

SISTEMA PARA DAÑAR Y/O DESTRUIR UN CULTIVO DE PLANTAS, Y
MÉTODOS RELACIONADOS

REFERENCIA CRUZADA A LA SOLICITUD RELACIONADA Y
5 REIVINDICACIÓN DE PRIORIDAD

Esta solicitud reivindica la prioridad de la Solicitud de Patente Provisional de Estados Unidos 62/673.040 de propiedad común presentada el 17 de mayo de 2018, y titulada *"Sistema y método para reducir el rendimiento de cultivos ilícitos a distancia utilizando un haz de energía transportado por el aire"*,
10 actualmente en trámite e incorporada por referencia.

ANTECEDENTES

Hay muchas formas diferentes de destruir cultivos de plantas que se cosechan para producir una droga ilícita. Por ejemplo, un grupo de personas (típicamente tropas policiales del país donde está creciendo la cosecha) toman
15 posesión físicamente del área donde están creciendo las cosechas y destruyen físicamente las cosechas quemándolas, arrancándolas de raíz y/o cosechando prematuramente las plantas. Desafortunadamente, la gente que cultiva los cultivos a menudo intenta evitar que estas tropas destruyan sus cultivos oponiéndose a las tropas con fuerza. Esto expone a las tropas policiales a daños
20 corporales graves y, a menudo, a la muerte.

Para superar este problema, muchas agencias policiales intentan destruir los cultivos exponiéndolos a un herbicida químico o fuego, que pueden aplicar o iniciar de forma remota. Por ejemplo, se puede volar sobre una cosecha de tales plantas y pulverizar un herbicida químico sobre las plantas. Aunque esto reduce
25 el número de tropas policiales expuestas al peligro durante la destrucción de los cultivos, el avión que pulveriza sobre los cultivos debe volar bajo y cerca de los cultivos para aplicar eficazmente el herbicida químico a los cultivos y limitar la exposición de otras plantas y animales al herbicida. Aún así, parte del herbicida llegará al agua y a los animales cercanos y causará más daño. Como otro
30 ejemplo, se puede encender una cosecha de tales plantas dejando caer un dispositivo incendiario sobre un campo de los cultivos. Aunque esto se puede hacer con una exposición limitada de las tropas policiales al peligro, puede resultar difícil controlar el fuego una vez iniciado. Los agricultores pueden apagar el fuego antes de que gran parte de sus cultivos se destruyan, o el fuego podría
35 salirse de control y destruir áreas más allá de los cultivos.

Por lo tanto, existe una necesidad de un sistema que pueda dañar y/o destruir un cultivo de plantas minimizando al mismo tiempo la exposición a la acción hostil de un cultivador y minimizando al mismo tiempo el daño colateral al área circundante y a los animales.

5 **SUMARIO**

En un aspecto de la invención, un sistema para apuntar y dañar un cultivo de plantas incluye una aeronave, un láser, y un controlador. El láser y el controlador están montados en la aeronave, que puede colocar el láser y el controlador en el aire al menos a 350 metros del cultivo de plantas que se dañará.

10 El láser puede generar un haz de energía suficiente para dañar críticamente la planta cuando la planta está expuesta al haz. El controlador puede determinar si un objetivo del láser es una planta que se debe dañar. En respuesta a esta determinación, el controlador también puede: a) evitar que el haz de energía del láser alcance el objetivo, si el objetivo no es una planta que deba dañarse, y b)
15 hacer que el haz de energía del láser alcance el objetivo, si el objetivo es una planta que se debe dañar.

Con el láser del sistema se puede apuntar y dañar una planta, tal como una amapola, o un cultivo de plantas, desde una ubicación lo suficientemente cerca de la planta para garantizar que el objetivo sea una planta que se debe
20 dañar, pero lo suficientemente lejos de la planta como para mitigar la exposición del láser a la acción hostil de una persona que intenta proteger la planta o el cultivo de plantas. Con la aeronave del sistema, se puede hacer que el láser del sistema sea muy móvil, y así reducir aún más la exposición del láser a acciones hostiles. Cuando la aeronave es una aeronave tripulada, tal como un avión o
25 helicóptero pilotado por un piloto a bordo, dicha movilidad también ayuda a mitigar la exposición del piloto a la acción hostil de una persona que intenta proteger la planta o el cultivo de plantas. Y finalmente, con el controlador del sistema, se puede controlar en tiempo real el haz de energía generado por el láser para garantizar que el(los) objetivo(s) del láser sean las plantas que se van
30 a dañar, no otras plantas, animales, personas, vehículos ni estructuras. De esta manera, el sistema para apuntar y dañar cultivos de plantas no genera daños colaterales no deseados.

