un automóvil, una bicicleta, una
10 motocicleta, un carro empujado a mano, un vehículo de tracción animal, un sistema robótico terrestre o cualquier otra plataforma terrestre.

[0063] En algunas realizaciones, el sistema de siembra de vainas 200 puede incluir múltiples áreas de almacenamiento
15 que incluyen un alimentador 204 que incluye vainas que están listas para plantar, y un sistema de almacenamiento en frío que puede contener vainas mientras está en tránsito, antes de que las vainas estén listas para plantar . En algunas realizaciones, los sistemas de almacenamiento en frío pueden
20 mantenerse en diversas ubicaciones accesibles al sistema de siembra de vainas en las que el sistema de siembra de vainas puede recibir vainas mientras se dirigen a lugares de siembra. El almacenamiento en frío puede usarse para reducir

la tasa de crecimiento de las semillas y/o para conservar las semillas.

[0064] Como se muestra en la figura 2, la plataforma móvil 202 se puede integrar con el alimentador 204 y el aparato plantador 208 en un único sistema de siembra de vainas 200. En algunas realizaciones, el aparato plantador 208 puede montarse directamente a la plataforma móvil 202, o puede montarse a través de un sistema de cardán que puede dirigir El sistema de siembra de vainas en cualquier dirección. En realizaciones en las que el aparato plantador 208 está montado a través de un cardán, puede estar centrado sobre el fondo de la plataforma 202 proporcionando una vista del suelo y los alrededores de la plataforma cercana a 360 grados. El uso de un cardán puede mejorar la precisión de la orientación en condiciones climáticas adversas (por ejemplo, cuando los fuertes vientos hacen que la plataforma 202 se desplace), así como durante las operaciones de siembra en colinas escarpadas donde se necesita una vaina para plantar en la colina.

[0065] En algunas realizaciones, los componentes de siembra (p. e., el alimentador 204, el aparato plantador 208) pueden conectarse a una plataforma separada (por ejemplo, un dron u otro UAV), tal como a través de un conector accesorio montado en carril u otra conexión o pueden incorporarse en un dispositivo independiente. Por ejemplo, el aparato de entrega

de vainas 204 se puede incorporar en un sistema basado en tierra, tal como un tractor o un dron terrestre. En algunas realizaciones, el aparato de entrega de vainas 204 puede usarse como un sistema de mano. Por ejemplo, el aparato de entrega de vainas 204 puede incluir un mango o correa y un mecanismo de gatillo accionado manualmente, que permite que el aparato de suministro de vainas sea alineado manualmente y disparado. En algunas realizaciones, el aparato de entrega de vainas 204 puede configurarse para ser atado con correa a la pierna de un usuario. Un sensor de presión en la correa del aparato de entrega de vainas 204 puede detectar los pasos del usuario y el sistema de control de disparo 118 puede disparar un aparato de entrega de vainas. Tales formas de realización accionadas manualmente reducen el riesgo para los operadores humanos usando herramientas manuales, tales como palas, y riesgo de lesión debido a movimientos repetitivos en terrenos difíciles. Además, las vainas no adaptadas para el vuelo pueden usarse con componentes de plantación operados manualmente.

[0066] En algunas realizaciones, el aparato de entrega de vainas 204 puede incluir un aparato de orientación que incluye un sistema de navegación a bordo que utiliza los datos de GPS u otros sensores para determinar la ubicación del sistema de siembra de vainas 200 en relación con los

lugares de siembra identificados en un patrón de siembra. El aparato de orientación puede utilizarse para coordinar el posicionamiento del sistema de siembra de vainas 200 de acuerdo con el patrón de siembra, permitiendo la entrega de
5 vainas a lugares especificados dentro o sobre la tierra.

[0067] En algunas realizaciones, el aparato 204 de entrega de vainas puede incluir un software de control que automatiza las actividades de la plataforma de transporte móvil 202 aérea y/o terrestre y el aparato 204 de entrega de vainas
10 basándose en los patrones de siembra. En algunas realizaciones, en las que el sistema de siembra de vainas incluye múltiples plataformas de transporte móviles, el software de control puede coordinar las actividades de cada plataforma de transporte móvil 202 para reducir el riesgo de
15 colisión entre las plataformas de transporte móviles 202 y otros obstáculos e intentar mejorar la eficiencia de las actividades de siembra del sistema de siembra de vainas 200.

[0068] En algunas realizaciones, el aparato de entrega de vainas 204 puede incluir un dispositivo sensor de a bordo que
20 puede capturar datos relativos a vainas entregadas por el aparato de entrega de vainas. Por ejemplo, cada vaina puede incluir varios sensores que detectan la posición, la orientación, la integridad estructural y las condiciones ambientales asociadas con la vaina en la siembra. Estos datos

pueden ser comunicados desde la vaina al aparato de entrega de vaina 204 y utilizados para confirmar, por ejemplo, si la vaina ha sido entregada a la posición correcta, si la vaina ha sido dañada y, de ser así, el grado (por ejemplo, la profundidad) a la que la vaina ha penetrado en el suelo, confirmar el ángulo en que la vaina ha sido entregada en el suelo, y/o confirmar si el aparato de entrega de vainas ha fallado o funcionado de otra manera.

[0069] En algunas realizaciones, la plataforma 202 puede llevar un módulo GSM (módem para comunicarse en recepción y transmisión) e informar sin pasar por la estación terrestre si está disponible la conectividad GSM. Esto permite la posibilidad de patrocinar vainas individuales o siembras particulares. Cuando la vaina se siembra, la plataforma puede grabar y subir un video corto junto con las coordenadas GPS de la siembra. En algunas realizaciones, la captura de video puede iniciarse por el disparador para el mecanismo de disparo para capturar solamente cada vaina de semillas que se dispara. En algunas realizaciones, la subida de video se produce después de que cada vaina se siembra.

[0070] En algunas realizaciones, la plataforma de transporte móvil puede ser lanzada desde una variedad de plataformas. Por ejemplo, las plataformas terrestres pueden ser lanzadas desde tierra, plataforma, vehículo automóvil,

dispositivo de lanzamiento (por ejemplo, catapulta), manual (por ejemplo, lanzado); plataformas acuáticas pueden ser lanzadas, por ejemplo, directamente fuera del agua, de escenarios de agua (por ejemplo, muelle, balsa), vehículos acuáticos (por ejemplo, barco); Plataformas aéreas pueden ser lanzadas, por ejemplo, desde otro avión no tripulado (por ejemplo, aviones de ala fija de largo tiempo de vuelo), aviones tripulados, dirigible, etc. El lanzamiento de los drones de una variedad de plataformas permite un mayor alcance de los drones de siembra en áreas remotas.

[0071] La figura 3 ilustra un diagrama de alto nivel de un aparato de entrega de vainas 300, de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra en la figura 3, un aparato de entrega de vainas puede incluir un alimentador 302 que carga vainas en una cámara 304 que está conectada a un cañón 306. Un mecanismo de disparo 308 puede dirigir una vaina cargada en la cámara 304 por el alimentador 302 a través del cañón 306 hacia un área objetivo. En algunas realizaciones, el mecanismo de disparo puede dirigir las vainas usando un propulsor que incluye un propelente sólido, líquido o de gas que puede dispararse usando un disparador eléctrico o mecánico. Tras la ignición, el gas propelente puede dirigirse a la cámara, forzando la vaina fuera del aparato de suministro de vainas a través del cañón. En

algunas realizaciones, el mecanismo de disparo 308 puede incluir gas comprimido que se libera a través de una válvula controlada eléctricamente para ser utilizada como propelente. En algunas realizaciones, el mecanismo de disparo 308 puede

5 dirigir las vainas a través del cañón activando una liberación, lo que hace que las vainas caigan a través del cañón sin el uso de un propelente. En algunas realizaciones, el mecanismo de disparo 308 puede incluir una cámara propulsada por resorte activada mecánicamente. La cámara

10 propulsada por resorte puede liberarse usando una válvula, disparador u otro mecanismo de liberación controlado electrónicamente. Un sistema de control de disparo puede liberar el resorte al disparar, propulsando, la vaina por el cañón. El muelle se puede volver a cargar manualmente (por

15 ejemplo, mediante un usuario que arme el resorte) o automáticamente (por ejemplo, un mecanismo de carga controlado electrónicamente).

[0072] En algunas realizaciones, el alimentador 302 puede incluir una tolva (por ejemplo, un recipiente que guíe las

20 vainas en la cámara de carga usando una alimentación por gravedad). Como se discute más adelante, las vainas pueden incluir superficies de estabilización y orientación que gestionan y controlan las vainas en vuelo. Se puede usar una tolva con, por ejemplo, vainas de gravedad que se liberan sin

el uso de propelentes adicionales o en aplicaciones en las que no se requiere orientación y alimentación precisas de vainas.

[0073] En algunas realizaciones, el alimentador 302 puede
5 incluir un cargador fijo o extraíble, en el que se carga cada vaina. Por ejemplo, puede utilizarse un almacén de cajas y funcionar de forma similar a los cargadores usados en armas de fuego y pistolas de aire, e incluir una carga de resorte en el que se cargan las vainas. A medida que se dispara cada
10 vaina, el resorte empuja la vaina siguiente a su posición. En algunas realizaciones, el cargador puede incluir sensores de humedad y sensores de presión para detectar si las vainas se han abierto o degradado en el cartucho. De manera similar, se puede usar un depósito de tubo o tambor para alimentar las
15 vainas en la cámara en lugar de un depósito de caja. En algunas realizaciones, las vainas pueden cargarse en una correa y alimentarse a la cámara 304. Un mecanismo de trinquete controlado eléctrica o mecánicamente puede entonces alimentar la correa a través de la cámara.

20 [0074] Aunque se muestra un alimentador único conectado a un solo cañón, esto es para simplificar la descripción y no pretende ser limitativo. Como se discute más adelante con respecto a la Figura 6, en algunas realizaciones, se pueden conectar múltiples alimentadores a un solo cañón. En algunas

realizaciones, el aparato de entrega de vainas puede incluir múltiples cañones, cada uno conectado a uno o más alimentadores. En algunas realizaciones, un alimentador puede incluir diferentes tipos de vainas. Como se discute más
5 adelante, las vainas especializadas diseñadas para romper el suelo, agregar nutrientes, o de otra manera preparar un área para la siembra se pueden mezclar con las vainas de la semilla en el alimentador en una proporción particular para condiciones dadas del terreno.

10 [0075] En algunas realizaciones, el cañón 306 puede ser un cañón cilíndrico con un diámetro de orificio correspondiente al tamaño de las vainas que se utilizan. Cañones de mayor diámetro pueden acomodar vainas más grandes, y cañones de menor diámetro pueden acomodar vainas más pequeñas. En
15 algunas realizaciones, en las que se usan vainas de diferentes tamaños con el mismo cañón, las vainas pueden incluir un casquillo para asegurar un sellado adecuado entre la vaina y el casquillo y el cañón. En algunas realizaciones, la longitud del cañón puede variar desde una longitud
20 sustancialmente equivalente a la longitud de una vaina hasta varios metros de longitud (por ejemplo, que se extiende desde la plataforma móvil hasta el suelo).

[0076] En algunas realizaciones, se puede usar un cañón con un diámetro de ajustable dinámicamente. El cilindro puede

estar hecho de un material flexible y puede ser ajustable usando uno o más diafragmas (tal como el iris de una cámara) dispuestos en la longitud del cañón proporcionando un cañón casi cilíndrico que puede ajustarse para el tamaño de las vainas. Esto elimina la necesidad de múltiples tamaños de cañones para dar cabida a varios tamaños vainas.

[0077] En algunas realizaciones, el cañón 306 puede ser de superficie lisa o rayada. En el caso de que el cañón sea rayado, se puede seleccionar la velocidad de torsión del rifle según el tipo de propelente utilizado, el tamaño y el peso de la vaina utilizada, la longitud del cañón y otros factores para asegurar que el ánima es suficiente para estabilizar la vaina en vuelo. Se pueden usar ánimas convencionales o poligonales. Como se discute más adelante, en algunas realizaciones, cada vaina puede incluir aletas u otras superficies de control que imparten espín después de abandonar el cañón, mejorando la precisión de las vainas en vuelo. Estas vainas no requieren estabilización adicional y se pueden disparar desde cañones lisos.

[0078] En algunas realizaciones, el mecanismo de disparo 308 puede incluir un sistema accionado neumático o hidráulico. Como se discute más adelante con respecto a la figura 4, en algunas realizaciones, gas presurizado, de un cilindro de gas comprimido o generado a través de una

reacción química (por ejemplo, pólvora u otro propelente), se puede pasar de una cámara de alta presión a una cámara de baja presión (por ejemplo, cámara 304) a través de una cámara de una válvula, forzando la vaina a través del cañón. La
5 válvula puede ser abierta por un solenoide eléctrico que está controlado por un mecanismo de disparo. La válvula puede estar en línea entre la cámara de gas presurizado y la cámara de la vaina. En algunas realizaciones, se puede usar agua presurizada en lugar de gas presurizado. El agua se puede
10 pasar de una cámara de alta presión a una cámara de baja presión a través de una válvula, el agua entonces empuja la vaina a través del cañón. Esto tiene la ventaja de regar la vaina y el suelo inmediatamente después de la entrega.

[0079] En algunas realizaciones, se puede usar un
15 mecanismo de disparo mecánico. Por ejemplo, se puede usar un sistema de rueda giratoria simple o doble (como un lanzador automático de béisbol o un lanzador de cricket) para disparar cada vaina usando el momento angular de la rueda. En algunas realizaciones, se puede utilizar un brazo robótico para
20 alcanzar desde el sistema de entrega de vainas, plantar la vaina directamente en el suelo y preparar el terreno cavando un orificio o simplemente empujar la vaina al suelo. En algunas realizaciones, la energía mecánica puede almacenarse

en una banda elástica y/o resorte que puede ser transferida a una vaina directamente o a través de un pistón.

[0080] En algunas realizaciones, puede usarse un sistema de liberación por gravedad. Las vainas pueden pasar a la
5 cámara a través de una tolva o alimentador similar. Un tope en la cámara o en el barril puede ser accionado por un gatillo que libera una vaina por el cañón. La vaina cae por el cañón por gravedad hacia el objetivo. En algunas realizaciones, un sistema de orientación puede medir la
10 liberación de cada vaina basándose en datos de sensor que rastrean la velocidad del aparato de administración.

[0081] El aparato de entrega de vaina 300 puede incluir además un disparador, que puede incluir un módulo mecánico o electrónico que inicia el disparo de la vaina. Este módulo
15 puede conectarse directamente a una computadora de a bordo desde el que recibe instrucciones de disparo, o conectado de forma inalámbrica desde una estación terrestre o mediante un operador humano. En algunas realizaciones, el disparador puede tener un mecanismo a prueba de fallos (por ejemplo, una
20 orden electrónica para instruir al disparador que se permite disparar basándose en la adquisición del área objetivo, el mecanismo de siembra de vainas está en una región de "seguridad para disparar" Es decir, no en áreas predeterminadas fuera de límites), vinculado a un monitor del

mecanismo de disparo que está en un estado apto para disparar). En algunas realizaciones, el mecanismo de disparo puede incluir un microcontrolador y un soporte electrónico que comunican a través de un canal de comando en serie, cableado o inalámbrico, para recibir instrucciones de disparo.

[0082] La figura 4 ilustra un diagrama de un aparato de entrega de vainas, de acuerdo con una realización de la presente invención. El ejemplo mostrado en la figura 4 utiliza un cilindro de gas comprimido como propelente. Esto se proporciona para simplificar la explicación. Como se discutió anteriormente, se pueden usar diversas formas de propulsor y mecanismos de disparo con las realizaciones de la presente invención.

[0083] Como se muestra en la figura 4, se puede insertar un cilindro de gas comprimido 402 en el mecanismo de disparo 308. El cilindro de gas comprimido 402 puede incluir aire, dióxido de carbono, nitrógeno o cualquier otro gas comprimido. En esta realización, el mecanismo de disparo 308 incluye una cámara de alta presión 404 y una válvula 406 conectada al cilindro de gas comprimido 402. La válvula 406 puede incluir un conjunto de válvula roscada en el que se conecta el cilindro de gas comprimido 402, permitiendo que nuevos cilindros sean añadidos cuando los cilindros antiguos

están agotados. Cuando se conecta un cilindro de gas comprimido a la válvula 406, se puede liberar aire comprimido hasta alcanzar el equilibrio en la cámara de alta presión 404. En algunas realizaciones, la cámara de alta presión 404
5 puede incluir un sensor de presión configurado para medir la presión en la cámara de alta presión 404. La válvula 406 puede ser una válvula controlada por computadora conectada al sensor de presión y configurada para cerrar la válvula 406 una vez que se ha alcanzado una presión predeterminada en la
10 cámara de alta presión 404. Esto permite controlar la presión del gas propulsor basándose en la aplicación. Por ejemplo, diferentes vainas pueden ser capaces de manejar diferentes cantidades de presión antes de arruinarse estructuralmente. Además, dependiendo del tipo de semilla que se esté
15 sembrando, pueden ser necesarias diferentes profundidades de siembra. Al dirigir la presión en la cámara de alta presión 404, la profundidad de siembra puede controlarse a través de diferentes terrenos.

[0084] En algunas realizaciones, se puede usar un
20 compresor a bordo en lugar de un cilindro de gas comprimido. El compresor puede estar configurado para presurizar la cámara de alta presión 404 a una presión predeterminada y puede ser controlado por computadora para variar dinámicamente la cantidad de presión utilizada.

[0085] Tal como se ha descrito anteriormente, el mecanismo de disparo 308 puede conectarse a la cámara 304, en la que se cargan una o más vainas 408 antes de disparar el cañón 306. La cámara 304 puede ser una cámara de baja presión conectada a la cámara de alta presión 404 a través de la válvula 410. La cámara de baja presión 304 no puede ser controlada por presión u otro modo presurizado (por ejemplo, la presión puede ser sustancialmente equivalente a la presión de aire ambiente). En algunas realizaciones, la válvula 410 puede ser una válvula accionada mecánica o eléctricamente. El cañón 306 o la cámara 304 puede incluir uno o más topes flexibles (por ejemplo, tapones de caucho) 412 para mantener la vaina 408 en posición antes del disparo. Cuando se activa la válvula 410, el gas de alta presión procedente de la cámara de alta presión 404 fluye hacia la cámara de baja presión 304 y fuerza la vaina 408 hacia abajo del cañón 306.

[0086] En algunas realizaciones, el cilindro de gas comprimido 402 puede conectarse directamente (o a través de un sistema de válvula) a la válvula 410 de manera que cuando se acciona la válvula 410, el gas comprimido del cilindro de gas 402 fluye a través de la válvula 410 a la cámara de baja presión 304, forzando a la vaina 408 fuera del cañón 306.

[0087] Las Figuras 5A y 5B ilustran un diagrama de un aparato de entrega de vainas alternativo 500, de acuerdo con

una realización de la presente invención. La figura 5A muestra un aparato neumático de entrega de vainas 500 en una posición inclinada o lista para disparar. Como se muestra en la figura 5A, en la posición lista para disparar, el perno 502 está en una posición elevada con relación al cañón 504. En algunas realizaciones, el aparato de entrega de vainas se puede colocar manualmente en la posición acodada usando el mango de carga 506. El mango de carga 506 puede conectar el perno 502 al percutor 508. Cuando está armado, el percutor 508 es presionado contra el resorte del percutor 510, cargando el resorte del percutor. En algunas realizaciones, uno o más topes 511 controlados por disparador en el receptor 512 pueden sostener el percutor 508 en la posición armada. En algunas realizaciones, la presión de aire puede mantenerse mediante el regulador 514. Como se ha descrito anteriormente, la presión de los gases propulsores puede mantenerse a diferentes niveles dependiendo de la aplicación de siembra particular. Esto permite que diferentes presiones se utilicen para diferentes vainas, terrenos y otros factores para aumentar la probabilidad de una siembra exitosa. En algunas realizaciones, el regulador 514 puede ser control del gas comprimido recibido desde un cilindro de gas comprimido o un compresor (no mostrado) conectado al regulador.

[0088] Como se muestra en la figura 5B, cuando se dispara, se pueden liberar los topes controlados por disparador 511. El resorte de percutor 510 puede entonces forzar al percutor 508 hacia abajo en el receptor 512, hasta que impacta la
5 válvula de disparo 516. Al impacto, se abre la válvula de disparo 516, comprimiendo el resorte de la válvula de disparo 518, permitiendo que el aire comprimido fluya desde el regulador 514 hacia la entrada 520. En la posición disparada, el perno 502 está alineado 522 con la entrada 520 y con el
10 cañón 504. El aire comprimido se dirige desde la entrada 520 a través del perno 502 y dentro del cañón 504, propulsando la vaina 524 al objetivo. Después de disparar, el resorte de válvula de disparo 518 cierra la válvula de disparo 516 y el aparato de entrega de vaina está listo para ser armado y
15 disparado nuevamente. En algunas realizaciones, el mango de carga 506 puede ser armado manualmente por un usuario o armarse automáticamente por un mecanismo de armado.

[0089] Las figuras 6A y 6B ilustran un diagrama de un aparato de entrega de vainas alternativo 600, de acuerdo con
20 una realización de la presente invención. Como se muestra en la figura 6A, se puede usar un aparato mecánico de entrega de vainas para poner en marcha cada vaina. Un pórtico 602 puede incluir un soporte de vaina 604 en el que se inserta una vaina 606. El pórtico 602 puede montarse en carriles 608 a

través de soportes lineales 610. El pórtico 602 también se puede conectar a un tornillo de aseguramiento 612 a través de un embrague 614. En algunas realizaciones, con el embrague 614 acoplado a un motor engranado o mecanismo similar, puede girar el tornillo de aseguramiento 612, elevando el pórtico 602 a una posición de disparo y estirando los resortes 616. En algunas realizaciones, el pórtico de la posición de disparo 602 se eleva hasta, puede variar dependiendo de la aplicación de siembra particular. Por ejemplo, se puede usar una posición más alta donde se necesita mayor fuerza en el lanzamiento, y se puede usar una posición inferior cuando se necesita una fuerza menor. Como se muestra en la figura 6B, cuando se libera el embrague disparado 614, desacoplando el pórtico 602 del tornillo de aseguramiento 612, permitiendo que los resortes 616 tiren del pórtico 602 hacia abajo propulsando la vaina al cañón.

[0090] Las figuras 7A-7C ilustran un diagrama de un aparato de entrega de vainas alternativo 700, de acuerdo con una realización de la presente invención. En algunas realizaciones, el mecanismo de disparo 308 puede incluir un mecanismo de pistola para acelerar la vaina fuera del cañón. Como se muestra en la figura 7A, los conjuntos de electroimanes 702 pueden estar dispuestos a lo largo de un cañón 704. Una vaina 706 puede incluir la porción de metal

que es repelido o atraído desde/a los electroimanes. En algunas realizaciones, un soporte de vaina 708, en lugar de la misma vaina, puede incluir la parte de metal que es acelerada por los electroimanes. Como se muestra en la figura 5 7A, un disparador electrónico inicia una secuencia de activación de electroimanes colocados a lo largo del cañón 704. Un primer conjunto de electroimanes 710 puede activarse en el extremo de culata del cañón 704. Los electroimanes 702 pueden activarse luego en secuencia desde la culata a la boca 10 para acelerar la vaina fuera del cañón. Por ejemplo, como se muestra en la figura 7B, se ha activado el segundo juego de electroimanes 712. Esta secuencia puede continuar hasta que se alcanza el último conjunto de electroimanes 714 y la vaina sale del cañón 704. En algunas realizaciones, los topes en el 15 cañón 704 pueden impedir que el soporte de vaina 708 salga del cañón. El soporte de vaina puede entonces ser devuelto al extremo de culata del cañón para ser cargado con una nueva vaina. En algunas realizaciones, el soporte de vaina 708 puede salir del barril con la vaina 706. El soporte de vaina 20 puede estar configurado para separarse de la vaina al salir o puede configurarse con una o más superficies de estabilización para estabilizar la vaina en vuelo y/o puede ser configurado para absorber la fuerza de impacto al alcanzar el área objetivo.