En otro aspecto de la invención, un método para apuntar y dañar un cultivo de plantas incluye colocar un láser de un sistema al menos a 350 metros de un
35 área de plantas en crecimiento; identificar un objetivo, dentro del área, para

exponerse a un haz de energía generado por el láser; y determinar, con un controlador del sistema, si el objetivo es una planta que se debe dañar. Si el objetivo es una planta que se debe dañar, entonces el método también incluye que el láser del sistema genere un haz de energía tal que la planta esté expuesta a una cantidad de energía suficiente para dañar la planta. Si el objetivo no es una planta que se debe dañar, entonces, el método también incluye que el controlador del sistema evite que el haz de energía del láser alcance el objetivo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La figura 1 muestra una vista de un sistema para apuntar y dañar un cultivo de plantas, de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 2 muestra una vista esquemática de una porción del sistema mostrado en **la figura 1**, de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 3 muestra un diagrama de flujo que ilustra un funcionamiento del sistema mostrado en **la figura 1**, de acuerdo con una realización de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La figura 1 muestra una vista de un sistema para apuntar y dañar un cultivo de plantas de acuerdo con una realización de la invención. El sistema puede usarse para apuntar y dañar una sola planta y/o un cultivo de plantas (mostradas aquí) que crecen en un área. El cultivo de plantas a la que se apunta para el daño puede ser cualquier planta deseada. Por ejemplo, aquí la planta es una amapola que se cultiva y cosecha para obtener opio, y aunque se describe que el sistema se utiliza para dañar tales amapolas, el sistema puede usarse para apuntar y dañar cualquier otra planta capaz de producir una droga ilícita, así como otras plantas que simplemente no son deseadas en un área determinada.

El sistema incluye una aeronave 14, un láser 16 (descrito con mayor detalle en conjunción con las **figuras 2 y 3**) montado en la aeronave 14, y un controlador (descrito con mayor detalle en conjunción con las **figuras 2 y 3**) también montado en la aeronave 14. La aeronave 14 posiciona el láser 16 y el controlador al menos a 350 metros de la cosecha de adormideras 12, y puede ser cualquier aeronave capaz de realizar esta función. Aquí, la aeronave 14 es un avión controlado por un piloto a bordo. En otras realizaciones, la aeronave 14 puede ser un globo, helicóptero o un dron no tripulado. El láser 16 puede generar un haz de energía 17 suficiente para dañar críticamente las amapolas 12 en el

área desde al menos 350 metros de distancia, y cuando se apunta y dispara a las amapolas 12 hace que las amapolas 12 o parte de las amapolas 12 estén expuestas a la energía en el haz generado 17. El daño a la adormidera 12 causado por la energía del haz puede ser suficiente para matar la vaina de la semilla de la amapola instantáneamente o más lentamente, tal como en varios días, prevenir la maduración de la vaina de la semilla, o aumentar sustancialmente el tiempo que tarda la vaina de la semilla en madurar. Aunque cualquier parte de la amapola 12 puede estar expuesta al haz del láser 17, exponer el tallo de la amapola 12 al haz 17 es una forma eficaz de dañar la vaina de la semilla de la amapola porque muchos de los nutrientes para el desarrollo de la vaina de la semilla fluyen a través del tallo de la amapola. El controlador incluye un sensor 18 (aquí cinco diferentes, cada uno descrito en mayor detalle en conjunción con las **figuras 2 y 3**) y puede identificar objetivos en el área donde crecen las adormideras 12 y determinar si el objetivo es una amapola 12 que se debe dañar. Después, basándose en esta determinación, el controlador puede hacer que la amapola 12 quede expuesta al haz del láser o evitar que el objetivo se exponga al haz del láser 17.

Con el láser 16 del sistema, se puede apuntar y dañar un cultivo de adormideras 12 desde una ubicación que esté lo suficientemente cerca de las amapolas 12 para garantizar que la planta objetivo 12 que se dañe sea una adormidera 12, pero lo suficientemente lejos de la amapola 12 para mitigar la exposición del láser y, por lo tanto, la exposición del personal a bordo, a la acción hostil de una persona que intenta proteger la cosecha de amapolas 12. Con la aeronave 14 del sistema, uno puede hacer el láser 16 del sistema, y por lo tanto el piloto a bordo, muy móvil, y así reducir aún más la exposición de ambos a acciones hostiles. Y finalmente, con el controlador del sistema, se puede controlar en tiempo real el haz de energía 17 generado por el láser 16 para asegurar que el(los) objetivo(s) del láser 16 son las adormideras 12, no otras plantas, animales, personas, vehículos y/o estructuras. De esta manera, el sistema 10 para apuntar y dañar las adormideras en crecimiento 12 no genera daños colaterales no deseados.

En funcionamiento, el sistema 10 puede volar en un patrón, típicamente circular o casi, alrededor del área objetivo con una distancia vertical (A en la **figura 1**) y una distancia horizontal (B en la **figura 1**) establecida por las necesidades de la implementación específica, equilibrando las necesidades de

seguridad y eficacia. Debido a que estos dos objetivos generalmente se contraponen entre sí, las distancias verticales y horizontales deseadas A y B, respectivamente, pueden determinarse caso por caso. Los factores a considerar al determinar las distancias verticales y horizontales incluyen el tipo de planta 12 que se dañará, si es probable que el sistema 10 encuentre acciones hostiles, la velocidad a la que el sistema 10 puede dañar el cultivo de plantas 12 en un área, que depende del láser 16 del sistema y del tamaño y del terreno del área donde crecen las plantas 12.

Si no se espera una acción hostil, el radio de vuelo alrededor del área objetivo puede ser pequeño y se puede utilizar una aeronave adecuada para vuelos lentos seguros. Por ejemplo, un aeronave de ala fija con capacidad de vuelo lento (por ejemplo, 83 km/h (45 nudos) o menos), se puede utilizar una aeronave más ligera que el aire o un ala de rotor, y colocarla a lo largo de una trayectoria de vuelo que se describe mediante una relación entre la distancia horizontal B y la distancia vertical A de 2:1 a 4:1. La relación descrita por la trayectoria de vuelo podría ser mayor, especialmente para un sistema 10 que incluye una plataforma transportada por el aire atada. Estas relaciones permiten que cada pasada del haz láser 17 atraviese muchos tallos sin que otra vegetación lo impida indebidamente, tales como hojas y cultivos o árboles vecinos, y también permitir que el haz láser 17 termine en el suelo del área objetivo, no más allá o fuera del área objetivo. Estar más cerca de las adormideras 12 objetivo también permite una menor divergencia o dispersión del haz de energía 17 y, por lo tanto, puede transferirse más energía del haz de energía 17 a las plantas objetivo 12.

Si se espera una acción hostil, sin embargo, entonces la distancia horizontal B o la distancia vertical A que define la trayectoria de vuelo puede ser mucho mayor que la descrita anteriormente. Por ejemplo, una distancia horizontal mínima a las adormideras 12 puede ser de 350 metros para reducir en gran medida la efectividad de un AK-47 que dispara contra el sistema 10, con esta distancia horizontal B, entonces se puede establecer la distancia vertical A usando una de las relaciones descritas anteriormente. Con el aumento de la distancia entre el láser 16 y las plantas objetivo 12 que deben dañarse, el láser 16 tendrá que generar un haz láser 17 que pueda desplazarse una distancia y contener suficiente energía cuando el haz golpee la adormidera 12 para dañar la amapola 12. Una realización de tal sistema 10 puede incluir un láser 16 que

genera un haz de energía 16 que tiene una longitud de onda corta y suficiente potencia para abarcar una distancia definida por 5.000 metros o más en la dirección horizontal y 3.500 metros o más en la dirección vertical.