[0091] En algunas realizaciones, el mecanismo de disparo 308 puede incluir un mecanismo de cañón de riel para acelerar la vaina fuera del cañón. Cada vaina puede incluir un conector metálico que, cuando se carga en la cámara, completa un circuito a través de dos rieles que corren a lo largo del cañón. Los rieles están conectados a una fuente de alimentación, de manera que cuando se carga una vaina, la corriente desciende por un riel, a través de la vaina y sube por el otro riel, generando una fuerza magnética que empuja la vaina fuera del cañón. En algunas realizaciones, un soporte de vaina, en lugar de la propia vaina, puede incluir el conector metálico que es acelerado por los electroimanes.

[0092] La figura 8 ilustra un diagrama 800 de una cámara de un aparato de entrega de vainas con cargador de vainas adjunto, de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra en la figura 8, un alimentador 302 puede incluir una caja almacén. Aunque se muestra una caja almacén en el ejemplo de la figura 8, como se ha descrito anteriormente, se pueden utilizar diferentes tipos de alimentadores dependiendo de la aplicación, vainas, terreno, etc.

[0093] Como se muestra en la figura 8, el alimentador 302 puede incluir un soporte 802 conectado a un resorte 804. Cuando las vainas 806 se insertan en el alimentador 302, las

vainas son presionadas contra el resorte 804 de compresión del soporte 802. En algunas realizaciones, el alimentador 302 puede incluir un tope 808 para mantener las vainas de Introduciéndose prematuramente en la cámara. El tope 808
5 puede ser accionado cuando la válvula 410 está cerrada, permitiendo que la siguiente vaina sea alimentada desde el alimentador 302 después de que se haya disparado la vaina anterior.

[0094] La figura 9 ilustra un diagrama 900 de una cámara
10 de un aparato de entrega de vainas con múltiples almacenes de vainas unidas, de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra en la figura 9, múltiples alimentadores 302 y 902 están unidos a la cámara 304. En este ejemplo, cada alimentador 302, 902 es una caja almacén.
15 Aunque se muestra una caja almacén en el ejemplo de la figura 9, tal como se ha descrito anteriormente, se pueden utilizar diferentes tipos de alimentadores dependiendo de la aplicación, vainas, terreno, etc. Múltiples alimentadores permiten que una sola plataforma móvil lleve vainas de
20 diferentes tamaños para ser disparadas desde el mismo aparato de entrega de vainas.

[0095] Como se muestra en la figura 9, el alimentador 302 puede ser sustancialmente como se muestra en la figura 7. Un segundo alimentador 902 que contiene las vainas más grandes

que el alimentador 302 puede conectarse a la cámara 304 y puede incluir similarmente un soporte 904 conectado a un resorte 906. Cuando las vainas 908 se insertan en el alimentador 902, las vainas son presionadas contra el soporte 5 904 comprimiendo el resorte 906. En algunas realizaciones, cada alimentador 302, 902 puede incluir un tope 808, 910 para impedir que las vainas se introduzcan en la cámara prematuramente y para dirigir la distribución de vainas entre múltiples alimentadores. Los topes 708, 910 pueden ser 10 controladas por computadora, permitiendo que las vainas sean alimentadas selectivamente desde el alimentador 302 o 902 después de que la vaina anterior haya sido disparada.

[0096] Las figuras 10A-10C ilustran ejemplos 1000 de vainas, de acuerdo con realizaciones de la presente 15 invención. Como se muestra en la figura 10A, una vaina puede incluir una envoltura de vaina 1002, una tapa/arriba de vaina 1004, una matriz de soporte/gel 1006, una fuente de alimentación 1008 y uno o más sensores 1010. La matriz de soporte/gel (también denominado material de matriz) puede 20 variar dependiendo del tipo de semilla o de la carga útil incluida en la vaina. El material de matriz 1006 puede incluir suelo, nutrientes, las vainas pueden incluir diversos tipos de semillas, esquejes u otro material vegetal que se pueda sembrar. En algunas realizaciones, la tapa o cierre

puede diseñarse para colapsar o perforar al disparar, aterrizar o entrar en el suelo, para permitir que la semilla crezca fuera de la vaina inmediatamente y permita que entre agua.

5 [0097] La fuente de energía 1008 puede incluir una batería, un panel solar u otra unidad de generación y/o almacenamiento de energía. La fuente de energía 1008 puede proporcionar energía a uno o más sensores 1010 incorporados en la vaina. Como se discute más adelante, la fuente de
10 energía 1008 también puede proporcionar energía a uno o más dispositivos de comunicación inalámbrica incorporados en las vainas. En algunas realizaciones, uno o más sensores 1010 pueden recopilar datos relativos a la composición del suelo o los datos de crecimiento, semillas, plántones, restos,
15 hongos, musgos o protistas, así como la localización, orientación, integridad estructural etc. Uno o más sensores pueden comunicar los datos del sensor a otras vainas, UAV, estaciones base y/u otros dispositivos de comunicación para un análisis posterior.

20 [0098] Además, como se muestra en las figuras 10B y 10C, las vainas pueden incluir compartimentos de forma diferente 1012, 1014 para incluir matriz de soporte adicional, geles, nutrientes, etc. para soportar la carga útil al impacto y

para soportar la planta a medida que crece. Se describen detalles adicionales con respecto a las figuras 11-24.

[0099] Las figuras 11A-11C ilustran los componentes 1100 de una vaina y tapa, de acuerdo con realizaciones de la presente invención. Como se muestra en la figura 11, una vaina puede incluir varios componentes, tales como una tapa 1102 y una carcasa 1104. Aunque las vainas mostradas en la figura 11 son de forma sustancialmente cónica, también se pueden usar formas alternativas. Sustancialmente cónico puede incluir vainas de extremo redondeado o curvado, vainas de punta plana y otras formas sustancialmente cónicas. Cuando la tapa 1102 está montada en su lugar en el extremo del cierre 1101 de la carcasa, como se muestra en la figura 11A, se forma una cavidad 1106 en la que pueden colocarse semillas, nutrientes y otro material de soporte. La carcasa 1104 puede ser una carcasa duro o blanda. En algunas realizaciones, la carcasa 1104 puede incluir nutrientes tales como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, azufre, magnesio y otros nutrientes de plantas y/o micronutrientes. Los nutrientes incluidos en la carcasa pueden seleccionarse en base a las especies de plantas incluidas en la carga útil y/o basadas en nutrientes presentes o ausentes del entorno de siembra. En algunas realizaciones, diferentes porciones de la carcasa pueden incluir diferentes nutrientes, por ejemplo el extremo de

penetración 1103 de la carcasa puede incluir metales para mejorar la capacidad de penetración de la vaina y para añadir micronutrientes tales como cobre, hierro y macronutrientes tales como magnesio, la tierra. Los nutrientes incorporados en la carcasa 1104 pueden provenir de fuentes biológicas naturales o de fuentes sintéticas (componentes individuales mezclados). En algunas realizaciones, los materiales de carcasa pueden incluir materiales biodegradables tales como alcohol polivinílico (PVA) u otros polímeros solubles en agua, materiales biodegradables a luz ultravioleta, gelatina, resina, almidón de maíz, conchas de mar, fibra de carbono, grafeno, cerámica, papel maché u otros materiales.

[0100] En algunas realizaciones, una vaina puede incluir una carga útil en la cavidad 1106. La carga útil puede incluir material de siembra y material de matriz. Por ejemplo, el material de siembra puede incluir cualquiera de semillas, plántulas, brinzales y otras materias vegetales. Material de la matriz puede incluir cualquiera de hongos, bacterias, musgos, protistas, tierra, y sustancias orgánicas o inorgánicas, como fertilizantes o geles utilizados para fomentar el crecimiento de las semillas, plántulas, brinzales, hongos, musgo, protistas y plantas. En algunas realizaciones, la carga útil puede incluir además sensores,

colorantes, dispositivos de comunicación inalámbrica y otros materiales.

[0101] Cuando una vaina impacta el suelo, pueden transferirse fuerzas significativas a través de la vaina a la semilla o carga útil, lo que puede dañar la carga útil. En algunas realizaciones, la carcasa 1104 puede incluir puntos de fractura diseñados para colapsar tras el impacto de la vaina con el suelo. Tales puntos de fractura permiten a las vainas romper de manera predecible y repetible, así como absorber fuerzas de impacto para proteger la carga útil. En algunas realizaciones, la cavidad 1106 puede incluir estructuras internas (por ejemplo, deflectores) diseñadas para restringir el movimiento de la carga útil. Dichas estructuras internas pueden estar diseñadas para colapsar tras el impacto de la vaina con el suelo para absorber las fuerzas de impacto y proteger la carga útil.

[0102] En algunas realizaciones, las vainas se pueden ensamblar manual o automáticamente con varios tipos de carga útil. Por ejemplo, las vainas se pueden ensamblar manualmente llenando la vaina con las semillas, los sensores flojos/no ajustados, etc. a mano o con una herramienta accionada manualmente.

[0103] En algunas realizaciones, como se muestra en las Figs. 11B y 11C, la tapa 1102 puede incluir una tapa

perforada 1108 y un compartimiento 1110. En algunas realizaciones, el compartimiento 1110 puede llenarse con un componente de marcaje de localización tal como pintura, polvo coloreado o sustancia detectable que se abre al disparar o sembrar de tal manera que la ubicación de la vaina de semillas está marcada en el suelo. En algunas realizaciones, se pueden asociar diferentes colorantes de color con diferentes especies de plantas. Por ejemplo, un colorante puede incluir un producto químico que reacciona con los productos químicos en el suelo al plantar y/o con otros componentes de la vaina después de la siembra para producir una frecuencia/reacción observable que puede monitorizarse con un sensor electromagnético (por ejemplo, un sensor infrarrojo o sensor visible). Los colorantes pueden seleccionarse para permitir la activación o desactivación por organismos o productos químicos o propiedades físicas del suelo o las condiciones ambientales. Por ejemplo, los colorantes pueden usarse para detectar indicadores biológicos asociados con organismos tanto activos como inactivos. Los colorantes pueden reaccionar con proteínas de los organismos o ser metabolizados por los organismos que producen un indicador medible por un sensor electromagnético. En algunas realizaciones, los colorantes químicos pueden seleccionarse para identificar diversas propiedades del suelo, tales como

pH, contenido de metales pesados, contenido de carbono, contenido de carbono orgánico, contenido de nitrógeno, contenido de fósforo, etc.

[0104] Las figuras 12A-12C ilustran ejemplos de vainas
5 1200, de acuerdo con realizaciones de la presente invención. Como se muestra en la figura 12A, una vaina puede incluir un componente superior 1202 y un componente inferior 1204. El componente superior 1202 puede incluir uno o más componentes de estabilización 1206. Estos componentes pueden mejorar la
10 estabilidad en vuelo. El componente inferior 1204 puede incluir una tapa 1208 que incluye una carga útil 1210. En algunas realizaciones, como se muestra en la figura 12A, la tapa 1206 puede ser contorneado 1207 para mejorar la estabilidad en vuelo y puede mejorar la penetración del suelo
15 tras la siembra. Aunque los contornos en este ejemplo tienen la forma de un tornillo o espiral, en algunas realizaciones se puede usar un patrón de hoyuelos u otras superficies contorneadas. En algunas realizaciones, como se muestra en la figura 12B, la tapa 1206 puede incluir una punta endurecida
20 1212. La punta endurecida 1212 puede estar hecha de material cerámico, metálico u otro material biodegradable. Como se muestra en la figura 12C, en algunas realizaciones, se puede usar una vaina esférica. La vaina esférica puede incluir dos

mitades 1218, 1220 que cuando se unen forman una cavidad en la que se puede almacenar una carga útil.

[0105] La figura 13 ilustra un ejemplo 1300 de una vaina de doble compartimiento, de acuerdo con una realización de la presente invención. En algunas realizaciones, una vaina puede incluir múltiples sub-compartimentos, tales como un compartimento de tapa 1302 y un compartimento de cuerpo 1304. Los sub-compartimentos permiten el pre-ensamblado de algunos componentes de la vaina, mientras que otros pueden ensamblarse después. Por ejemplo, una semilla 1306 puede ser preenvasada en una tapa, y luego se puede añadir una mezcla nutriente 1310 al componente de cuerpo 1304 antes de cargar. Esto permite que la mezcla de nutrientes se adapte a un entorno de siembra particular basado en datos de campo, reduciendo el tiempo requerido desde la exploración hasta la siembra.

[0106] En algunas realizaciones, los sub-compartimentos se pueden separar por divisores que están diseñados para desintegrarse bajo condiciones particulares (tales como en el impacto, en presencia de agua, etc.). Esto permite que los nutrientes se liberen con el tiempo cuando las condiciones son correctas. Los sub-compartimentos pueden estar hechos del mismo material o de materiales diferentes a la vaina externa. Por ejemplo, la carcasa y/o los divisores pueden estar

diseñados para absorber la fuerza lineal directa en la penetración y romper la fuerza de rebote. Adicionalmente, o alternativamente, la carcasa puede absorber hasta una cantidad determinada de fuerza y luego fracasar según se ha
5 diseñado. En algunas realizaciones, la carga de esfuerzo puede ser impulso corto o fuerza máxima. En algunas realizaciones, las estructuras cruzadas se pueden incluir en las vainas (por ejemplo, durante la fabricación o durante el montaje) que restringen el movimiento y enfoca las fuerzas en
10 direcciones específicas. Por ejemplo, las estructuras de pared delgada se pueden diseñar para absorber las fuerzas de penetración lineal y redirigirlas hacia las paredes de la vaina de semilla que se derrumban cuando la vaina aterriza o entra en el suelo, de esa manera absorbe las fuerzas de
15 impacto y protege la carga útil. El material de la carcasa y/o divisor puede incluir material tejido de malla. El espesor de la carcasa puede variar (por ejemplo, 0,1 mm a 20 mm) para acomodar vainas y plantas más pequeñas y más grandes en diferentes condiciones de terreno, soportar diferentes
20 fuerzas de disparo, soportar diferentes tiempos de almacenamiento, etc.

[0107] Las figuras 14A-14C ilustran un ejemplo de una vaina separable 1400, de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra en la figura 14A, una

vaina 1402 como se ha descrito anteriormente, puede fabricarse para incluir puntos débiles específicos 1404. La figura 14B muestra una sección transversal de la vaina 1402 en uno de los puntos débiles 1404, que en este ejemplo son muescas 1404 en la carcasa. Aunque los puntos débiles mostrados en la figura 14 son muescas laterales que se extienden a lo largo de la carcasa de la vaina, se pueden introducir otros puntos débiles diseñados (por ejemplo, bolsas de gas, perforaciones, etc.) durante la fabricación en la estructura de la carcasa y/o divisores de una vaina 1402. Como se muestra en la figura 14C, al impacto, la vaina 1402 puede fracturarse 1406 a lo largo de los puntos débiles 1404, absorbiendo energía del impacto, protegiendo de este modo la carga útil y exponiendo la carga útil a la superficie de siembra.

[0108] Las figuras 15A y 15B ilustran ejemplos 1500 de cápsulas internas de vainas, de acuerdo con realizaciones de la presente invención. La carga útil de una vaina puede incluir una o más cápsulas. Por ejemplo, como se muestra en la figura 15A, una cápsula 1502 puede incluir nutrientes y materiales de soporte 1504 y una segunda cápsula 1506 puede incluir una semilla 1508 u otro material de siembra. En algunas realizaciones, como se muestra en la figura 15B, una única cápsula 1510 puede incluir tanto la semilla 1512 como

los nutrientes y materiales de soporte 1514. En algunas realizaciones, cada cápsula puede estar hecha de gelatina u otro material que se degrada rápidamente en presencia de humedad. Aunque una sola semilla y cápsulas asociadas se muestran en las figuras 15A y 15B, cada vaina puede incluir múltiples semillas y cápsulas asociadas.

[0109] La figura 16 ilustra ejemplos de cápsulas de vainas 1600, de acuerdo con una realización de la presente invención. En algunas realizaciones, las vainas se pueden preparar usando cápsulas, tales como cápsulas de gelatina. Estas cápsulas se biodegradan rápidamente y pueden incluir muchas cargas útiles diferentes, haciéndolas un componente de vaina simple y rentable. Como se muestra en la figura 16, una sola cápsula 1602 puede ser llenada con una carga útil, incluyendo material de siembra y material de matriz. En algunas realizaciones, las cápsulas pueden ser apiladas. Por ejemplo, se puede formar una cápsula de extremo abierto 1604 apilando dos mitades de cápsula 1606, 1608. Esto forma una vaina de compartimentos múltiples, con la carga útil en el compartimento 1608. Las cápsulas pueden ser apiladas de forma similar para formar una vaina 1610 de varios compartimentos arbitrariamente grande. Tal como se muestra la vaina de varios compartimentos 1610 puede incluir diferentes materiales de carga útil en diferentes compartimentos, tales

como el material de matriz en los compartimentos 1612 y 1614, y material de siembra en el compartimento 1616. Apilando múltiples cápsulas, la vaina puede estabilizarse para el vuelo. Por ejemplo, el compartimento 1616 puede ponderarse para mantenerlo en el punto bajo del vuelo y la longitud añadida de múltiples cápsulas puede mejorar la estabilidad en vuelo.

[0110] Las figuras 17A-17D ilustran ejemplos 1700 de estructuras de estabilización de tapa de vaina, de acuerdo con realizaciones de la presente invención. Como se muestra en la figura 17A, una tapa 1702 puede incluir una estructura de estabilización 1704. La estructura de estabilización puede estar diseñada para impartir un giro a la vaina durante el descenso. Dependiendo del tamaño y peso de la vaina, la longitud y orientación de la estructura de estabilización puede variar. En algunas realizaciones, la estructura de estabilización 1704 puede extenderse después del disparo. La figura 17B muestra una vista en sección transversal de la estructura de estabilización 1706. También se pueden usar diferentes orientaciones de las superficies de estabilización. Por ejemplo, como se muestra en las figuras 17C y 17D, se pueden añadir superficies de estabilización adicionales 1708, 1710 a la estructura de estabilización para mejorar el giro de la vaina. En algunas realizaciones, las

estructuras de estabilización pueden estabilizar el vuelo asegurando una trayectoria aerodinámica (es decir, resistencia en la parte posterior de modo que la parte posterior permanezca detrás de la superficie delantera) y pueden funcionar sin hacer que la vaina gire.

[0111] Las figuras 18A y 18B ilustran ejemplos 1800 de estructuras de estabilización de vainas, de acuerdo con realizaciones de la presente invención. Además de las características de estabilización de la tapa y el cañón, como se ha descrito anteriormente, la carcasa de una vaina puede modificarse para mejorar la estabilidad en vuelo. Por ejemplo, como se muestra en la figura 18A, la carcasa puede ser estriada 1802, haciendo que la vaina gire mientras se dispara a través de un cañón de ánima lisa. La velocidad de paso del estriado 1802 puede variar dependiendo del tamaño y peso de la vaina. En la figura 18B, la carcasa de vaina ha añadido superficies de estabilización 1804. Éstas pueden ser elevadas al salir de la vaina del cañón o pueden ser suficientemente flexibles para viajar a través del cañón sin dañarlas. Esto también permite que una vaina sea disparada desde un cañón de ánima lisa y estabilizada en vuelo. Adicionalmente, las superficies estriadas 1802 y de estabilización 1804 pueden airear el suelo cuando la vaina impacta el suelo. En algunas realizaciones, la carcasa puede

incorporar otras características de estabilización, tales como superficies contorneadas o con hoyuelos para generar giro y estabilizar el vuelo de la vaina.

[0112] Las figuras 19A-19C ilustra ejemplos 1900 de vainas de gravedad, de acuerdo con realizaciones de la presente invención. Como se ha descrito anteriormente, las vainas se pueden sembrar impulsando las vainas fuera de un cañón desde una plataforma móvil. Sin embargo, varias especies de plantas propagan sus semillas usando viento y gravedad. Las realizaciones de la presente invención pueden imitar este comportamiento usando vainas especializadas para gravedad. Estas vainas de gravedad pueden caerse de la plataforma móvil sin necesidad de propulsor adicional. Como se muestra en la figura 19A, un ejemplo de una vaina de gravedad incluyen alas 1902 montadas en la parte superior de una vaina 1904 que incluye una carga útil 1906. El diseño de las alas y la vaina puede estar basado en semillas naturales, tales como sámaras. Las alas dan la vuelta a la vaina 1904 mientras que desciende, estabilizando vuelo y haciendo el lugar de la plantación más predecible.

[0113] Las figuras 19B y 19C muestran realizaciones alternativas de vainas de gravedad. Una ala 1908 se puede unir a una vaina 1910. El ala puede ser conectada usando un enchufe 1912 u otra conexión. En la realización mostrada en

las Figs. 19B y 19C, el ala 1908 funciona como una tapa para la vaina 1910, sellando la abertura de la cámara en la vaina 1910. Al aterrizar, el ala puede caerse o biodegradarse, abrir el tapón y permitir que la humedad y/o la luz entren en la vaina y/o permitir que la planta en crecimiento escape. Como se muestra, la vaina 1910 puede incluir una o más semillas 1914 y la mezcla nutriente y/o de suelo 1916. En algunas realizaciones, se puede añadir una superficie de estabilización 1918 al fondo de la vaina. Esta superficie puede agregar estabilidad al vuelo de la vaina, así como romper el suelo al impacto.

[0114] Las figuras 20A-20D ilustran ejemplos 2000 de vainas de lanza, de acuerdo con realizaciones de la presente invención. Como se muestra en la figura 20A, una vaina de lanza 2002 puede actuar como un marcador de estaca además de suministrar una carga útil. La vaina de lanza 2002 puede incluir una tapa 2004, un panel identificador 2006. Dentro de la vaina de lanza 2002, como en otras vainas como se ha descrito anteriormente, la carga útil puede incluir una o más semillas 2008 y una matriz nutriente/suelo 2010. Como se muestra en la figura 20B, la vaina de lanza 2002 puede penetrar en el suelo 2012 y permanecer en posición vertical. En algunas realizaciones, los sensores en la vaina pueden

detectar y transmitir la orientación, profundidad de penetración y otras características de siembra.

[0115] En algunas realizaciones, una vaina de lanza puede incluir una tapa 2014 endurecida y/o pesada, como se muestra en la figura 20C. La tapa 2014 puede ayudar a la penetración del suelo en suelos densos o terrenos difíciles. Como se muestra en la FIG. 20D, en algunas realizaciones, la semilla y la matriz nutriente/suelo pueden incluirse en una cápsula.

[0116] Las figuras 21A-21C ilustran un ejemplo 2100 de una vaina de lanza multi-componente, de acuerdo con realizaciones de la presente invención. Como se ha descrito anteriormente con respecto a las figuras 20A - 20C, una vaina de lanza puede suministrar una carga útil mientras que también sirve como una estaca de marcador. Como se muestra en la figura 21A, se puede diseñar una vaina de lanza con múltiples componentes que sirven para diferentes propósitos durante el desarrollo de la planta. Por ejemplo, una vaina de lanza puede incluir una vaina de base 2102 que incluye la matriz de siembra y tierra/nutriente 2104. Como se muestra en la figura 21A, la semilla y la matriz suelo/nutriente pueden estar incluidas en una cápsula, sin embargo, en algunas realizaciones, pueden estar sueltas dentro de la vaina base 2102.

[0117] La vaina de lanza también puede incluir un componente protector 2104. El componente protector 2104 puede ser un tubo hueco que sirve como marcador visual y también protege la planta en crecimiento. Por ejemplo, como se muestra en la figura 21B, una vez plantada, la tapa 2106 y la base 2102 pueden comenzar a biodegradarse, abriendo la vaina de lanza al aire y la precipitación, así como exponiendo la planta recién crecida al suelo circundante. Como se muestra en la figura 21C, el componente protector medio puede permanecer en el lugar 2110, protegiendo la planta recién crecida de la depredación y proporcionando soporte estructural a medida que crece.

[0118] Las figuras 22A-22E ilustran ejemplos 2200 de tapas de vaina, de acuerdo con realizaciones de la presente invención. Las tapas son útiles para empaquetar vainas y mantener su contenido en su lugar antes de sembrar. Sin embargo, una vez plantadas, las tapas pueden ser un impedimento para obtener suficiente luz y humedad para la semilla plantada. En algunas realizaciones, la tapa se puede diseñar para superar estas cuestiones. Por ejemplo, como se muestra en la figura 22A, una tapa puede incluir un tapón biodegradable 2202. El material utilizado en la tapa 2202 puede seleccionarse en base a la rapidez con que la tapa necesita biodegradarse. La tapa también puede incluir una

porción estructural 2204 hecha de un material lentamente biodegradable. Esto proporciona rigidez estructural a la tapa y/o vaina.

[0119] En algunas realizaciones, como se muestra en las Figuras 22B y 22C, la tapa puede estar perforada 2206, 2208. Las perforaciones permiten que la humedad penetre en la tapa. Esto puede acelerar la biodegradación y también puede utilizarse para acercar más el proceso de biodegradación a las condiciones ambientales. Por ejemplo, puede ser útil mantener la tapa en gran medida intacta hasta que empiece la temporada de lluvias. Cuando empiezan las lluvias, la tapa perforada se biodegrada rápidamente, exponiendo la semilla a los elementos. De forma similar, como se muestra en las figuras 22D y 22E, una tapa puede incluir una película delgada 2210 esparcida a través de una parte estructural 2212. La película delgada puede ser transparente o translúcida 2214, permitiendo que la luz alcance el interior de la vaina. La película delgada y la porción estructural pueden biodegradarse a velocidades diferentes, como en el ejemplo descrito anteriormente con respecto a la figura 22A.

[0120] Las figuras 23A y 23B ilustran un ejemplo 2300 de una tapa accionada por impacto, de acuerdo con realizaciones de la presente invención. Como se muestra en la figura 23A, se puede conectar una tapa 2302 a una barra de empuje 2304.

La barra de empuje puede extenderse desde la tapa, a través de la vaina y hacia fuera por la parte inferior de la vaina. La vaina como se representa en la figura 23A es como se carga, o en vuelo, con la tapa cerrada y la barra de empuje
5 que se extiende desde el fondo de la vaina. En la figura 23B, la vaina ha sido plantada. La fuerza de impacto es incidente sobre la barra empujadora 2304, obligando a la tapa 2302 a una posición abierta 2306. Esta acción también absorbe energía de impacto y la dirige a la abertura de la vaina,
10 protegiendo la carga útil. Una vez abierto, la humedad y la luz pueden alcanzar la carga útil dentro.

[0121] Las figuras 24A-24C ilustran ejemplos 2400 de vainas especializadas, de acuerdo con realizaciones de la presente invención. En algunas realizaciones, se pueden usar
15 vainas especializadas en diferentes condiciones de terreno. Como se muestra en la figura 24A, se puede usar una vaina especializada 2402 para romper y airear el suelo antes de la siembra. Por ejemplo, la vaina 2402 puede ponderarse para mejorar la penetración y puede incluir superficies de
20 aireación 2404 que aflojan el suelo después del impacto. Como en las vainas de sembradora descritas anteriormente, también se pueden usar características de estabilización, tales como superficies de estabilización, hoyuelos, estriados, etc. para impartir el giro a la vaina 2402, mejorando la aireación al

impacto. En algunas realizaciones, la vaina 2402 puede incluir nutrientes, agua u otro material de siembra que se añade al suelo a medida que se airea.

[0122] Como se muestra en la figura 24B, en algunas realizaciones, se puede insertar una vaina de siembra 2406 en la vaina 2402. Al impacto, la vaina 2402 puede debilitar el suelo y la vaina de siembra 2406 puede añadir su carga útil al suelo debilitado. En algunas realizaciones, se puede usar una capa de nutrientes, gel u otro material para unir la vaina 2402 y la vaina 2406. Después de la siembra, a medida que las vainas se biodegradan, la capa nutriente puede introducirse en el suelo circundante. Como se muestra en la figura 24C, en algunas realizaciones, se puede usar una vaina empujadora 2408 para empujar una vaina previamente plantada en el suelo y romper la vaina previamente plantada. Las vainas empujadoras 2408 pueden dimensionarse para tener el mismo o mayor diámetro que la vaina que se empuja. Las vainas empujadoras se pueden añadir al alimentador de manera que la vaina de plantación y la vaina empujadora se alternen en el orden de encendido. En cada plantación, la vaina de plantación y la vaina empujadora se pueden disparar en rápida sucesión, de manera que la vaina empujadora impacta la vaina de siembra justo después de sembrar.

[0123] En algunas realizaciones, los sensores en cada vaina de siembra pueden indicar una profundidad de siembra. Para aquellas vainas de siembra que han sido plantadas, pero no han sido plantadas a una profundidad predeterminada, un
5 mensaje puede ser enviado de vaina a vaina a través de un sistema de comunicación de vaina para solicitar una vaina empujadora. Una segunda plataforma de transporte móvil se puede enviar a la ubicación de la vaina y disparar una vaina de empuje en la ubicación de la vaina. En algunas
10 realizaciones, la segunda plataforma de transporte móvil puede ser una plataforma terrestre. Como se ha descrito anteriormente, en algunas realizaciones, las vainas pueden adaptarse para cada especie utilizada. Por ejemplo, se pueden usar vainas de diferentes tamaños para semillas de diferentes
15 tamaños.

[0124] La figura 25 ilustra un ejemplo de un sistema de comunicación de vainas 2500, de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra en la figura 25, en algunas realizaciones, una vaina 2502 puede incluir los
20 sensores 2504 que detectan temperatura, nivel de humedad, pH, CO₂, oxígeno, nivel de luz, moléculas orgánicas e inorgánicas, carbono orgánico y otros nutrientes. En algunas realizaciones, los sensores 2504 pueden incluir un módulo de comunicación inalámbrico, tal como un transmisor inalámbrico,

configurado para comunicarse con otras vainas 2504, 2506, estaciones base o receptáculos de transmisor especializados 2508, y/o plataformas de transporte móviles. En algunas realizaciones, las vainas de transmisor especializadas, 5 incluyendo fuentes de energía adicionales y rango de transmisión mejorado se pueden plantar en la misma área que las vainas de siembra. Las vainas de siembra 2502, 2504, 2506 pueden formar una red con la vaina transmisora 2508. Las vainas transmisoras pueden diseñarse de manera que no 10 penetren completamente, permaneciendo expuestas con un panel solar u otro sistema de generación de energía para permitir la transmisión de señales. Por ejemplo, el módulo transmisor 2508 puede incluir una tapa especializada 2510 que incluye un dispositivo de captura de energía 2512 (por ejemplo, panel 15 solar, pintura solar u otro sistema de captura de energía) conectado a una batería u otro sistema de almacenamiento de energía.

[0125] En algunas realizaciones, las vainas pueden comunicarse a través de una red móvil, tal como una red GSM. 20 Las vainas pueden informar sobre el estado del microclima inmediato de la vaina directamente después del disparo (humedad, luz solar, temperatura, pH, actividad sísmica) usando GSM. En algunas realizaciones, el sistema de comunicación de una vaina puede ser una red multi-vaina donde

la mayoría de las vainas pueden transmitir su información a otra vaina donde la otra vaina puede: 1) transmitir de nuevo a otra vaina o 2) transmitir a una vaina que tiene la capacidad de enviar información a un dispositivo no-vaina para enviar información fuera de la red de vaina. En algunas realizaciones, no todas las vainas necesita llevar un módulo de red móvil, en su lugar un subconjunto de vainas (por ejemplo, SubPods) puede llevar un módulo más pequeño (Por ejemplo, un transmisor de radio de 400 MHz), mientras que otro subconjunto de vainas (por ejemplo, CentralPods) puede llevar un módulo de red móvil más grande (por ejemplo, GSM). El módulo de red móvil puede utilizarse para conectarse a una red móvil existente o para conectarse a un dispositivo de comunicación aérea, tal como un UAV. En algunas realizaciones, un CentralPod puede ser colocado cerca del centro de la colección de vainas. El CentralPod puede recopilar información de SubPods circundantes. Una red se puede utilizar con cada vaina para incluir la potencia de procesamiento a bordo y difundir la información de múltiples vainas cuando la información es colectada.

[0126] En algunas realizaciones, se pueden plantar una o más vainas de control en tierra en localizaciones geográficas conocidas. La localización geográfica puede determinarse usando técnicas de navegación por satélite, tales como RTK

GPS, y mediciones absolutas de altura para que las cámaras de control de tierra puedan ser usadas como punto de control de tierra para futuros vuelos de mapas. La vaina de control de tierra se puede plantar de manera que sea visual o
5 electromagnéticamente identificable. Por ejemplo, la vaina de control de tierra puede dispararse para penetrar en el suelo con una tapa que permanece sobre el suelo para ser identificable visualmente desde el aire. Alternativamente, o adicionalmente, la vaina de control de tierra puede
10 transmitir una señal a un UAV que vuela cerca de ella para su identificación. Como se ha descrito anteriormente, las vainas pueden ser cargadas por un panel solar en la tapa. El marcador en la tapa se puede identificar por el color (visual, luminiscente, fluorescente), número, letra, modelo.
15 En el caso de la fluorescencia, se puede usar un láser para iluminar un área grande para excitar el material a una frecuencia determinada en lugar de simplemente usar iluminación solar ambiental. En algunas realizaciones, las vainas se pueden identificar por su orientación, por ejemplo,
20 plantadas en una orientación cuadrada o circular.

[0127] La figura 26 ilustra un ejemplo de un sistema de mapeo 2600, de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 26, el sistema de mapeo 2600 se puede implementar como un UAV 2602. En algunas

realizaciones, el sistema de mapeo 2600 puede implementarse en cualquier plataforma móvil, incluyendo plataformas móviles aéreas, plataformas satelitales y plataformas móviles terrestres. El sistema de mapeo 2600 puede incluir varios
5 sensores para recopilar datos que describen el área circundante que se pueden usar para crear un mapa de las características de la tierra local. En algunas realizaciones, los sensores 264 pueden incluir sensores electromagnéticos tales como sensores visuales, multiespectrales,
10 hiperespectrales, radar, LiDAR e infrarrojos. En algunas realizaciones, el sistema de mapeo 2600 puede incluir uno o más módulos de comunicación inalámbricos que incluyen GPS u otros datos de seguimiento inalámbricos, GSM u otro módulo de red móvil. En algunas realizaciones, los datos meteorológicos
15 actuales, históricos y predichos se pueden recibir en un dispositivo dedicado de comunicaciones meteorológicas. En algunas realizaciones, el sistema de cartografía 2600 puede incluir una fuente de energía 2608 que puede incluir una batería, un panel solar u otra unidad de generación y/o
20 almacenamiento de energía.

[0128] En algunas realizaciones, los datos del sistema de mapeo 2600 pueden ser procesados para crear mapas para la validación de conjuntos de datos de satélite, monitoreo de salud de bosques y cultivos, análisis de composición de

suelos, generación de uno o más patrones de siembra de vainas de semilla y/o mapeo bi- y tridimensional del suelo. En algunas realizaciones, los mapas de vigilancia de la salud pueden incluir evaluaciones ecológicas tales como

5 cuantificación de carbono, recuento de árboles y cuantificación de cultivos, supervisión de árboles y enfermedades de cultivos (por ejemplo, cobertura de hojas, cambio de color, identificación, etc.) y datos de microclima. En algunas realizaciones, se pueden generar mapas de área que

10 muestren detalles topológicos, características del suelo (por ejemplo, identificación de rocas, agua, suelos, tocones y evaluación adicional del contenido de humedad, nutrientes del suelo y otros compuestos), identificación de desechos (por ejemplo, ramas, tocones, raíces, desprendimientos y desechos

15 de equipo forestal), etc.

[0129] Usando los mapas generados a partir de los datos recogidos por el sistema de mapeo 2600, puede generarse un patrón de siembra y una secuencia de plantación. El patrón de siembra y la secuencia de plantación (también denominada

20 "patrón de siembra") pueden identificar lugares de siembra, ángulos de siembra, secuencia optimizada de siembra, adecuación y selección de especies arbóreas, tamaño de vaina y/o velocidad de siembra.

[0130] La figura 27 ilustra un diagrama de bloques de un método de siembra automatizada 2700, de acuerdo con una realización de la presente invención. En 2702, se pueden recibir datos de varios sensores. Como se ha descrito

5 anteriormente, el sistema de mapeo 2000 puede incluir varios sensores, tales como sensores electromagnéticos tales como sensores visuales, multiespectrales, hiperespectrales, radar, LiDAR e infrarrojos. Los datos de entrada sensorial pueden ser recogidos antes, durante y después de la siembra. Los

10 datos del sensor pueden procesarse en 2704 para determinar la información a partir de los datos brutos. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el procesamiento puede incluir el cálculo de la topología tanto de la superficie de base de la tierra como de la altura de cualquier estructura o planta y

15 la aplicación de índices a los datos, por ejemplo NDVI, TCARI/OSAVI, contenido de biomasa, contenido de nitrógeno, etc. El procesamiento puede incluir además características de etiquetado automático identificadas a partir de los datos de entrada sensorial, por ejemplo: estructuras artificiales,

20 rocas, agua, suelo, plantas (por ejemplo, árboles, arbustos y hierbas), escombros (por ejemplo, tocones, troncos, ramas) y otras características. Algoritmos de segundo orden pueden ser aplicados para determinar el tipo de suelo, el pH del suelo, la humedad relativa del suelo, etc.

[0131] En 2706 los datos procesados se pueden utilizar para generar mapas de salida. Los mapas de salida pueden incluir una combinación de varias capas de mapas tanto para la observación humana como para la evaluación computacional.

5 Los mapas de salida pueden usarse para generar un patrón de siembra de precisión y monitorear el éxito de la siembra, pero también pueden usarse para: evaluar la salud de los bosques, incluyendo evaluaciones ecológicas (conteos de carbono, Cambio de rojo), etc.), y análisis de microclimas

10 (medidas localizadas de temperatura y humedad, etc.). En algunas realizaciones, los mapas de salida se pueden usar para validar conjuntos de datos basados en satélites, por ejemplo, disponibles a partir de servicios por satélite. El mapeo realizado después de la siembra utilizada para

15 monitorear el éxito de la siembra también se utiliza para optimizar el patrón de siembra de precisión.

[0132] En 2708, los mapas de salida se pueden usar para generar un patrón de plantación de precisión, como se muestra en las figuras 28 y 29. En algunas realizaciones, el patrón

20 de siembra de precisión puede incluir la localización geográfica de cada lugar de siembra (por ejemplo, teniendo en cuenta la densidad y distribución de siembra), el tipo de planta (por ejemplo, especie o etapa de crecimiento de la planta) que es plantada en cada locación (debido a que

diferentes especies o plantas en diferentes etapas requieren diferentes condiciones en el terreno para optimizar el crecimiento), que tipo de vaina se siembra en cada lugar, el ángulo de cada vaina se siembra, el momento de cada planta de vaina, ya sea pre y post- tipo de tratamiento que es usada en la vaina, características de identificación local asociadas con cada punto de siembra individual usado para re-dirigir el dron de sembrado.

[133] En 2710, el patrón de siembra puede ser cargado a la plataforma de transporte móvil. En algunas realizaciones, el patrón de siembra se divide en múltiples plataformas disponibles (por ejemplo, UAV u otras plataformas). El orden de siembra para cada plataforma puede ser optimizado para el tiempo de vuelo, finalizando la misión de siembra cerca de una estación base para disminuir el tiempo de vuelo sin plantación, capacidad de carga por plataforma para maximizar el número de vainas plantadas por misión, Consideración de los cambios de altitud, etc. El patrón de plantación y el orden de siembra para cada plataforma se suben a cada plataforma. La localización geográfica de la estación base inicial y de la estación base final (es decir, dónde despegar y aterrizar) se puede cargar a cada plataforma. Esta carga se puede actualizar a mediados de vuelo si cambia la posición

final de la estación base. El punto de inicio (punto de tierra de emergencia) se establece y se carga.

[0134] En 2712, la operación de sembrado es ejecutada por las plataformas de transporte móviles, esto puede incluir la
5 siembra real de las vainas. Las entradas de datos adicionales incluyen la densidad del suelo y la presión requerida calibrada para el mecanismo de disparo. De esta manera, el mecanismo de disparo puede optimizar la penetración de vaina para tipos de suelo en una región. Esta calibración es de
10 acuerdo a cada tipo de especie que puede requerir diferentes profundidades de siembra. Las operaciones de siembra pueden implicar la adquisición y el control de objetivos, tales como el uso de datos en tiempo real para confirmar la ubicación de siembra antes de plantar (por ejemplo, que no se han
15 producido cambios importantes en el área de siembra). Como se describió anteriormente, también se pueden realizar varias comprobaciones de seguridad antes de cada siembra, como revisar los datos de imágenes térmicas del objetivo para asegurar que ningún animal o persona bloquea el objetivo. Las
20 operaciones también pueden incluir la navegación, como plantar las vainas en el lugar de siembra predeterminado basado en el patrón de siembra de precisión y usar datos en tiempo real para evitar obstáculos durante la misión de vuelo, por ejemplo, evitando árboles caídos que puedan

obstruir la trayectoria de vuelo. Los sensores en la plataforma pueden detectar obstáculos (por ejemplo, árboles caídos, troncos, ramas, nuevos obstáculos artificiales). Se establecen umbrales para la proximidad. Si se rompen los umbrales de proximidad, las plataformas pueden evitar el obstáculo y reanudar el plan de vuelo.

[0135] En algunas realizaciones, la detección a bordo se utiliza para hacer ajustes para control de vuelo, tales como control de enjambre automático, software supervisor para supervisar el progreso de la plataforma, estado, entradas de sensor y progreso de siembra o software supervisor para intervenir en control de vuelo para asegurar una plataforma seguridad (por ejemplo, detener / iniciar la siembra, detener / pausar / reanudar la misión de vuelo). También se pueden hacer ajustes al mecanismo de disparo basándose en la temperatura, humedad, viento y otras condiciones. El sistema de control de disparo también puede ajustarse, por ejemplo, determinando qué vaina se va a plantar ya sea a partir de múltiples cartuchos con diferentes vainas en cada uno, o utilizando un orden precargado de diferentes vainas en cada cartucho. Ajuste de parámetros de disparo basados en calibración de presión predeterminada y datos en tiempo real. Dispara el mecanismo de disparo basado en todos los parámetros predeterminados y actualizados.

[0136] En algunas realizaciones, la confirmación del éxito de siembra puede usarse para determinar si la vaina fue plantada o no (por ejemplo, debido a un fallo de disparo), error de posición de ubicación de siembra predeterminada, cambios mecánicos de la vaina al plantar y/o penetración superficial (ninguna/parcial/completa). Como se ha descrito anteriormente, la confirmación puede determinarse usando indicadores visuales (por ejemplo, un colorante o polvo liberado de la vaina, si la tapa se puede visualizar por encima de la superficie del suelo, sensores en la vaina, etc.

[0137] En algunas realizaciones, las entradas a las operaciones de siembra pueden incluir vainas de semillas, patrón de plantación de precisión, potencia para la plataforma y mecanismo de disparo, manejo de comandos y datos, y mecanismo de plantación y estado del mecanismo de disparo (por ejemplo, número de disparos restantes).

[0138] En 2714, la plataforma vuelve a la estación base predeterminada. Después de que se dispara la vaina final, la plataforma vuelve a la estación base a una altura que está optimizada para minimizar la colisión con las plataformas que están sembrando en ese momento, y otras plataformas en desplazamiento (por ejemplo, volviendo a tierra o saliendo para sembrar). Esto puede hacerse teniendo un nivel de altura de desplazamiento único o múltiple y/o cada plataforma puede

ser designada un nivel de vuelo único para minimizar el riesgo de colisión. Las plataformas toman en consideración qué otras plataformas están también en el área (por ejemplo, evitar colisiones). Las plataformas se pueden configurar para
5 flotar a una cierta distancia y altura desde la base en una cola de espera. Cuando la estación base está lista, las plataformas pueden volver a la estación base tantas veces como sea posible para la capacidad de la estación base.

[0139] La figura 28 ilustra un diagrama de bloques de un
10 método 2800 de generación de mapas, de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra en la figura 28, en 2802 los mapas de salida generados en la figura 27 pueden ser recibidos. Los mapas de salida pueden incluir diversas características (por ejemplo, NVDI, rocas, agua,
15 suelo, etc.) identificadas basándose en los datos del sensor. Utilizando los mapas de salida, se puede generar un patrón de siembra.

[0140] En 2804, la generación del patrón de siembra puede comenzar por la aplicación de varios umbrales a los datos del
20 mapa de salida. Por ejemplo, un umbral para la colocación y densidad máxima de la roca puede aplicarse a áreas de los mapas de salida para identificar regiones con demasiadas rocas, o muy próximas entre sí, para la siembra. Del mismo modo, los umbrales para el contenido máximo y mínimo de agua

se pueden aplicar a los mapas, y las regiones se pueden identificar sobre la base de esos umbrales. Además, también se pueden aplicar otros umbrales, tales como la proximidad a la sombra, árboles, rocas, etc. Esto permite que los mapas de salida se enriquezcan con datos adicionales basados en las características de los mapas.

[0141] En 2806, se pueden recibir datos adicionales, bien recibidos a través de los sensores en el sistema de mapeo o bien mediante análisis de campo, registros históricos, etc. Estos datos pueden indicar el contenido de nutrientes y otros parámetros de crecimiento para el área. En algunas realizaciones, los mapas de salida enriquecidos pueden marcarse para incluir los datos de nutrientes y los datos de umbral. Cada mapa de salida se puede dividir en una variedad de unidades, cada una representando un área dentro del mapa de salida que se ha enriquecido. Por ejemplo, cada metro cuadrado del mapa de salida puede ser etiquetado con el umbral y los datos de nutrientes. El tamaño de la unidad puede variar dependiendo de la resolución de los mapas de salida y de la resolución de los datos del sensor de entrada.

[0142] En 2808, los mapas de salida enriquecidos y los datos de nutrientes pueden usarse para identificar áreas de plantación dentro del mapa para diferentes especies. En algunas realizaciones, los requisitos de siembra pueden

definirse para cada especie que se está plantando en un área. Los requerimientos de siembra para cada especie se pueden comparar con cada unidad de los mapas de salida enriquecidos. Cada unidad que coincide con los requisitos para una especie en particular puede ser identificada. En 2810, basándose en las unidades de adaptación, se puede generar un mapa de preferencias que identifique las especies que se van a sembrar en qué ubicaciones. El mapa de preferencias puede ser generado para incrementar las posibilidades de crecimiento de las diferentes especies en la zona y puede basarse en especies actuales, éxito histórico de siembra y otros datos.

[0143] En 2812, se genera un patrón de plantación sobre el mapa de preferencias. El patrón de siembra puede definir ubicaciones dentro del mapa de preferencias para cada siembra de cada especie. Cada plantación puede incluir un identificador de especie, un tipo de siembra (por ejemplo, semilla, corte, etc.), tipo de vaina, requisitos de preparación (por ejemplo, aireación, empuje, etc.). El patrón de siembra puede definir ubicaciones basadas en la especie de la planta. Por ejemplo, diferentes especies pueden tolerar diferentes niveles de densidad, ya que un patrón de siembra para una especie puede definir una siembra por metro cuadrado en una región identificada, mientras que un patrón de siembra para una especie diferente puede definir una siembra por

cinco metros cuadrados en una Región de plantación. El patrón de siembra puede usarse entonces como se ha descrito anteriormente con respecto a la figura 26.