La velocidad operativa del sistema 10 (por ejemplo, acres tratados por hora) depende de numerosos factores, incluyendo la longitud de onda, el tipo, la potencia y la calidad del láser 16, que se describe con mayor detalle en conjunción con la **figura 2**. Aquí, una realización del sistema 10 incluye un láser 16 que es un láser de fibra apilado para generar un haz de energía 17 que tiene una longitud de onda de 532 nanómetros (nm), un parámetro M cuadrado bajo y varias decenas de kilovatios (kW) de potencia (una medida de la energía del haz). Este haz de energía 17 puede dañar efectivamente varios acres de adormideras 12 a varias decenas de acres de amapolas 12 por hora desde una distancia de 800 a 1600 metros del objetivo y de 300 a 600 metros sobre el suelo.

Haciendo referencia aún a la **figura 1**, los componentes del sistema 10 pueden montarse en la aeronave 14 según se desee, y pueden incluir componentes además del láser 16 y el controlador. Por ejemplo, en esta y otras realizaciones, el láser 16 y el controlador pueden montarse dentro de la estructura de la aeronave, y el sistema 10 también puede incluir un generador de alta capacidad (no mostrado) para generar energía eléctrica para el láser 16, una unidad de enfriamiento/refrigeración/disipación de calor (tampoco se muestra) para ayudar a mantener fríos el láser 16 y el controlador durante el funcionamiento, una unidad de potencia auxiliar (APU) (tampoco se muestra) para proporcionar energía al sistema 10 y específicamente al generador de alta capacidad, y un blindaje (tampoco se muestra) para proteger el sistema 10 y la(s) persona(s) en la aeronave 14 de daños por fuego hostil. El blindaje puede extenderse o cubrir tanto o tan poco de la aeronave 14 como se desee. En esta y otras realizaciones, la aeronave 14 del sistema 10 está configurada para alojar a dos personas - un piloto para volar la aeronave 14 y un técnico para monitorizar y operar el láser 16 y otros componentes del sistema 10. En otras realizaciones, el piloto también puede monitorizar y operar el láser 10 y otros componentes del sistema. En otras realizaciones adicionales, el piloto puede volar la aeronave 14 mientras que un técnico ubicado a distancia de la aeronave 14 monitoriza y opera el láser 16 y otros componentes del sistema 10.

Otras realizaciones son posibles. Por ejemplo, el sistema 10 puede incluir contramedidas de misiles tierra-aire y sistemas tales como antorcha y bengalas

para proporcionar protección adicional en un entorno extremadamente hostil. Como otro ejemplo, el sistema 10 puede incluir una aeronave 14 que puede modificarse no solo para dañar las plantas objetivo 12, sino también para responder a otras amenazas utilizando el láser 16 contra las otras amenazas.

5 Por ejemplo, si el sistema 10 está funcionando con otros sistemas 10 en las proximidades, cada uno de los sistemas 10 puede programarse para compartir datos de amenazas y combinarlos y coordinarlos en respuesta, elevando el nivel general de seguridad para el sistema 10 y la tripulación. En tal situación, la aeronave 14 podría retirarse a distancias mayores y/o rodear la amenaza sola o
10 con otros sistemas 10 para asegurar múltiples ángulos de ataque en la amenaza terrestre.

La figura 2 muestra una vista esquemática de una porción del sistema 10 mostrado en **la figura 1**, de acuerdo con una realización de la invención.

El láser 16 puede ser cualquier láser deseado o combinación de láseres
15 capaz de generar tal haz de energía 17, y el haz 17 puede ser cualquier haz 17 deseado que tenga una cantidad suficiente de energía para dañar una planta 12 específica (aquí una cosecha de adormideras) durante una operación específica. Debido a que el daño a la planta 12 es causado por la energía en el haz 17, el láser 16 debe generar un haz 17 que tenga una longitud de onda que facilite la
20 absorción de energía de la adormidera desde el haz 17, y una cantidad de energía que será transferida a la amapola durante el período en que la amapola 12 esté expuesta al haz 17 para dañarla suficientemente.