[0144] En 2814, después de la siembra, se puede controlar
5 el éxito y el fracaso de cada siembra. En algunas realizaciones, se pueden realizar asignaciones regulares para inspeccionar el estado de cada siembra y recoger datos de sensores de cada vaina plantada. En 2816, basándose en los resultados de la siembra, los parámetros de crecimiento en
10 2806 y los datos históricos en 2810 pueden actualizarse para refinar patrones de plantación subsiguientes, como se discute más adelante con respecto a la figura 28.

[0145] La figura 29 ilustra un diagrama de bloques de un método 2900 de determinación de patrones de siembra, de
15 acuerdo con una realización de la presente invención. En 2902, un módulo de evaluación de siembra puede recibir los datos de mapa de salida 2802 y los datos de supervisión de siembra 2814 descritos anteriormente. En algunas realizaciones, los datos de mapa de salida 2702 pueden ser
20 los datos de mapa de salida enriquecidos anteriores. El módulo de evaluación de plantación 2902 puede comparar los datos de mapas de salida con los datos de monitoreo de plantas para identificar qué características geográficas y geológicas en los datos de mapa de salida están más

probablemente asociadas con plantaciones exitosas. Basándose en esta comparación, se puede generar un mapa de probabilidad de supervivencia 2904.

[0146] En algunas realizaciones, el módulo de evaluación de siembra puede incluir uno o más clasificadores de aprendizaje automático (machine learning) que pueden ser entrenados usando los datos de mapa de salida 2703 y los datos de supervisión de éxito de siembra 2814. Como se ha descrito anteriormente, los datos de mapa de salida 2703 pueden incluir mapas de tierra topología, roca, agua, suelo, nutrientes), las especies arbóreas circundantes, las especies deseadas, etc. y los datos de monitoreo del éxito de la siembra pueden incluir el éxito de la siembra, por árbol y/o por especie. Los clasificadores de aprendizaje automático pueden identificar condiciones en los datos de mapa de salida 2703 que se correlacionan con características de éxito de siembra particulares. Posteriormente, cuando se trazan nuevas áreas, los mapas de salida para esas nuevas áreas pueden ser procesados por los clasificadores de aprendizaje automático para producir automáticamente un segundo patrón de siembra para la nueva área. Esta plantación puede entonces ser monitoreada y usada para entrenar adicionalmente a los clasificadores de aprendizaje automático.

[0147] En 2906, el módulo de generación de patrones de siembra de precisión puede utilizar el mapa de probabilidad de supervivencia en combinación con los criterios de siembra 2908 de varias especies de plantas para generar un patrón de siembra de precisión 2910. El módulo de generación de patrones de siembra de precisión 2906 puede evaluar el mapa de probabilidad de supervivencia 2904 y Los criterios de siembra 2908 similares a la etapa 2208 descritos anteriormente. El modelo de siembra de precisión 2910 puede usarse a continuación en 2710 en la figura 27 para dividirse entre las plataformas de transporte móviles disponibles para una operación de siembra.

[0148] En algunas realizaciones, el patrón de siembra de precisión 2910 puede incluir coordenadas GPS para cada siembra en un área de plantación. En algunas realizaciones, el patrón de siembra puede incluir además imágenes visuales de áreas locales para ayudar a identificar los lugares de siembra. El patrón de siembra 2910 puede definir adicionalmente una especie para cada planta y condiciones de siembra, tales como la época del año, el pronóstico del tiempo, las condiciones del suelo, la temperatura, etc.

[0149] La figura 30 ilustra un diagrama de bloques de alto nivel 3000 de un sistema informático, de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra en la

figura 30, un sistema informático puede incluir elementos de hardware conectados a través de un bus 3002, que incluye una interfaz de red 3004, que permite al sistema informático conectarse a otros sistemas informáticos a través de una red de área local (LAN), red de área amplia (WAN), red móvil (Por ejemplo, EDGE, 3G, 4G u otra red móvil) u otra red. La interfaz de comunicación 3004 puede incluir además una interfaz cableada o inalámbrica para la conexión a infrarrojos, Bluetooth u otros dispositivos inalámbricos, tales como otras plataformas o cámaras. El sistema informático puede incluir además uno o más procesadores 3006, tales como una unidad central de procesamiento (CPU), red de puerta programable (FPGA), circuito integrado de aplicación específica (ASIC), procesador de red u otro procesador. Los procesadores pueden incluir procesadores de uno o varios núcleos.

[0150] En algunas realizaciones, uno o más controladores 3008 pueden usarse para controlar la navegación de la plataforma de transporte móvil, los controladores pueden incluir controladores de hardware y software diseñados para controlar las diversas plataformas de transporte móviles descritas en la presente memoria. En algunas realizaciones, el sistema informático puede incluir una interfaz gráfica de usuario (GUI) 3010. La GUI 3010 puede conectarse a una

pantalla (LED, LCD, tableta, pantalla táctil u otra pantalla) para emitir datos visualizables por el usuario. En algunas realizaciones, la GUI 3010 puede configurarse para recibir instrucciones (por ejemplo, a través de una pantalla táctil u
5 otra interfaz interactiva).

[0151] En algunas realizaciones, uno o más sensores 3012 pueden usarse para navegar y recopilar datos que describen el área circundante que se pueden usar para crear un mapa de características de la tierra local. En algunas realizaciones,
10 los sensores 3012 pueden incluir diversos sensores electromagnéticos tales como los sensores visuales, multiespectrales, hiperespectrales, de radar 3014, LiDAR 3016 e infrarrojos. En algunas realizaciones, los sensores 3012 pueden incluir varios módulos de comunicación tales como GPS
15 u otros módulos de posicionamiento y módulos de comunicación de red móvil.

[0152] En algunas realizaciones, el sistema informático puede incluir almacenes de datos locales o remotos 3018. Los almacenes de datos 3018 pueden incluir diversos medios de
20 almacenamiento legibles por computadora, sistemas de almacenamiento y servicios de almacenamiento, como son conocidos en la técnica (por ejemplo, unidades de disco, CD - ROM, disco versátil digital (DVD) u otro almacenamiento óptico, casetes magnéticos, cinta magnética, almacenamiento

en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, bases de datos relacionales, sistemas de almacenamiento de objetos, servicios de almacenamiento locales o basados en la nube o cualquier otro medio de almacenamiento, sistema, o servicio). Los almacenes de datos 3018 pueden incluir datos generados, almacenados o utilizados de otro modo como se describe en el presente documento. Por ejemplo, los almacenes de datos 3018 pueden incluir todas o partes de los patrones de plantación 3020 y planes de vuelo 3022, generados y almacenados como se ha descrito anteriormente. La memoria 3024 puede incluir varias tecnologías de memoria, incluyendo RAM, ROM, EEPROM, memoria flash u otra tecnología de memoria. La memoria 3024 puede incluir código ejecutable para implementar métodos como se describe aquí.

[0153] En algunas realizaciones, la plataforma de suministro y las vainas se pueden utilizar para otros fines. Por ejemplo, una vaina que incluye tintes particulares puede ser encendida en lugares especificados dentro de sistemas de agua para rastrear las floraciones de algas. Otras plantas (tales como cultivos agrícolas, musgo y flores) también pueden ser plantadas usando sistemas similares. Por ejemplo, se pueden plantar flores para usos decorativos con patrones detallados, en lugares de difícil acceso, por ejemplo, en las

rondas, en los campos, para que los patrones se vean desde el aire o el espacio. Colorantes para la indicación de la disposición sin estallar.

[0154] En algunas realizaciones, puede usarse un UAV para el suministro de nutrientes dirigido al aire. Por ejemplo, el UAV puede pulverizar nieblas o geles, en las hojas de plantas particulares, o puede entregar una bola expandible dirigida a la base o a las hojas de una planta. De manera similar, una bola o granada expandible puede ser entregada a un área apuntando a un dosel, la bola expandible puede configurarse para explotar justo antes de llegar al árbol, cubriendo las hojas en nutriente gelatinoso. Una pelota sploosh puede ser entregado apuntando una bola muy gelatinosa, pulsada de alta velocidad, en la base de las plantas.

[0155] En algunas realizaciones, un método para la detección, el recuento, la estimación y la determinación de la facilidad de recolección de conos y semillas de coníferas (también no coníferas). Un UAV como se describió anteriormente puede monitorear los conos (u otras semillas), medir un estado actual (por ejemplo, verde o no), determinar los números por árbol y estimar las que no se cuentan (por ejemplo, ocultas), estimar el rendimiento total de semillas y determinar cuándo están listos para cosechar (por ejemplo,

basados en un cambio en la firma espectral de verde a marrón, y "apertura", indicando si están listos).

[0156] En algunas realizaciones, las vainas se pueden usar para la restauración del suelo. Las vainas se pueden disparar
5 para unir suelo inestable o roca en terrenos difíciles. Las vainas pueden incluir localización, clima, terreno, etc. nutrientes específicos, bacterias/hongos, y/o gusanos o huevos de gusano.

[0157] Aunque los ejemplos anteriores se han descrito con
10 algún detalle con fines de claridad de comprensión, las técnicas de la invención antes descritas no se limitan a los detalles proporcionados. Existen muchas formas alternativas de implementar las técnicas de la invención descritas anteriormente. Los ejemplos descritos son ilustrativos y no
15 restrictivos.

[0158] Cuando una característica o elemento se denomina aquí como "activado" en otra característica o elemento, puede estar directamente sobre la otra característica o elemento o las características y/o elementos intermedios también pueden
20 estar presentes. Por el contrario, cuando una entidad o elemento se denomina "directamente sobre" otra característica o elemento, no hay elementos o elementos intermedios presentes. También se entenderá que, cuando una característica o elemento se denomina "conectado", "unido" o

"acoplado" a otra característica o elemento, puede ser directamente conectado, unido o acoplado a la otra característica o elemento o pueden estar presentes elementos o elementos intervinientes. Por el contrario, cuando una
5 entidad o elemento se denomina "directamente conectado", "directamente conectado" o "directamente acoplado" a otra característica o elemento, no hay elementos o elementos intermedios presentes.

[0159] Aunque se describen o muestran con respecto a una
10 realización, las características y elementos así descritos o mostrados pueden aplicarse a otras realizaciones. También será apreciado por los expertos en la técnica que hace referencia a una estructura o entidad que está dispuesta "adyacente" a otra característica que puede tener porciones
15 que se superponen o subyacen a la característica adyacente.

[0160] La terminología utilizada en la presente es para el propósito de describir únicamente realizaciones particulares y no pretende ser limitativa de la invención. Por ejemplo, tal como se usa en el presente documento, las formas
20 singulares "una", y "el" pretenden incluir también las formas plurales, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Se entenderá además que los términos "comprende" y/o "que comprende", cuando se usan en esta especificación, especifican la presencia de características, pasos,

operaciones, elementos y/o componentes indicados, pero no excluyen la presencia o adición de una o más otras características, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de los mismos. Tal como se utiliza en la presente,
5 el término "y/o" incluye cualquier combinación de uno o más de los elementos relacionados asociados y puede abreviarse como "/".

[0161] Los términos espacialmente relativos, tales como "bajo", "abajo", "inferior", "sobre", "superior" y similares,
10 pueden ser utilizados aquí para facilitar la descripción para describir una relación de elemento o característica con otro elemento(s) o característica(s) como se ilustra en las figuras. Se entenderá que los términos espacialmente relativos pretenden abarcar diferentes orientaciones del
15 dispositivo en uso u operación además de la orientación representada en las figuras. Por ejemplo, si se invierte un dispositivo en las figuras, los elementos descritos como "debajo" o "por debajo" de otros elementos o características se orientarían entonces "sobre" los otros elementos o
20 características. Por lo tanto, el término ejemplar "bajo" puede abarcar tanto una orientación de encima como de abajo. El dispositivo puede orientarse de otro modo (girado 90 grados o en otras orientaciones) y los descriptores

especialmente relativos usados aquí se interpretan en consecuencia.

[0162] De manera similar, los términos "hacia arriba", "hacia abajo", "vertical", "horizontal" y similares se usan
5 aquí sólo con fines de explicación a menos que se indique específicamente lo contrario.

[0163] Aunque los términos "primero" y "segundo" pueden usarse aquí para describir varias características/elementos, estas características/elementos no deben estar limitados por
10 estos términos, a menos que el contexto indique lo contrario. Estos términos se pueden utilizar para distinguir una característica/elemento de otra característica/elemento. De este modo, una primera característica/elemento discutido a continuación podría denominarse una segunda
15 característica/elemento, y de manera similar, una segunda característica/elemento discutido a continuación podría denominarse una primera característica/elemento sin apartarse de las enseñanzas de la presente invención.

[0164] Tal como se usa en el presente en las
20 especificaciones y en las reivindicaciones, incluyendo las utilizadas en los ejemplos y a menos que se indique expresamente de otro modo, todos los números pueden leerse como si estuvieran precedidos por la palabra "casi" o "aproximadamente", incluso si el término no expresamente

aparece. La frase "casi" o "aproximadamente" puede ser usada cuando se describe magnitud y/o posición para indicar que el valor y/o la posición descritos están dentro de un rango esperado razonable de valores y/o posiciones. Por ejemplo, un
5 valor numérico puede tener un valor que sea $\pm 0.1\%$ del valor declarado (o rango de valores), $\pm 1\%$ del valor declarado (o rango de valores), $\pm 2\%$ del valor declarado (o rango de valores), $\pm 5\%$ del valor declarado (o rango de valores), $\pm 10\%$ del valor declarado (o rango de valores),
10 etc. Cualquier rango numérico declarado aquí es entendido para incluir todos los sub-intervalos incluidos en el mismo.

[0165] Aunque varias realizaciones ilustrativas se han descrito anteriormente, cualquiera de una serie de cambios se puede hacer a varias realizaciones sin apartarse del alcance
15 de la invención como se describe en las reivindicaciones. Por ejemplo, el orden en el que se llevan a cabo varios pasos de métodos descritos a menudo puede cambiarse en realizaciones alternativas, y en otras realizaciones alternativas una o más etapas de método pueden omitirse por completo. Las
20 características opcionales de varias realizaciones de dispositivo y sistema pueden incluirse en algunas realizaciones y no en otras. Por lo tanto, la descripción anterior es proporcionada principalmente con fines

ilustrativos y no debe interpretarse para limitar el alcance de la invención como se expone en las reivindicaciones.

[0166] Los ejemplos e ilustraciones incluidos aquí muestran, a modo de ilustración y no de limitación, 5 realizaciones específicas en las que se puede practicar la materia en cuestión. Como se ha mencionado, se pueden utilizar y derivar otras realizaciones de la misma, de tal manera que puedan realizarse sustituciones y cambios estructurales y lógicos sin apartarse del alcance de esta 10 descripción. Tales realizaciones del objeto de la invención pueden ser referidas aquí individual o colectivamente por el término "invención" simplemente por conveniencia y sin intención de limitar voluntariamente el alcance de esta solicitud a cualquier invención o concepto inventivo si más 15 de uno es, de hecho, revelado. De este modo, aunque se han ilustrado y descrito aquí realizaciones específicas, cualquier disposición calculada para conseguir el mismo propósito puede sustituirse por las realizaciones específicas mostradas. Esta descripción pretende cubrir todas y cada una 20 de las adaptaciones o variaciones de varias realizaciones. Las combinaciones de las realizaciones anteriores, y otras realizaciones no descritas específicamente aquí, serán evidentes para los expertos en la técnica tras revisar la descripción anterior.

REIVINDICACIONES

LO QUE SE REIVINDICA ES:

1. Un método implementado por computadora, que comprende:
Recibir datos de entrada desde una variedad de sensores;
5 procesar los datos de entrada para generar uno o más mapas de
salida; generar un patrón de siembra para una operación de
siembra utilizando uno o más mapas de salida que determinan
una cantidad de plataformas de plantación disponibles;
dividir el patrón de siembra en una variedad de porciones
10 basándose en la cantidad de plataformas de plantación
disponibles; Subir a cada plataforma de siembra disponible
una parte correspondiente de la pluralidad de porciones; y
ejecutar la operación de plantación utilizando las
plataformas de siembra disponibles.

15

2. El método de la reivindicación 1, en el que las
plataformas de plantación incluyen uno o más vehículos aéreos
no tripulados (UAV).

20

3. El método de la reivindicación 1, en el que el uno o
más mapas de salida incluyen datos de terreno que identifican
una o más estructuras, tipos de terreno y escombros.

4. El método de la reivindicación 3, en el que generar un patrón de siembra para una operación de siembra utilizando uno o más mapas de salida comprende, además: aplicar uno o más umbrales de terreno a las etiquetas en uno o más mapas de salida; Y etiquetar una o más regiones de uno o más mapas de salida con datos de umbral para generar uno o más mapas de salida enriquecidos.

5. El método de la reivindicación 4, que comprende,
10 además:

Comparar los mapas de producción enriquecidos con los requerimientos de siembra para al menos una especie de planta; Identificar, basándose en la comparación, una o más regiones de siembra para al menos una especie de planta; Y
15 definir el patrón de siembra para al menos una especie de planta en una o más regiones de siembra basándose en un nivel de densidad asociado con al menos una especie de planta.

6. Un aparato de siembra que comprende: una carcasa que
20 comprende una superficie interior y una superficie exterior, en la que una primera porción de extremo de la carcasa está cerrada para formar una cámara y una segunda porción de extremo de la carcasa está abierta; Una carga útil en la cámara, la carga útil incluyendo material de siembra y

material de matriz; Y una tapa que tiene una superficie inferior y una superficie superior, adaptándose la superficie inferior para sellar la segunda porción extrema de la carcasa.

5

7. El aparato de siembra según la reivindicación 6, en el que la carcasa está hecha de materiales biodegradables e incluye una mezcla de nutrientes específica de la carga útil.

10 8. El aparato de siembra según la reivindicación 7, en el que la carcasa es sustancialmente cónica y en la que una o más de la carcasa y la tapa están adaptadas para romperse tras el impacto con un entorno de siembra, exponiendo la carga útil al entorno de siembra.

15

9. El aparato de siembra según la reivindicación 6, que comprende, además: una barra de empuje conectada a la superficie inferior de la tapa y que se extiende a través de la primera porción extrema de la carcasa, en la que al
20 empujar con un sustrato la barra de empuje hace que la tapa se abra.

10. El aparato de siembra según la reivindicación 6, que comprende, además: una o más alas conectadas a la superficie

superior de la tapa, una o más alas adaptadas para hacer girar el aparato de siembra cuando se libera desde una primera altura.

5 11. El aparato de siembra de la reivindicación 6, en el que la superficie exterior de la carcasa comprende una o más superficies de estabilización, una o más superficies de estabilización adaptadas para hacer girar el aparato de plantación alrededor de su eje.

10

12. El aparato de siembra de la reivindicación 6, en el que la superficie superior de la tapa comprende una o más superficies de estabilización que se extienden desde la superficie superior de la tapa.

15

13. El aparato de siembra de la reivindicación 6, que comprende además:

uno o más sensores integrados con la carcasa; un sistema de generación de energía conectado a un sistema de
20 almacenamiento de energía, en el que el sistema de almacenamiento de energía proporciona energía al uno o más sensores; En el que uno o más sensores incluyen al menos un módulo de comunicación y al menos un sensor ambiental, estando configurado el al menos un módulo de comunicación

para transmitir datos desde al menos un sensor ambiental a un segundo aparato de siembra.

14. El aparato de siembra según la reivindicación 13, en el que el segundo aparato de siembra incluye un segundo
5 módulo de comunicación configurado para transmitir datos recibidos de una variedad de aparatos de siembra a una estación base.

15. Un sistema de siembra automatizada, que comprende: un
10 sistema de siembra que incluye una cámara conectada a un mecanismo de descarga controlado por disparador, un cañón y un alimentador, en el que el mecanismo de descarga controlado por disparador está configurado para dirigir una vaina a la cámara por el alimentador, a través del barril; un sistema de
15 control de disparo conectado al mecanismo de descarga controlado por disparador y configurado para recibir datos de uno o más sensores, en el que el sistema de control de disparo está configurado para determinar una posición de la plataforma de transporte móvil utilizando uno o más sensores;
20 Comparar la posición de la plataforma de transporte móvil con una primera ubicación en un patrón de siembra; y determinar que la posición está dentro de una distancia umbral de la primera ubicación; y hacer que el mecanismo de descarga

controlado por disparador descargue una vaina en la primera ubicación.

16. El sistema de siembra automatizada de la
5 reivindicación 15, que comprende, además: una plataforma de transporte móvil acoplada al sistema de siembra, la plataforma de transporte móvil incluye uno o más sensores, en donde la plataforma de transporte móvil es un vehículo aéreo no tripulado.

10

17. El sistema de siembra automatizada según la reivindicación 15, en el que el mecanismo de disparo comprende, además: una cámara de alta presión conectada a la cámara a través de una válvula controlada electrónicamente,
15 que cuando el sistema de control de disparo provoca que el mecanismo de disparo controlado descargue la vaina abriendo la válvula controlada electrónicamente válvula.

18. El sistema de siembra automatizada de la
20 reivindicación 17, en el que la cámara de alta presión incluye un cilindro de gas comprimido que presuriza la cámara de alta presión.

19. El sistema de siembra automatizada de la reivindicación 17, que comprende, además: un cardán que acopla giratoriamente el sistema de siembra a la plataforma de transporte móvil.

5

20. El sistema de siembra automatizada de la reivindicación 15, que comprende, además: un sistema de mapeo configurado para recibir datos desde uno o más sensores, en el que el sistema de mapeo genera el patrón de siembra basado en los
10 datos de uno o más sensores.

RESUMEN

Las realizaciones de la presente invención proporcionan técnicas, incluyendo sistemas y métodos, para sembrar usando
5 vainas de siembra. Un sistema de siembra puede configurarse para entregar vainas que incluyen una carga útil (por ejemplo, semillas, esquejes u otros materiales de siembra) dentro o sobre el suelo en un lugar predeterminado. En algunas realizaciones, el sistema de siembra automatizado
10 puede incluir un sistema de mapeo que recibe varias entradas de sensor y genera un mapa de un área de siembra. Un sistema de siembra de vainas puede usar el mapa del área de siembra para entregar vainas al área de siembra. El sistema de siembra de vainas se puede ejecutar automáticamente usando
15 los mapas generados por el sistema de mapeo y/o manualmente por un operador remoto. Cada vaina puede incluir una carga útil para ser plantada en o en el suelo por el sistema de siembra de vainas. Las vainas se pueden personalizar dependiendo de los tipos de plantas que se estén sembrando,
20 el terreno, los resultados previos de siembra, etc.

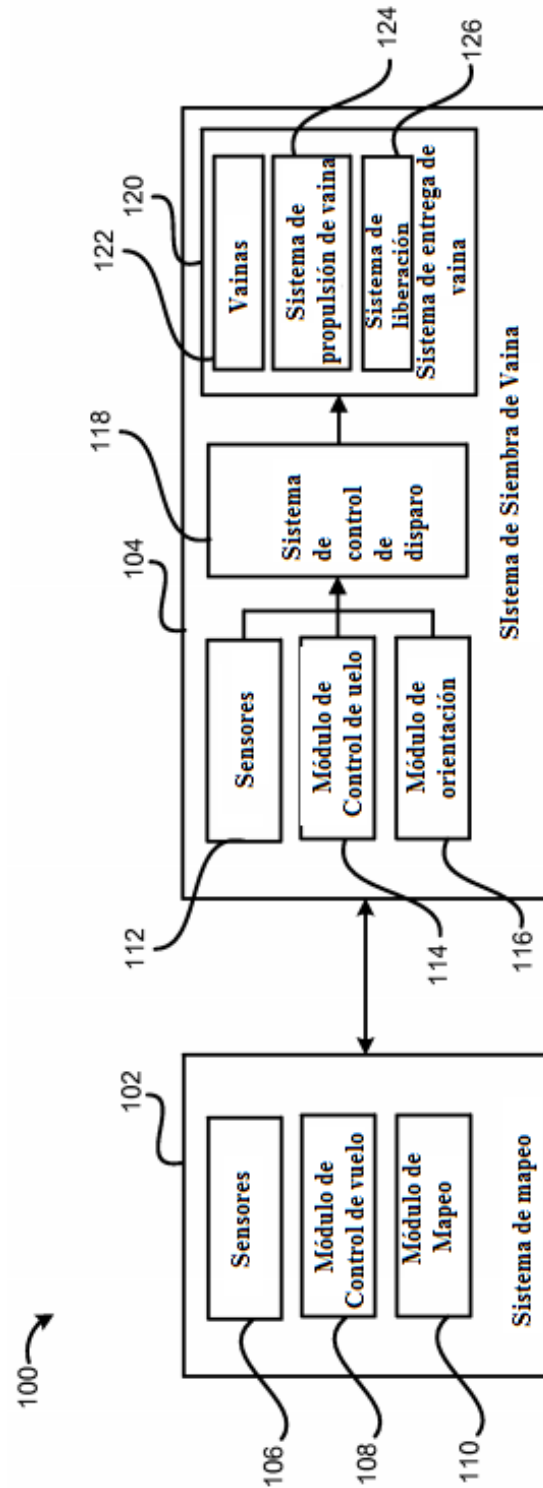


Figura 1

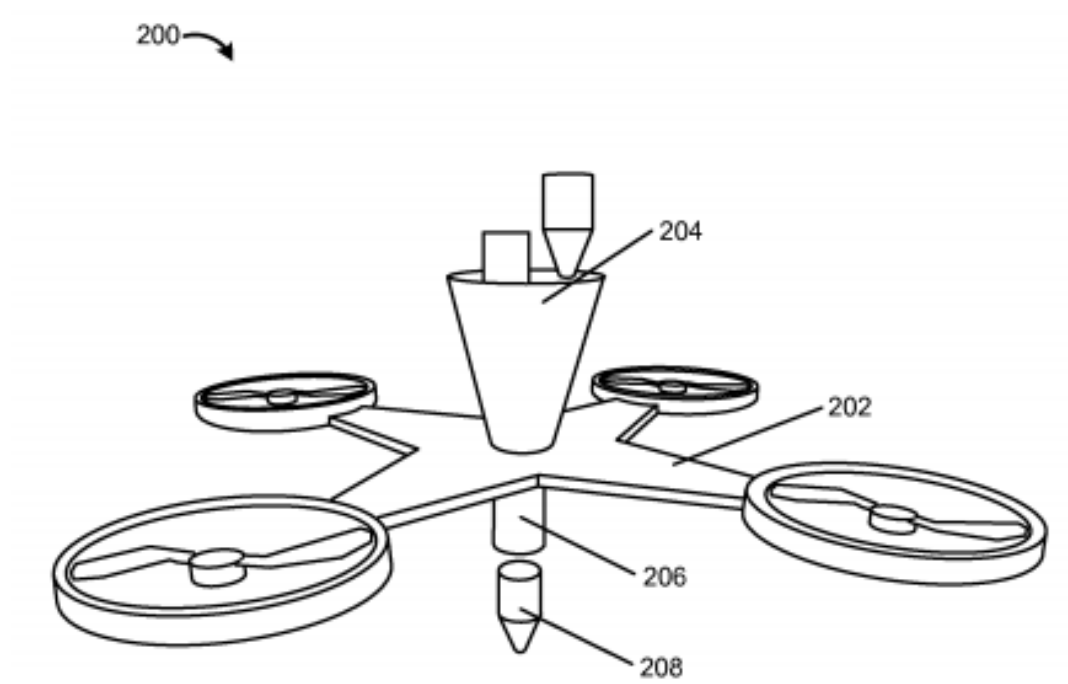


Figura 2

300

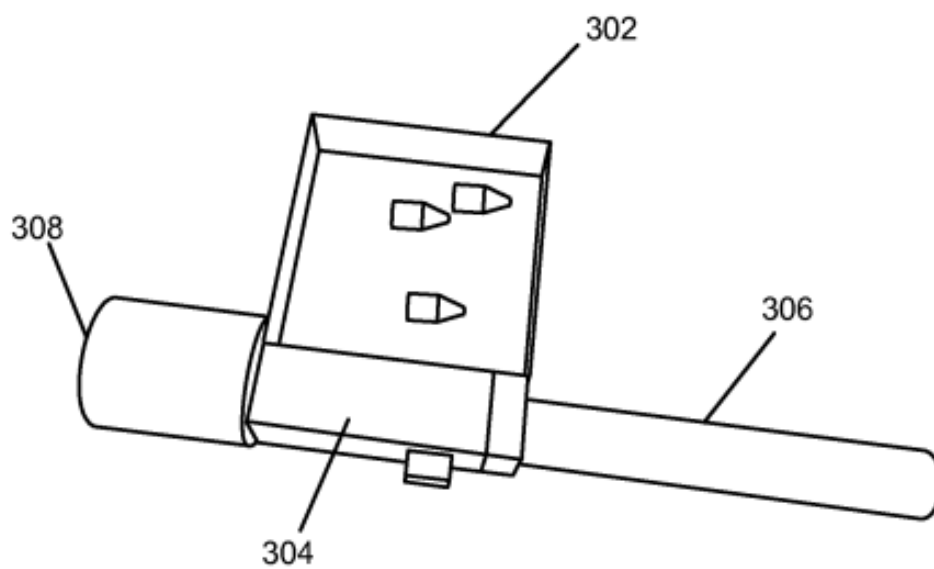


Figura 3

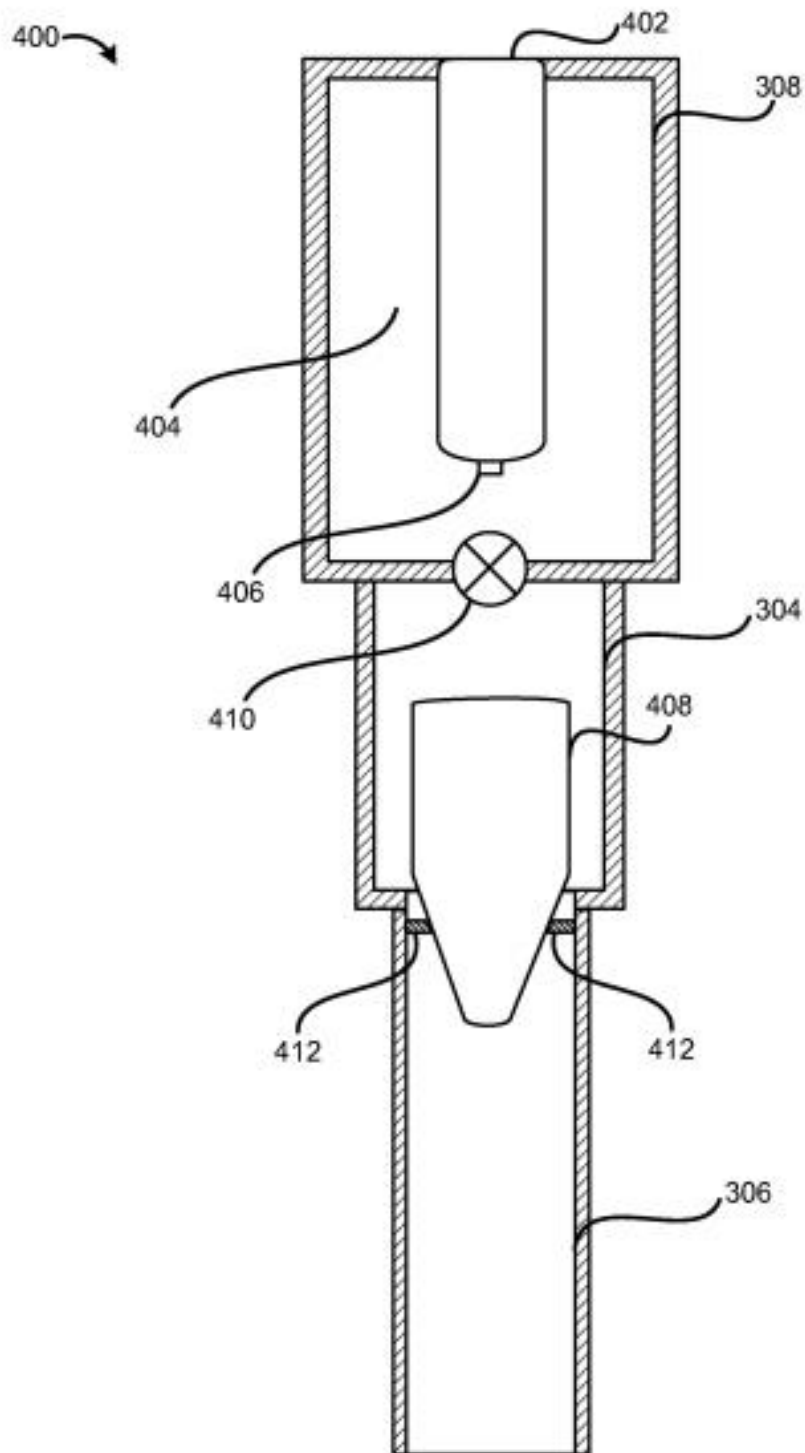


Figura 4

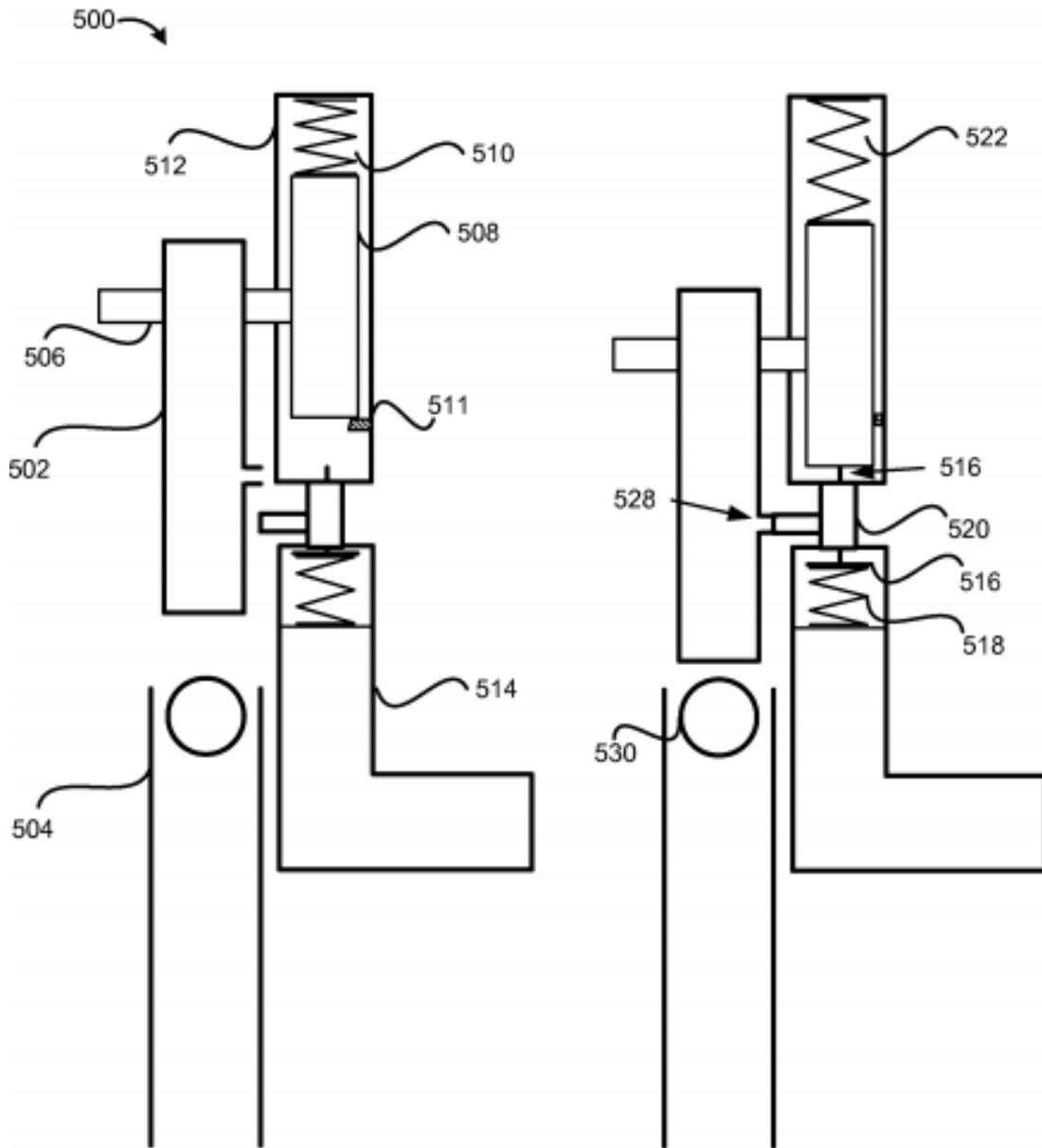
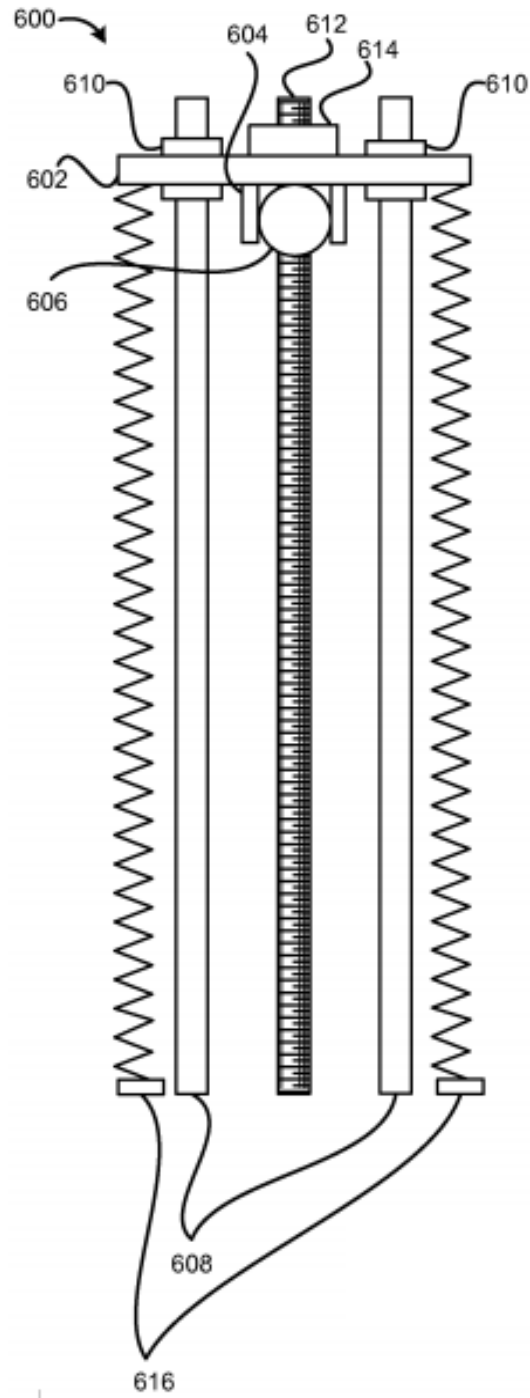