Las plantas de adormidera, por ejemplo, tienen picos de absorción en longitudes de onda de 350 a 475 nm, aproximadamente 670 nm,
25 aproximadamente 1470 nm, y aproximadamente 1950 nm, que hacen que estas longitudes de onda sean deseables para dañar las adormideras 12. Dentro de estas elecciones, se pueden seleccionar 670 nm porque es visible. Si se desea un funcionamiento sigiloso del sistema 10 durante el día, cuando las amapolas absorben la luz solar para crecer, entonces, un haz de luz 17 que tenga una
30 longitud de onda de 670 nm sería difícil de detectar durante el día y difícil de proteger porque bloquearlo implicaría bloquear también la luz solar. Se pueden seleccionar longitudes de onda de 1470 y 1950 nm porque penetran más profundamente en la vegetación (como puede ser más apropiado para plantas de coca más densas) y porque no son rápidas para dañar un ojo de un animal.
35 Se puede seleccionar una longitud de onda en el intervalo de 380-400 porque

diverge menos en la atmósfera, lo que permite un haz más enfocado en un objetivo desde más lejos y se dispersa menos en un ambiente alto, caluroso y árido.

La cantidad de energía necesaria para sobrecalentar letalmente o dañar de forma crítica metabólicamente de otra manera el tallo de una adormidera 12 es de aproximadamente 1 a 4 julios/mm² (J/mm²). Un tallo típico de una adormidera 12 que produce una vaina de semilla, tiene un diámetro de aproximadamente 0,4 a 0,8 centímetros (cm). Suponiendo un haz 17 de alta energía de 1 mm en la adormidera 12, esto equivale a un área en sección transversal láser típica de aproximadamente 4 a 8 mm². Por lo tanto, la cantidad total de energía que se requiere típicamente para sobrecalentar letalmente o dañar metabólicamente críticamente una sección transversal de un solo tallo de una adormidera es de aproximadamente 4 a 32 J. Un vatio (W) equivale a un J/seg. Por lo tanto, si se va a proporcionar una dosis de energía críticamente dañina a la adormidera 12 exponiéndola al haz de energía 17 durante un período de una milésima de segundo, entonces el láser 16 debería generar entre 4 y 32 kW de potencia. Estos números se calculan para un haz de energía 17 que golpeará un solo tallo en un ángulo perpendicular al tallo. Cuantos más tallos estén expuestos al haz 17, entonces, la cantidad correspondientemente mayor de energía que debe estar en el haz de energía 17 para dañar suficientemente las adormideras 12. De manera similar, cuanto más rápido sea el período durante el cual un tallo está expuesto al haz de energía 17, entonces, mayor será la cantidad de energía que debe estar en el haz de energía 17 para dañar suficientemente la adormidera 12. Además, a medida que el haz de energía 17 golpea el tallo progresivamente de manera más oblicua, luego se deben transferir cantidades cada vez mayores de energía para dañar críticamente la amapola 12.

En esta y otras realizaciones, el láser 16 genera un haz de luz 17 que tiene una longitud de onda de 532 nanómetros (nm), un parámetro M cuadrado bajo y varios kilovatios (kW) de potencia. Este haz de luz 17 puede dañar efectivamente varios acres de adormideras 12 a varias decenas de acres o amapolas 12 por hora desde una distancia de 800 a 1600 metros del objetivo y de 300 a 600 metros sobre el suelo.

Otras realizaciones son posibles. Por ejemplo, el láser 16 puede generar un haz de energía pulsada con una longitud de onda de 380 nm, un parámetro M cuadrado bajo y 450 W de potencia. Como otro ejemplo, el láser 16 puede

generar un haz de energía continuo con una longitud de onda de 1070 nm (infrarrojo cercano), un parámetro M cuadrado bajo y 30 kilovatios (kW) de potencia. Para mayor sigilo y potencialmente mayor seguridad frente a amenazas terrestres, el sistema 10 se puede utilizar de noche y el láser 16 puede generar un haz de energía 17 que tiene una longitud de onda no visible. Para menos sigilo y/o para más tiempo de funcionamiento por día, el sistema 10 se puede usar día y noche, y el láser 16 puede generar un haz de energía 17 que tiene una longitud de onda en el rango visible y/o no visible del espectro electromagnético.

10 Haciendo referencia aún a la **figura 2**, el láser 16 puede incluir un componente óptico (no mostrado) para dar forma al haz de energía 17 generado por el láser 16 antes de que el haz 17 alcance las adormideras 12. La óptica puede dar forma al haz 17 en cualquier forma deseada. Por ejemplo, la óptica del láser puede enfocar el haz 17 en un área en el objetivo que es menor que el
15 área en la sección transversal del haz cuando es generado por el láser 16. Esto concentra la energía en el haz 17 en un área objetivo pequeña, lo que puede reducir el tiempo necesario para que la adormidera 12 absorba una dosis de energía críticamente dañina para evitar o reducir la producción de opio.