Figura 5A

Figura 5B



u

Figura 6A

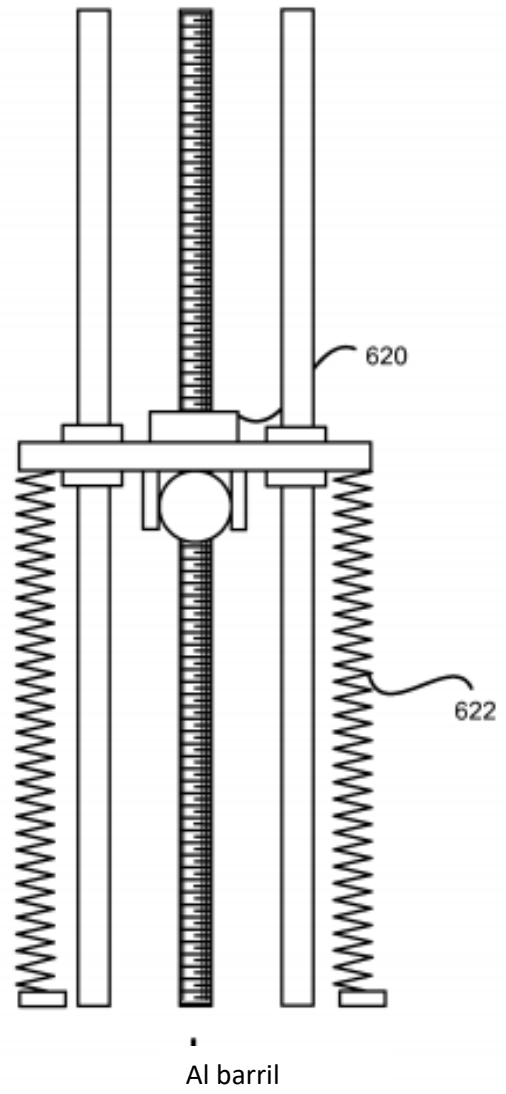


Figura 6B

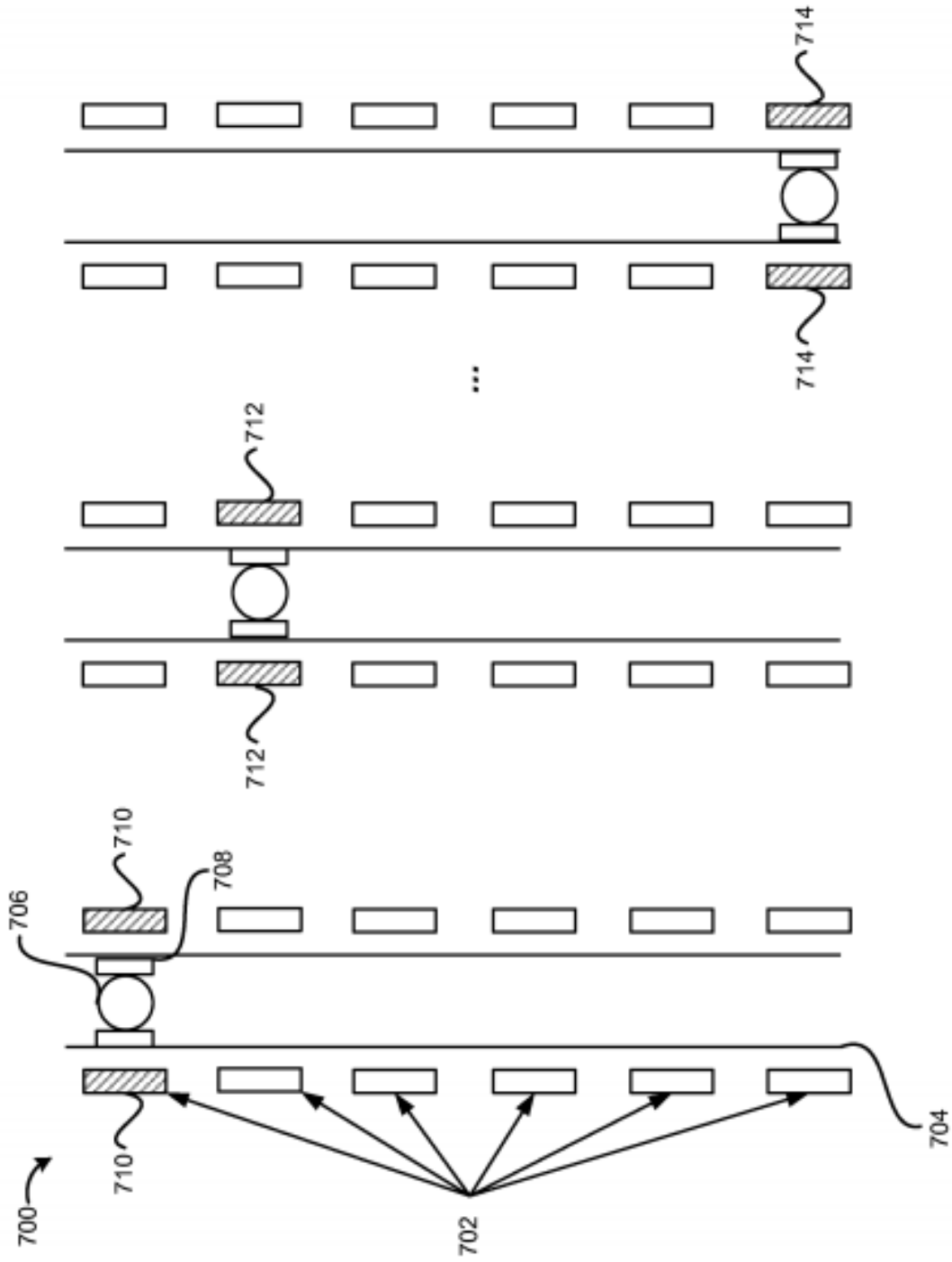


Figura 7C

Figura 7B

Figura 7A

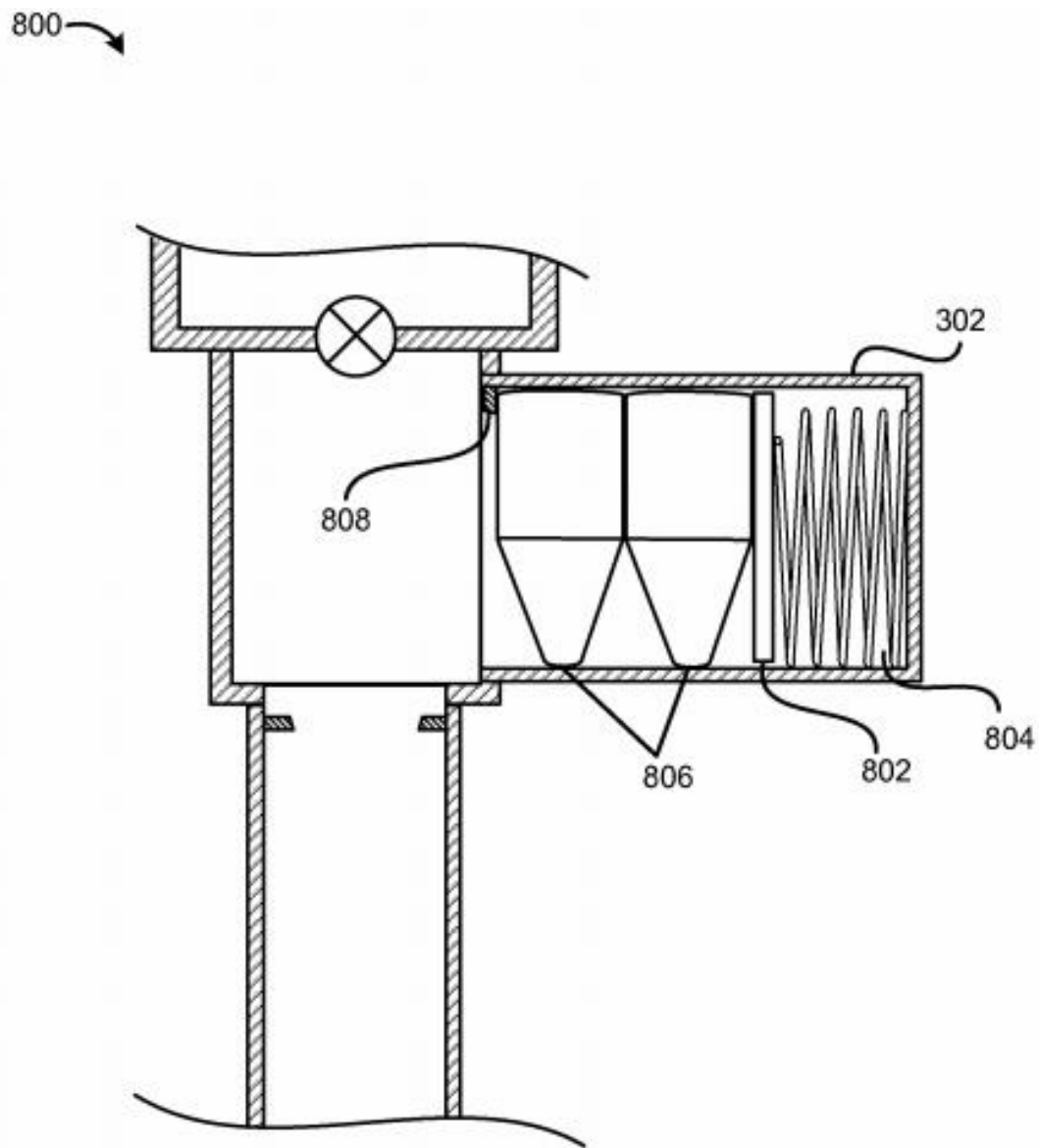


Figura 8

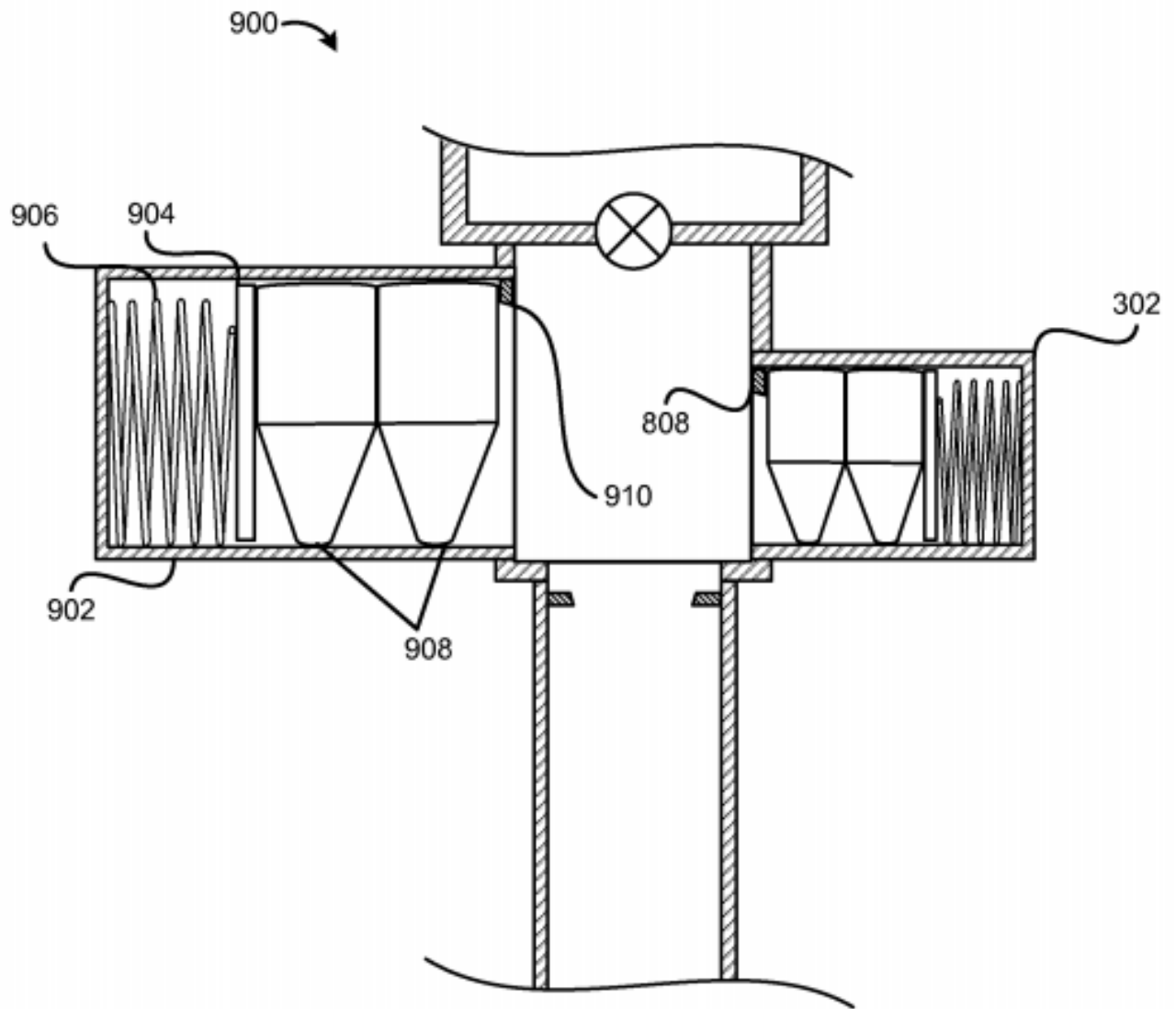


Figura 9

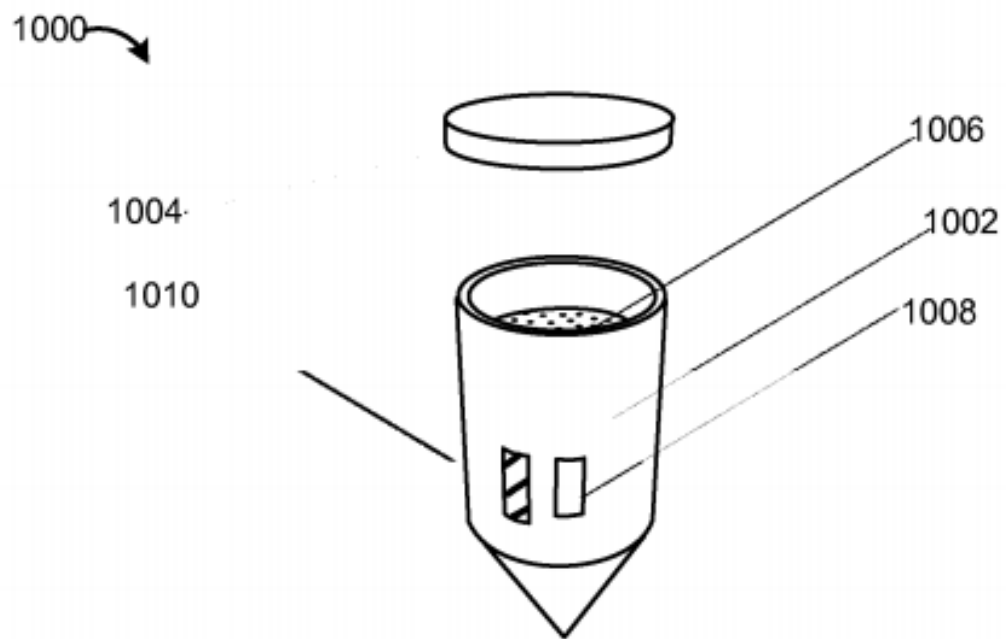


Figura 10A

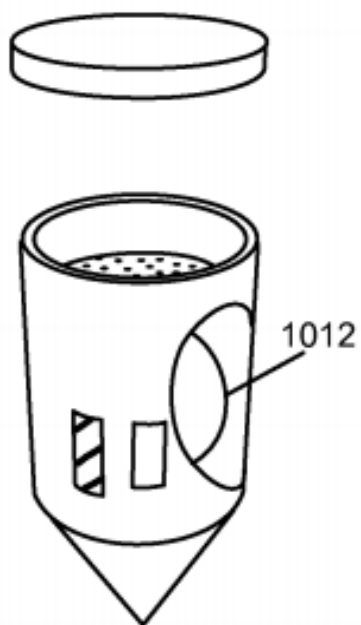


Figura 10B

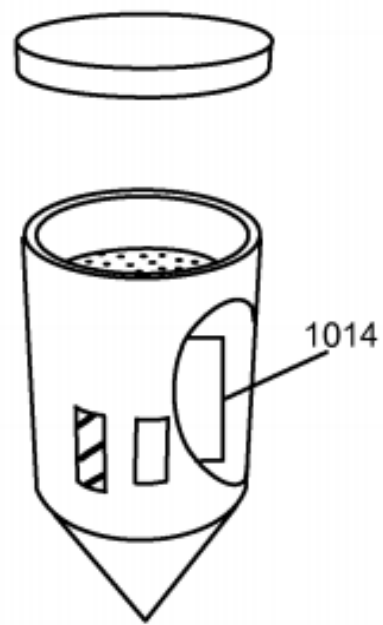


Figura 10C

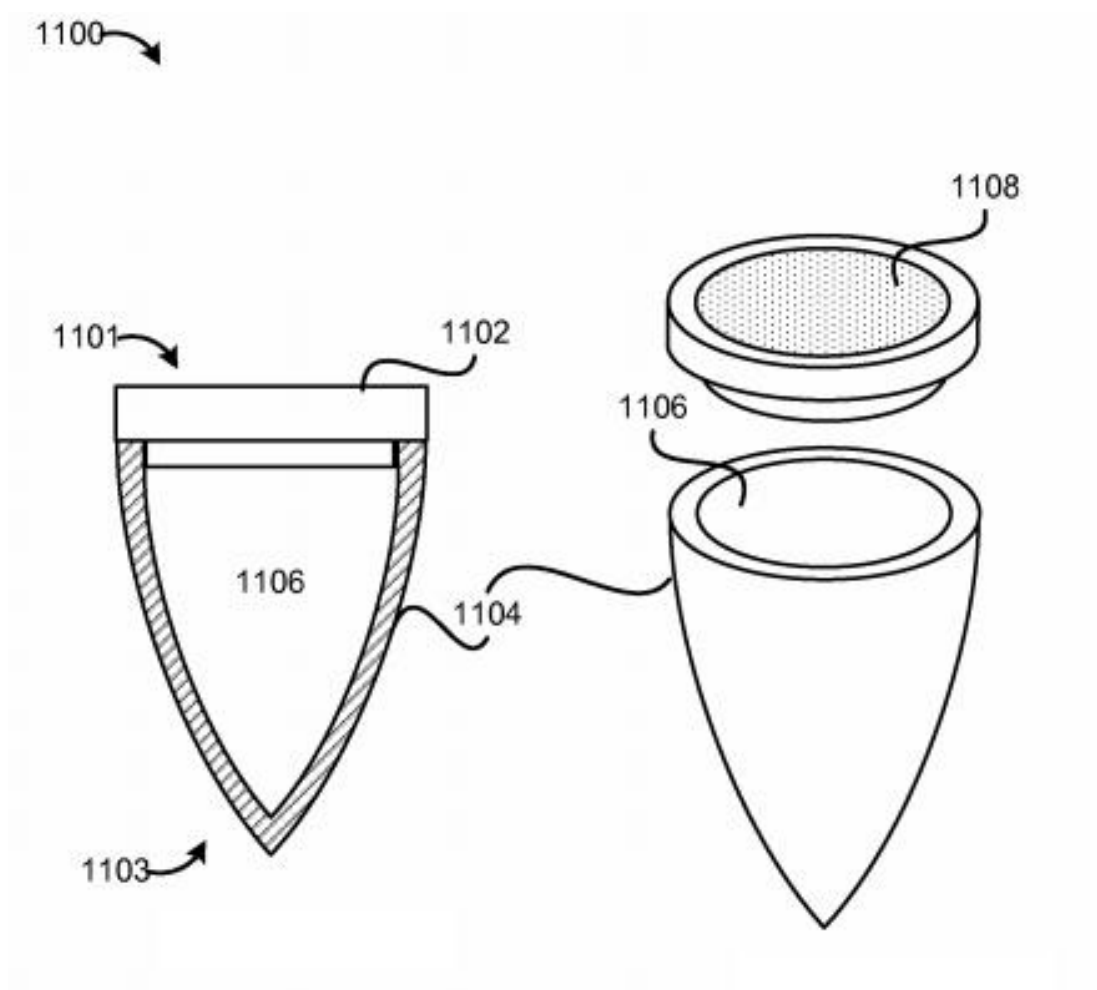


Figura 11 A

Figura 11B

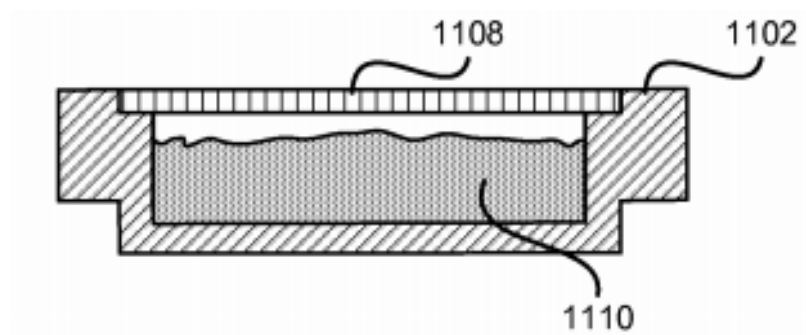


Figura 11C

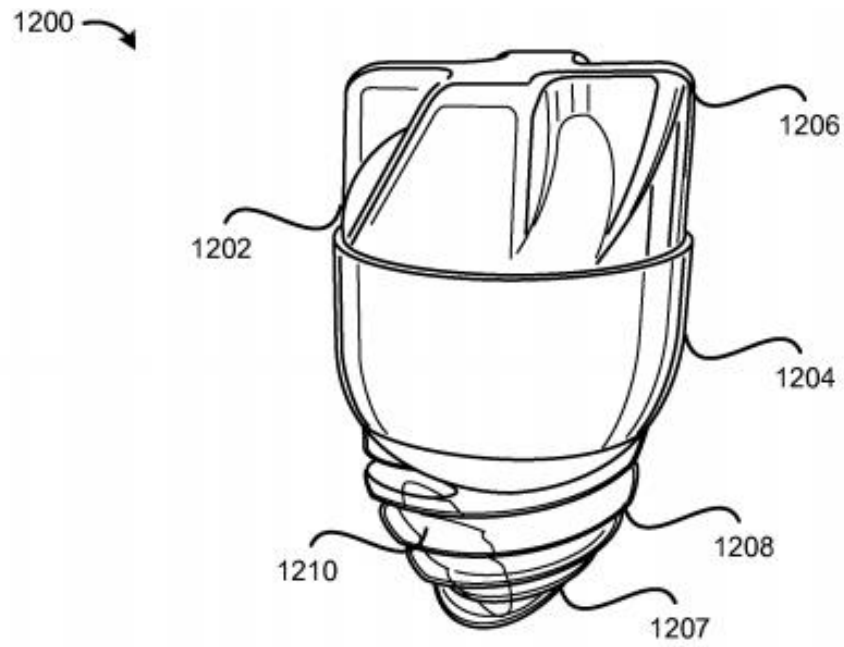


Figura 12A

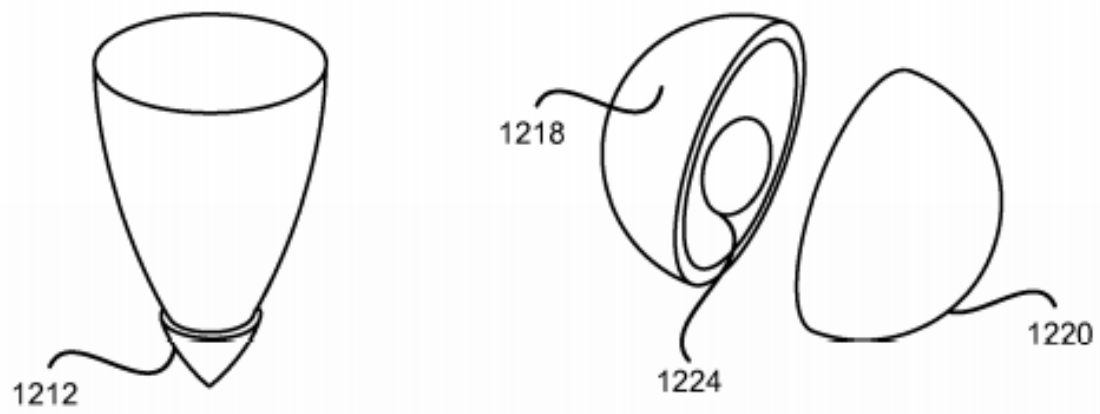


Figura 12B

Figura 12C

1300

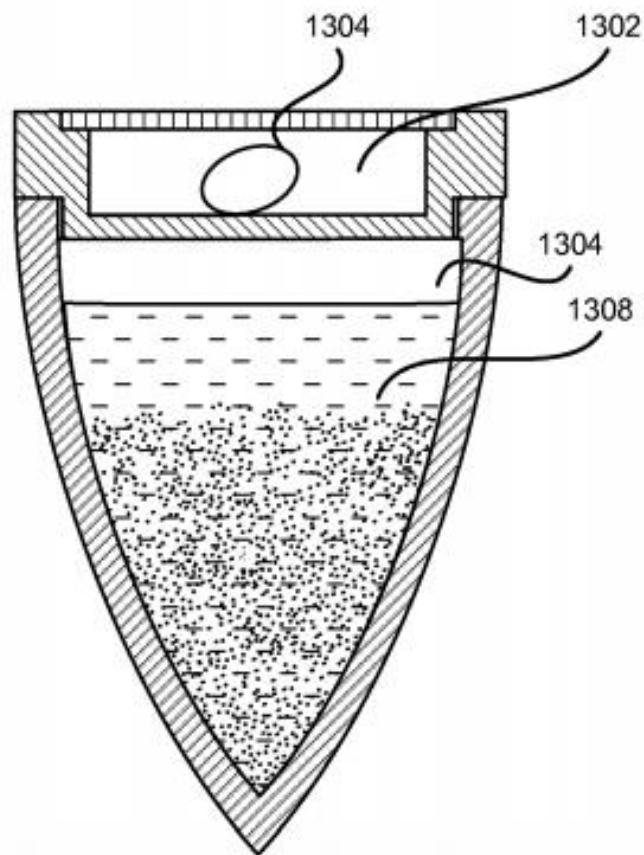


Figura 13

1400

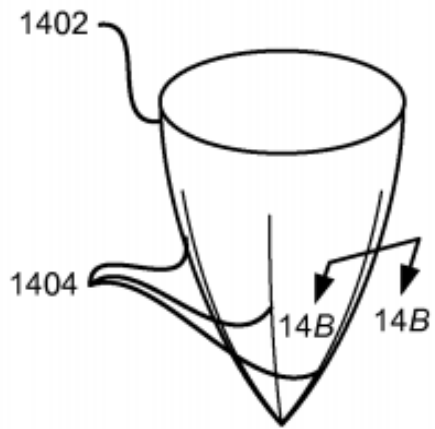


Figura 14A

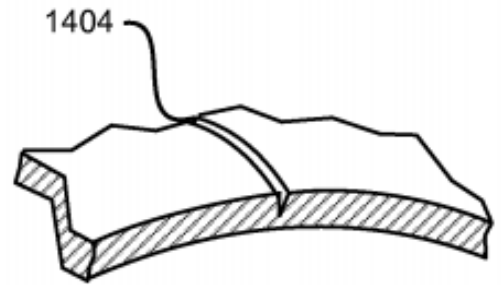


Figura 14B

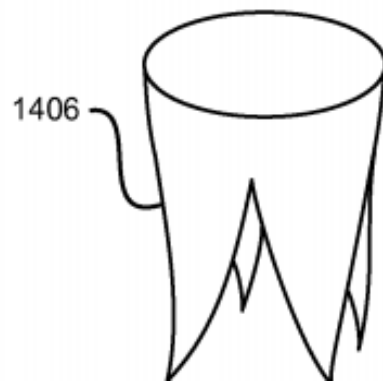


Figura 14C

1500 →

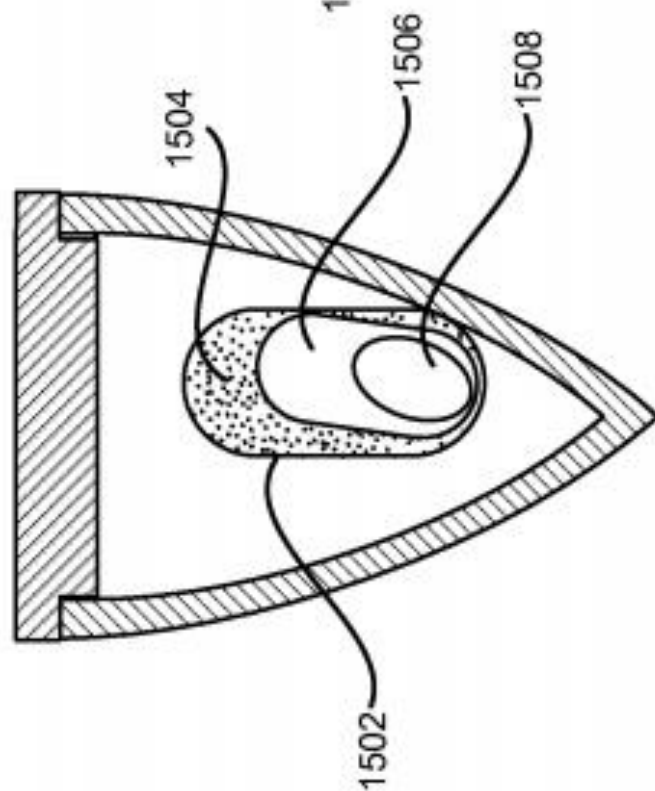


Figure 15A

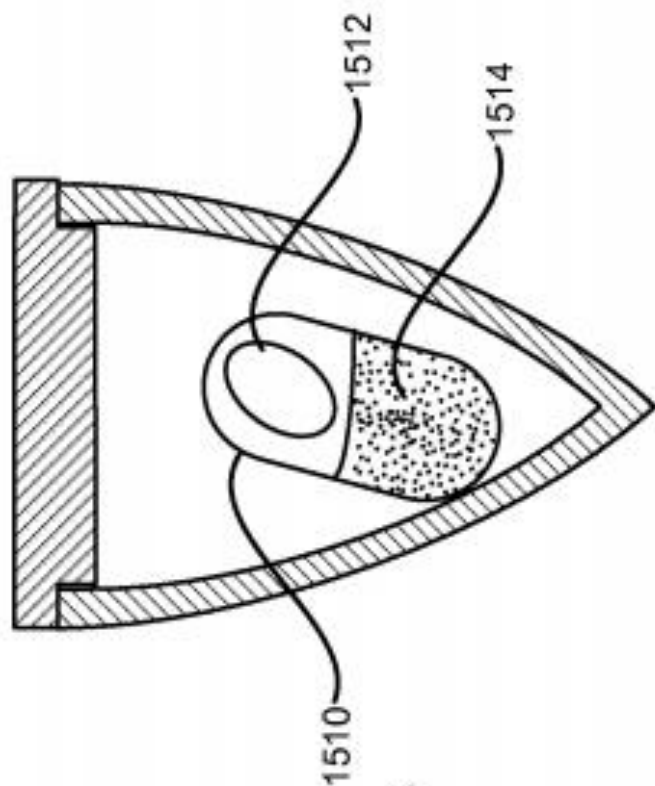


Figure 15B

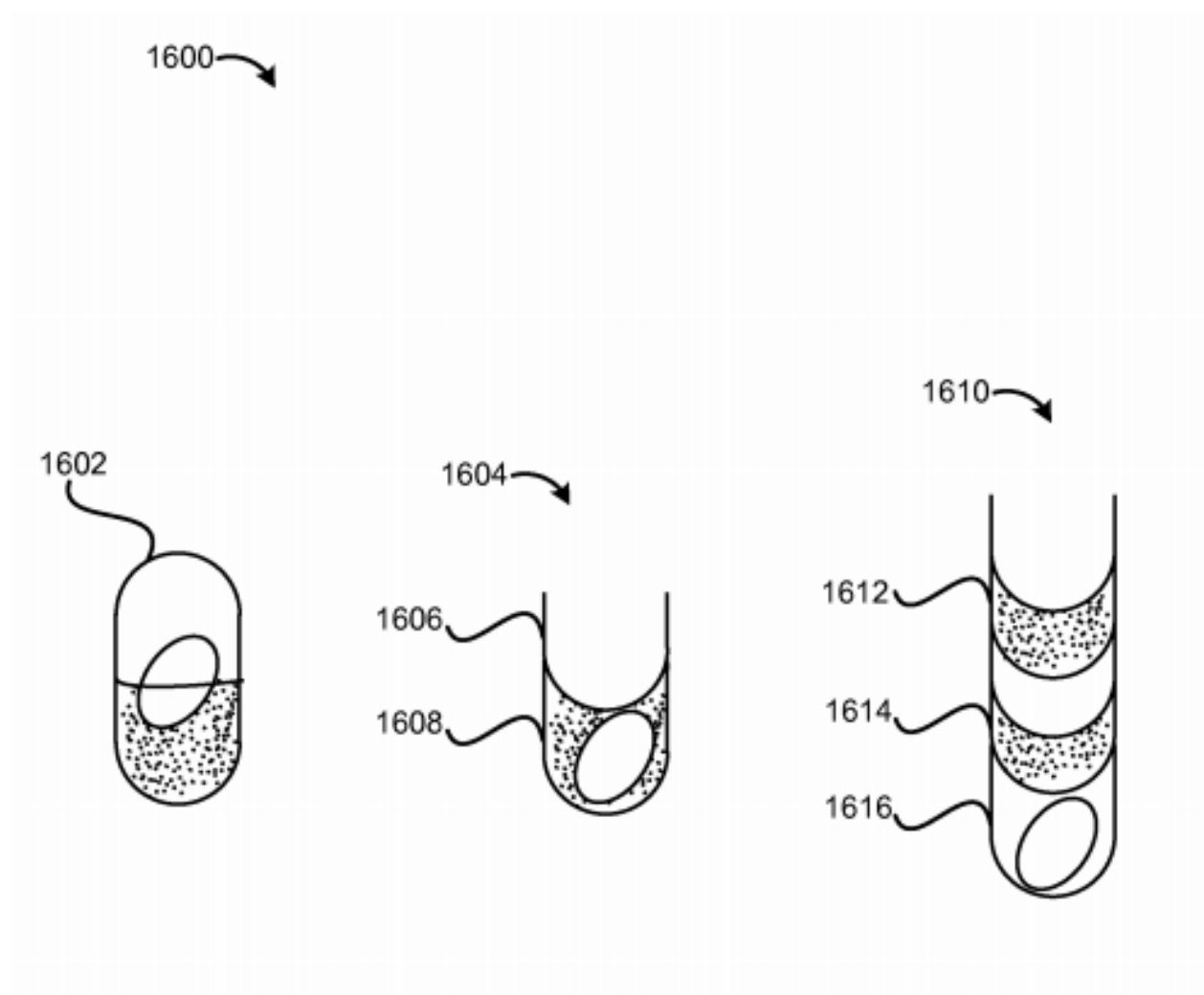


Figura 16

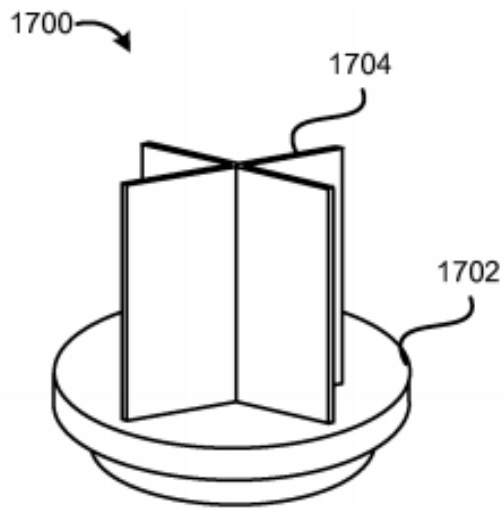


Figura 17A

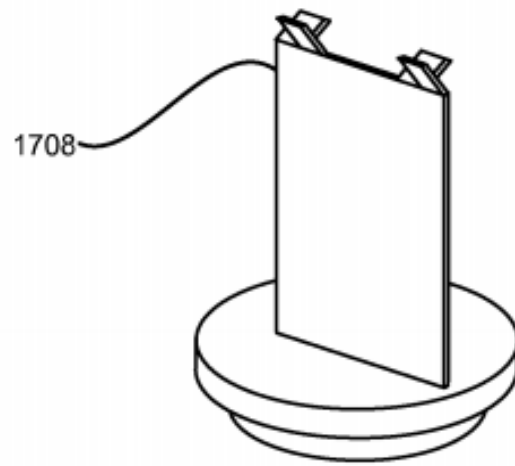


Figura 17B

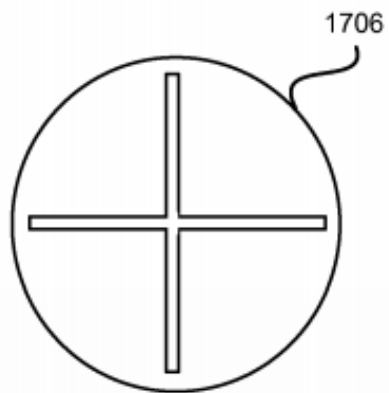


Figura 17C

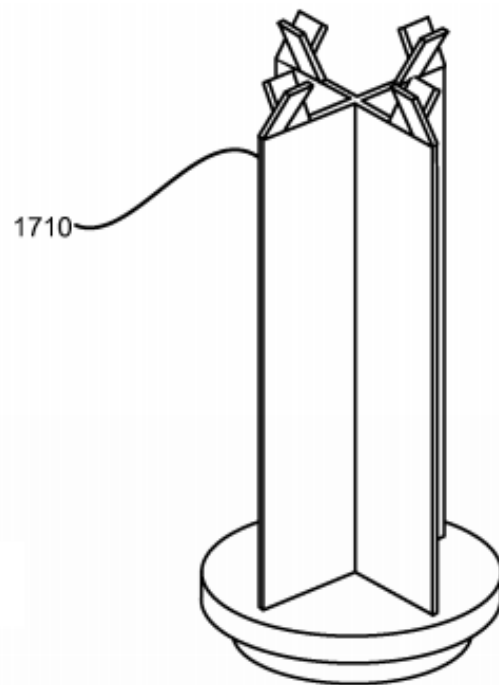


Figura 17D

1800

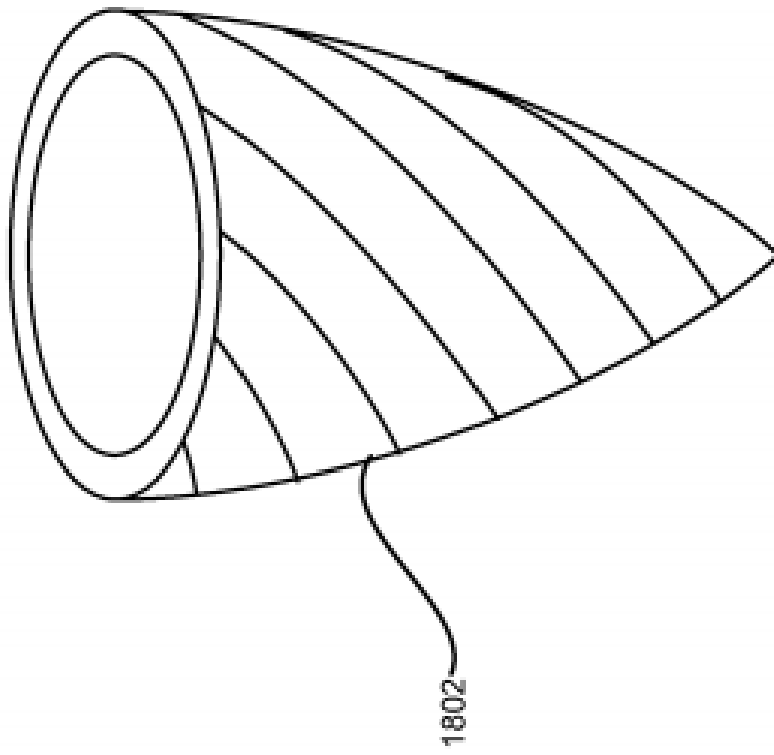


Figura 18A

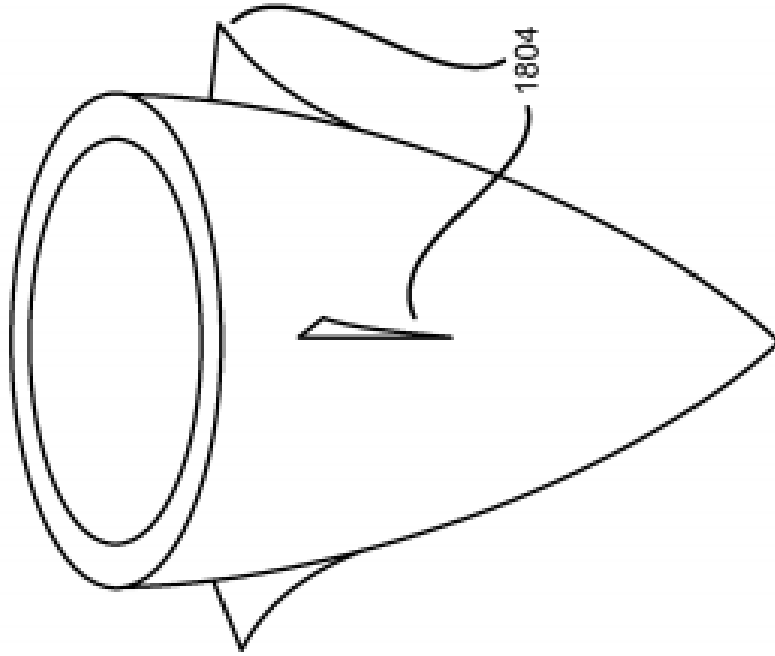


Figura 18B

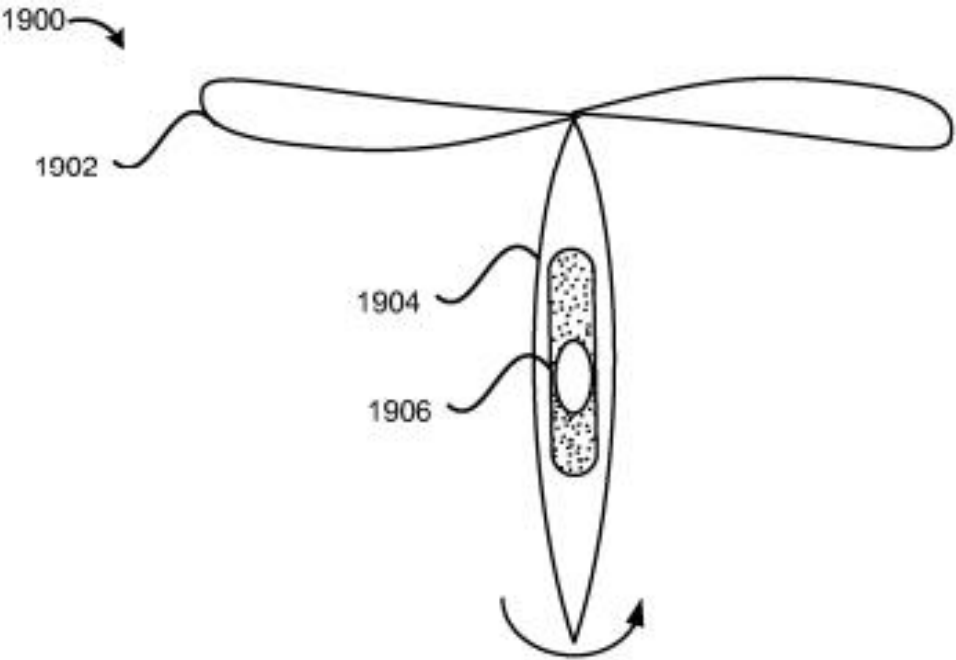


Figura 19A

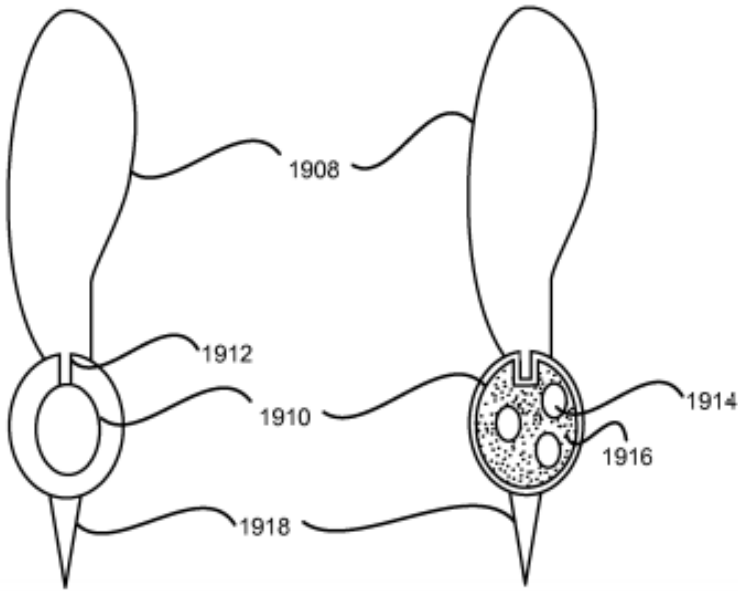


Figura 19B

Figura 19C

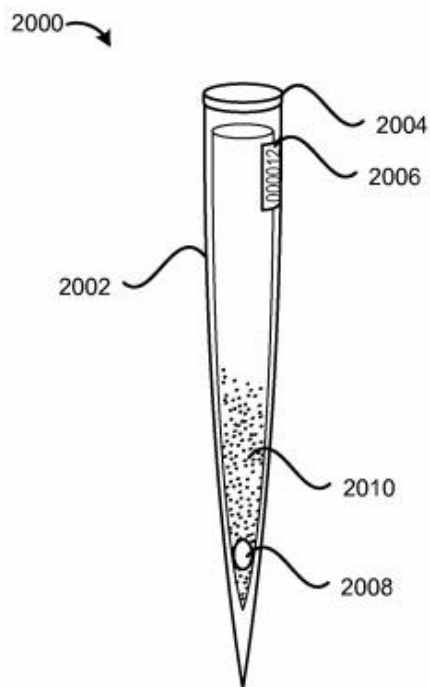


Figura 20A

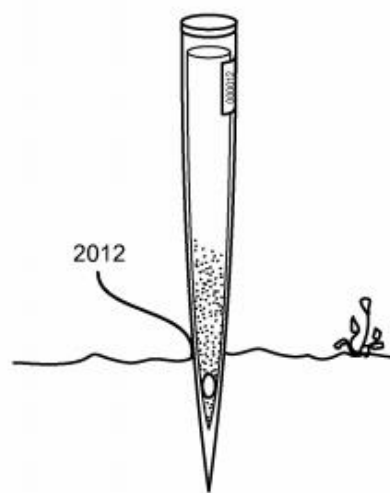


Figura 20B

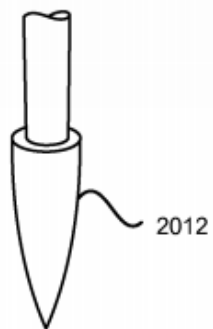


Figura 20C

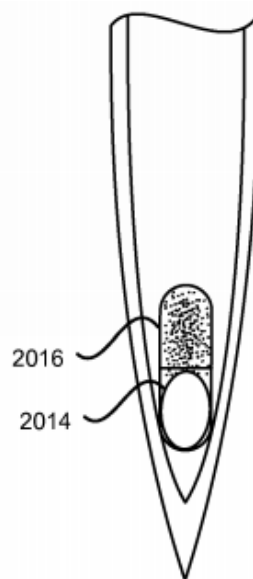


Figura 20D

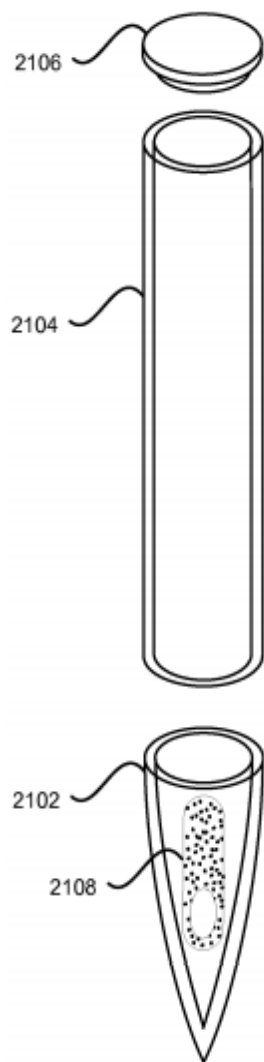


Figura 21a

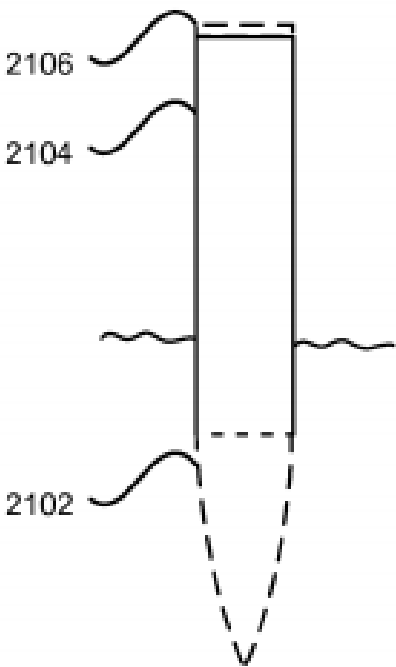
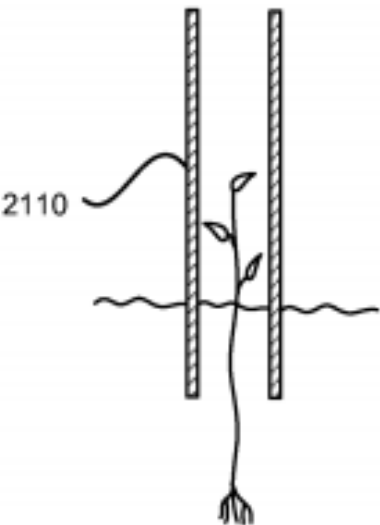


Figura 21B

Figura 21C



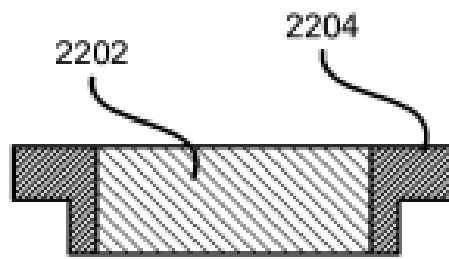


Figura 22A

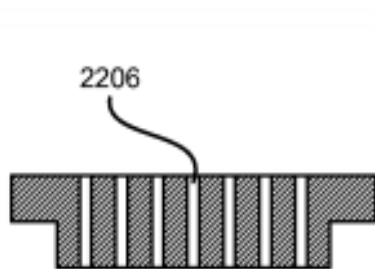


Figura 22B

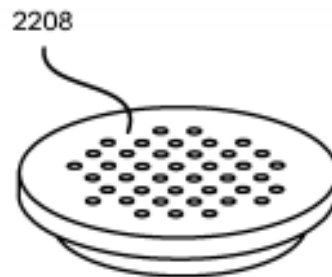


Figura 22C

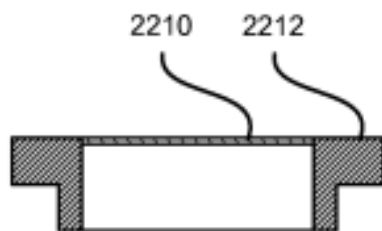


Figura 22D

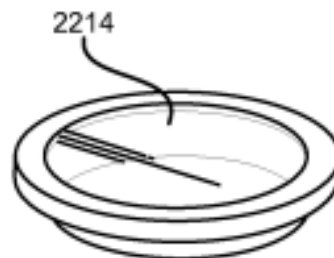


Figura 22E

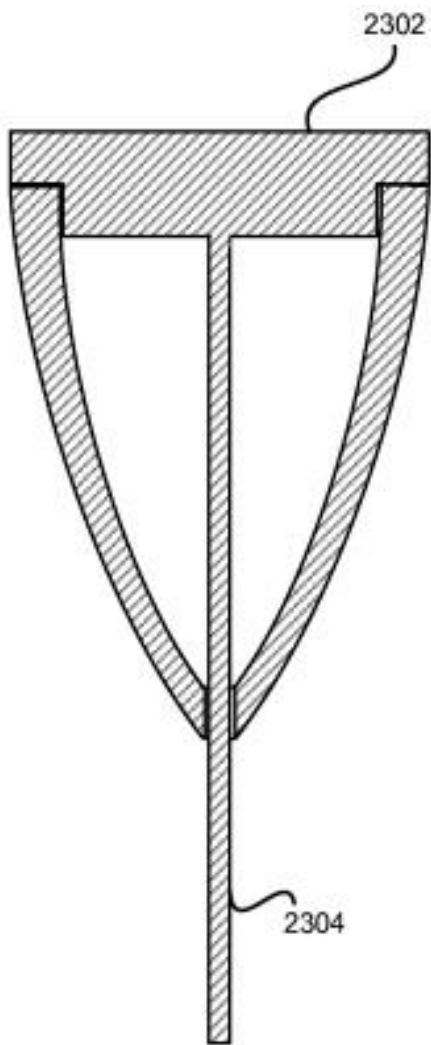


Figura 23A

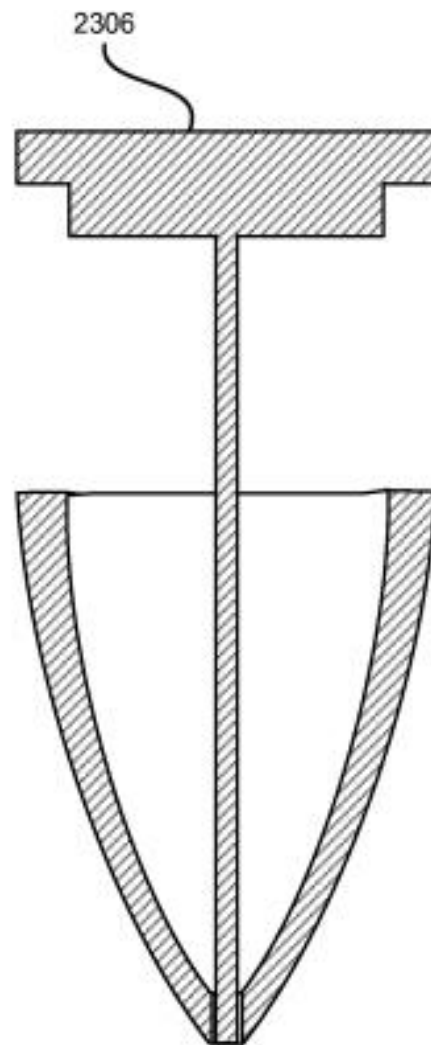


Figura 23B

2400

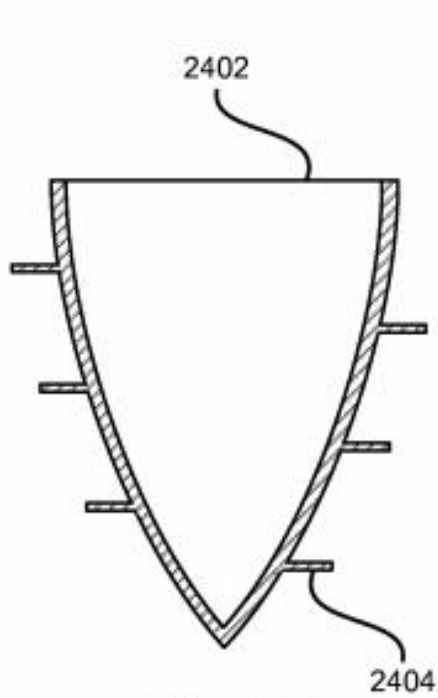


Figura 24A

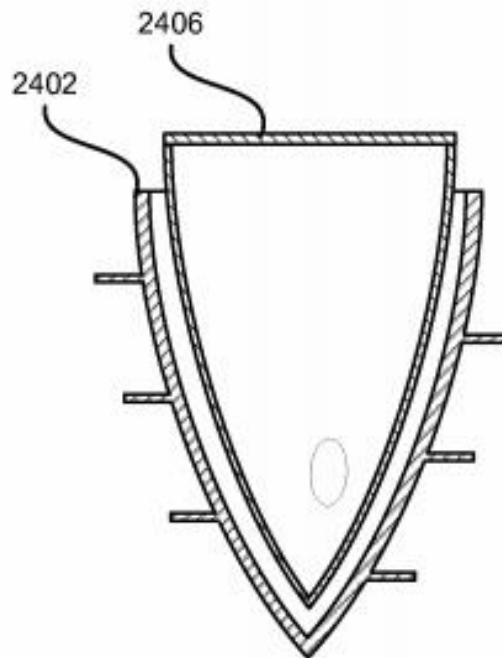


Figura 24B

2408

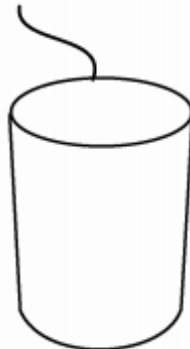


Figura 24C

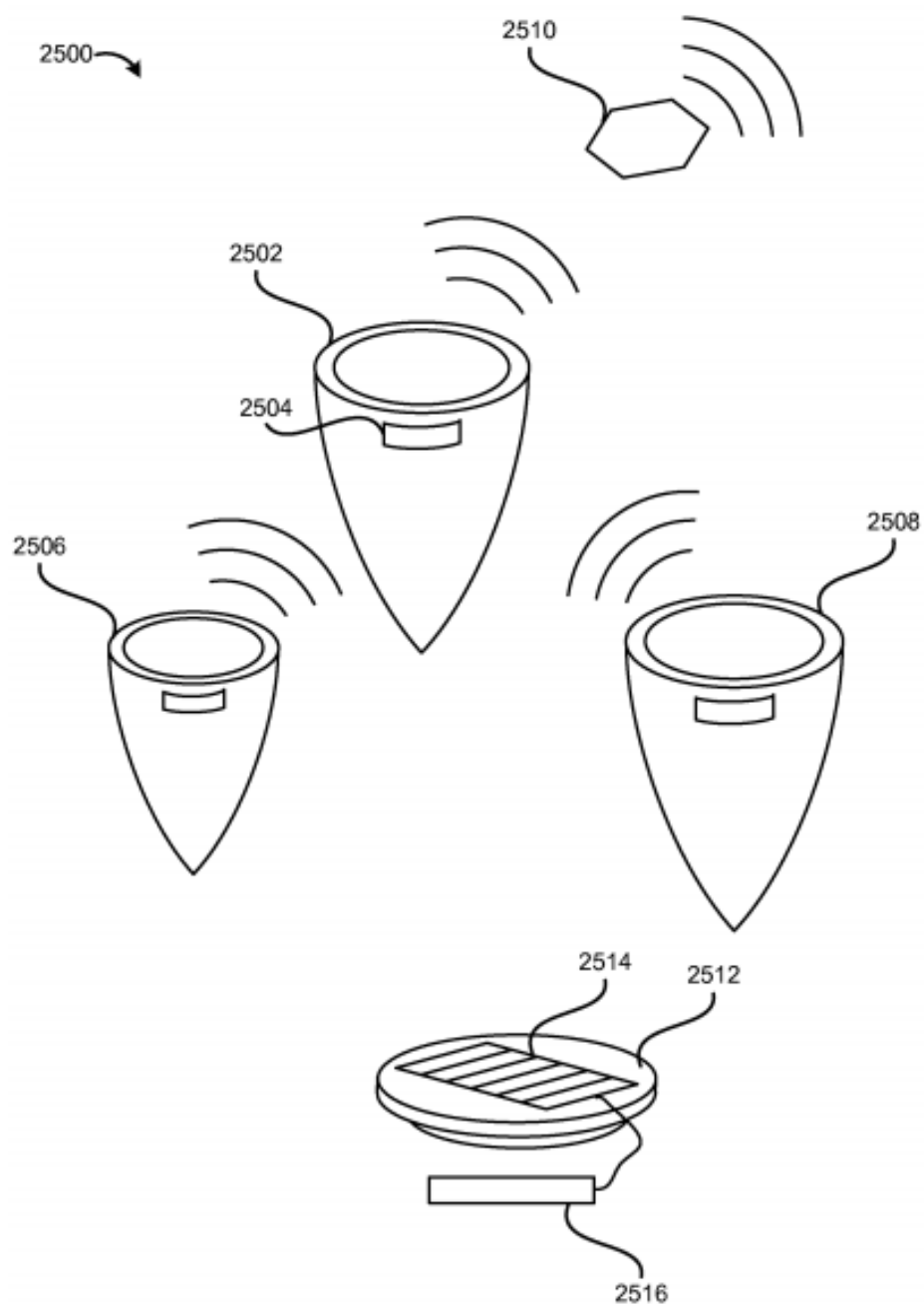


Figura 25

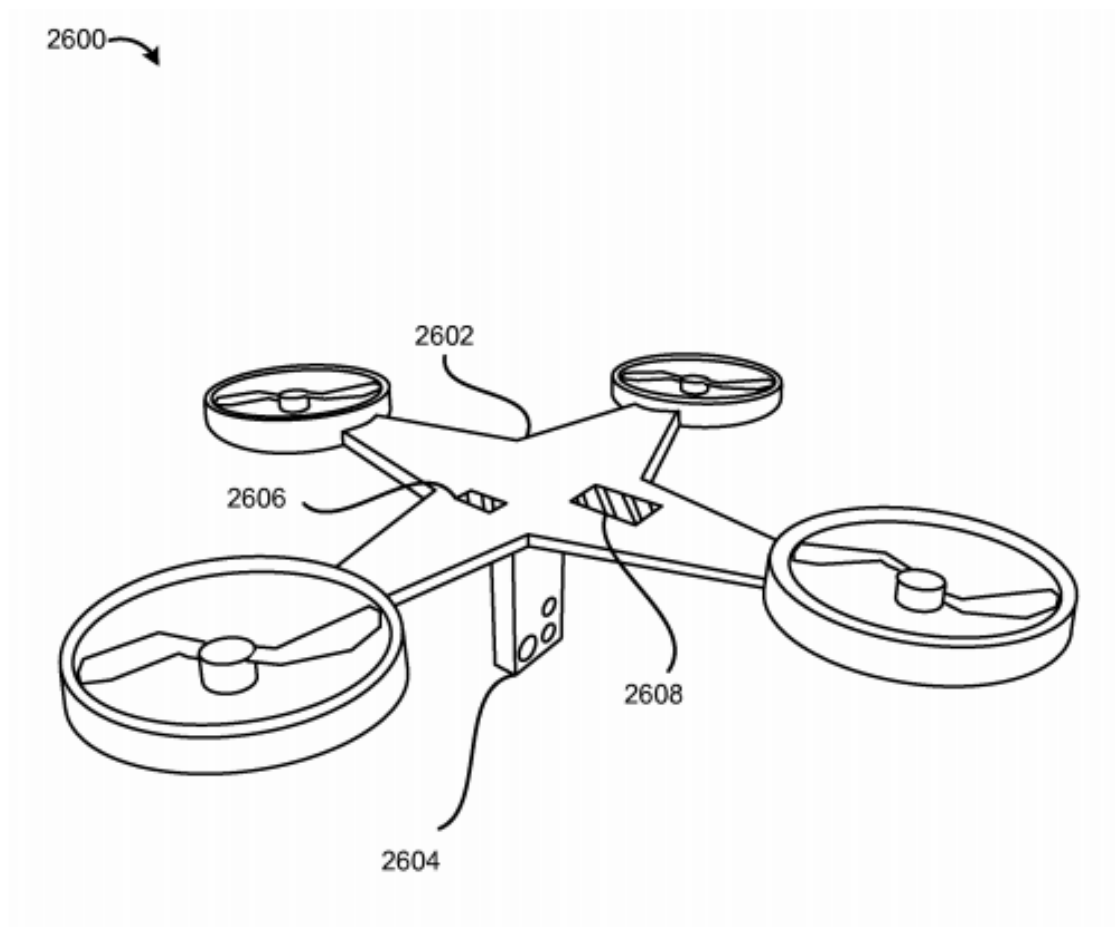


Figura 26

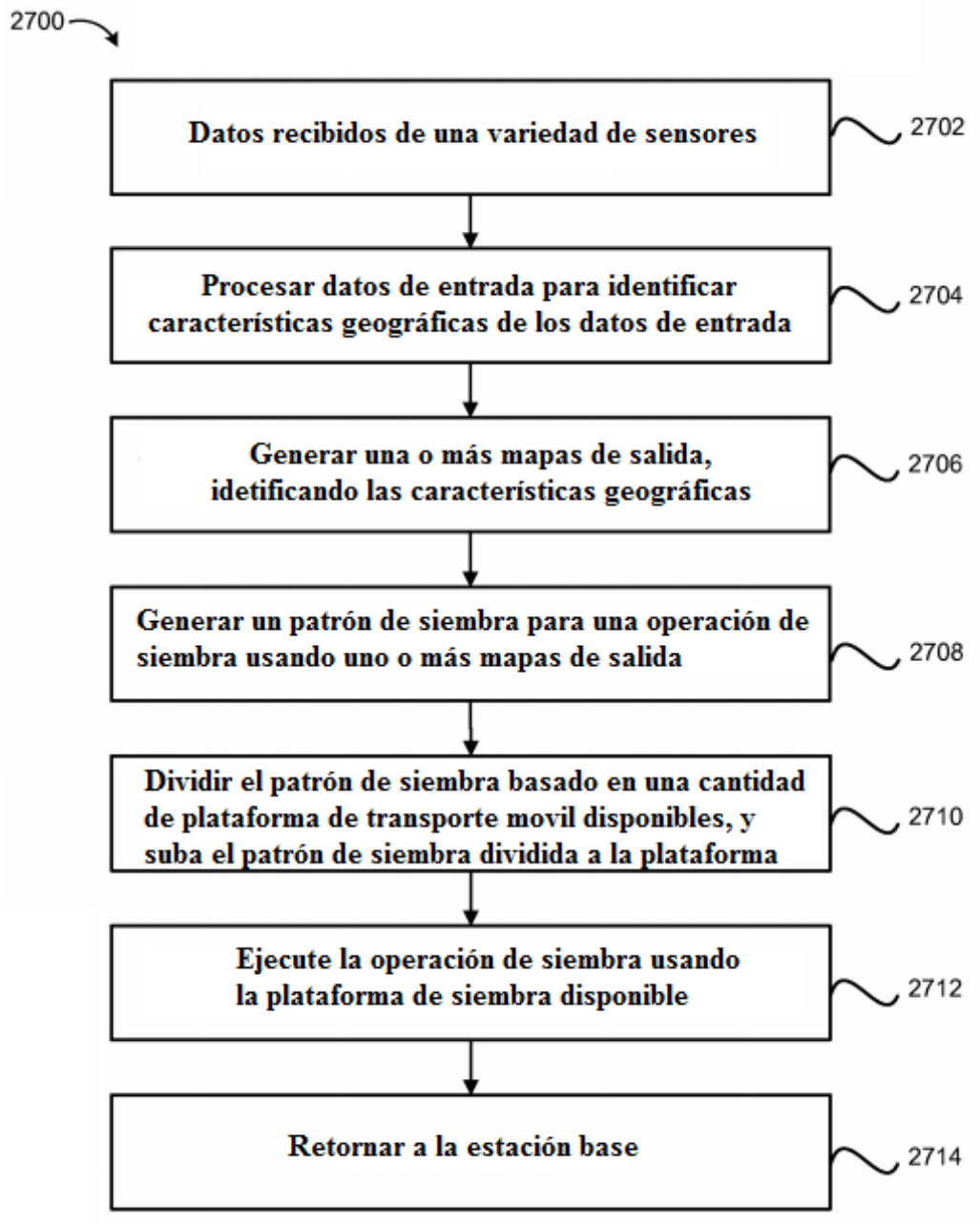


FIGURA 27

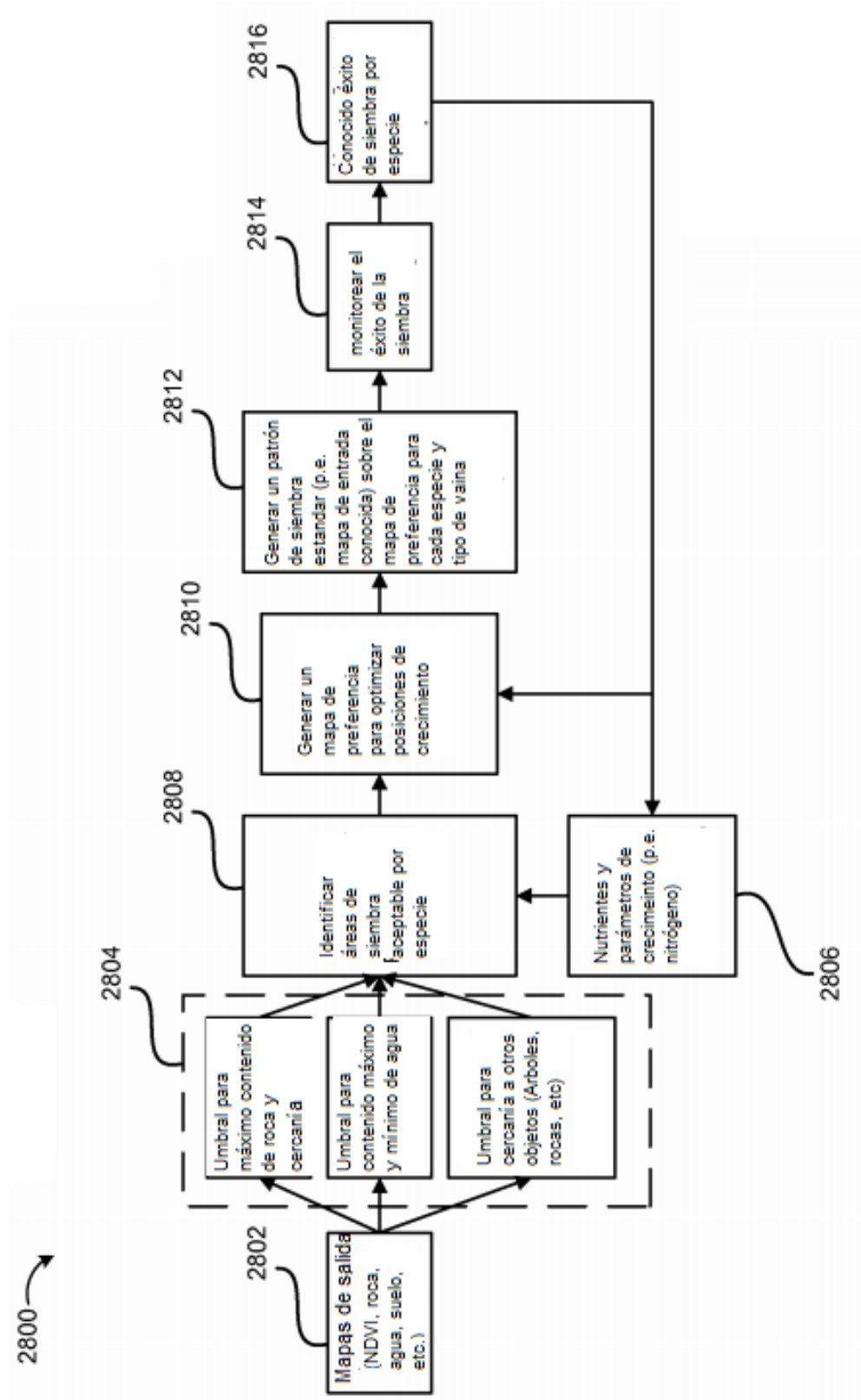


Figura 28

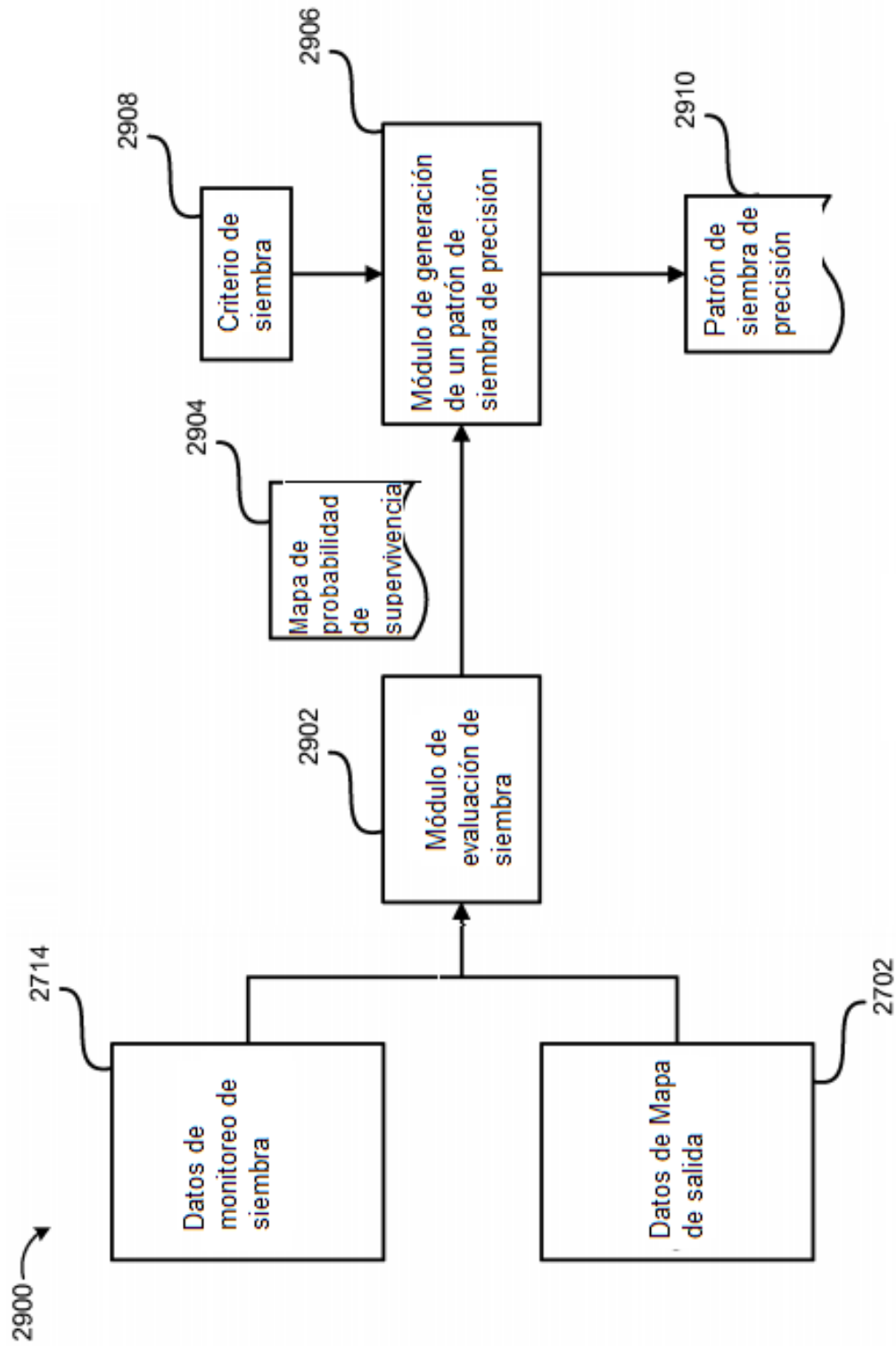


Figura 29

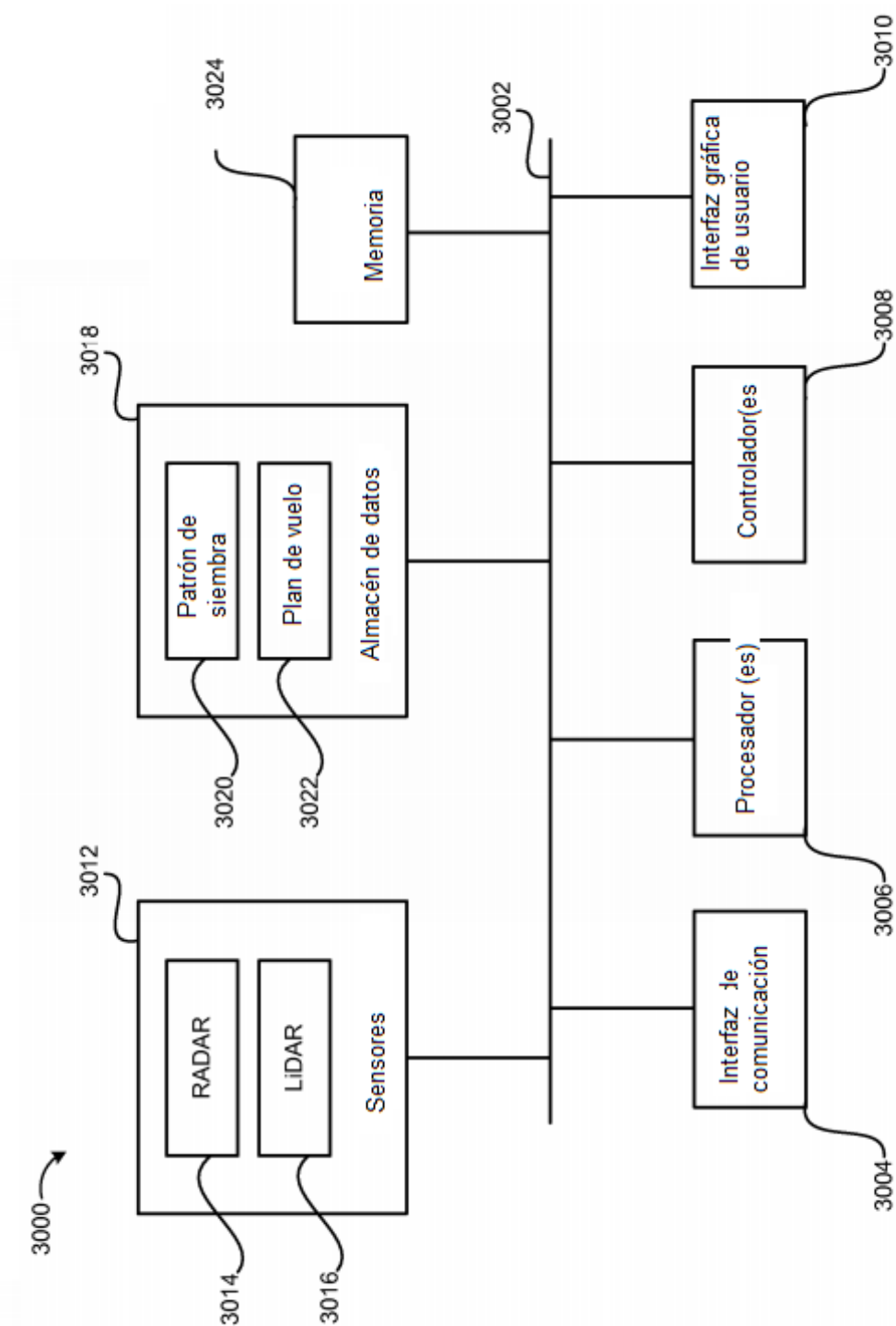


Figura 30