Como otro ejemplo, la óptica puede enfocar el haz 17 generado por el
20 láser 16 en una única dimensión. Más específicamente, la óptica puede enfocar el haz láser 17 en la dirección vertical o casi vertical. Dado que los tallos de las adormideras son generalmente verticales, el área objetivo puede tratarse usando numerosas trayectorias continuas, cuasi-continuas y/o discontinuas de haz horizontal oblicuamente a través del área objetivo hasta que las plantas 12 en el
25 área objetivo sean tratadas adecuadamente. No es necesario que un haz 17 que se mueve horizontalmente a varios metros por segundo o más a través del área objetivo esté bien enfocado en la dimensión horizontal, ya que varios centímetros o incluso metros de ancho del haz 17 cruzarán la misma área del cultivo en período de tiempo muy corto (por ejemplo, varios milisegundos). Esto permite
30 una efectividad similar pero a menor coste, complejidad y peso en la aeronave 14 del sistema en comparación con un pequeño haz de energía circular 17 que está estrechamente enfocado tanto en dirección horizontal como vertical. Este enfoque también puede permitir el uso de láser 16 que se propaga más (por ejemplo, son de menor calidad) en un eje que en otro, tal como una barra de
35 diodos. Este enfoque también permite que una lente de salida de láser y/o

apertura sea relativamente estrecha, tal como solo unos pocos centímetros de ancho, siendo relativamente alta, tal como varios cientos de centímetros, y enfocar la cintura del haz en el objetivo hasta unos pocos milímetros hasta unas décimas de milímetro de altura. En el caso de aeronaves grandes 14 y/o en el caso de fijar, suspender o extender el sistema de enfoque fuera de la aeronave 14, especialmente una aeronave 14 que puede permanecer en el aire con una velocidad de avance baja o insignificante a través del aire, la lente de salida del láser podría extenderse verticalmente a muchas veces la longitud citada anteriormente, permitiendo una mayor eficacia a través de un enfoque más estrecho del haz láser 17 en el objetivo y/o mayores distancias entre el láser 16 y el objetivo sin sacrificar la eficacia. En general, cuanto más grande sea la lente de salida, mayor será el alcance y/o mayor la capacidad de enfocar el haz 17 para aumentar la densidad de flujo y la tasa de exposición.

En otras realizaciones, la óptica puede ser programable y tener una distancia focal variable con estabilización y montaje giratorio/basculante. Con esta óptica, la forma del haz de energía 17 generado por el láser 16 puede modificarse durante el funcionamiento del sistema 10 para adaptarse a cambios en las operaciones y/o el entorno.

Haciendo referencia aún a la **figura 2**, el sistema 10 incluye una fuente de alimentación 19 para proporcionar al láser suficiente energía para generar el haz de energía 17 deseado. La fuente de alimentación 19 puede ser cualquier fuente de alimentación deseada capaz de realizar esta función. Por ejemplo, en esta y otras realizaciones, la fuente de alimentación 19 es un generador que convierte energía mecánica, tal como en la forma de un árbol giratorio, en electricidad. El generador puede estar acoplado al motor de la aeronave o a una APU. En otras realizaciones, la fuente de alimentación 19 puede incluir dispositivo de almacenamiento tal como una batería.

Haciendo referencia aún a la **figura 2**, el controlador 20 identifica los objetivos en un área para el láser 16 y determina si los objetivos son una adormidera 12 que se debe dañar, o algún otro objeto, como una persona o un cobertizo (mostrado en **la figura 1**). Después, basándose en esta determinación, el controlador 20 hace que el objetivo se exponga al haz de energía 17 del láser o evita que el objetivo se exponga al haz del láser 17. Para lograr esto, el controlador 20 incluye un circuito 22 para controlar el funcionamiento del láser 16 y un sensor 18 para detectar una señal desde el objetivo y transmitir al circuito

datos que representan la señal detectada. El circuito del controlador luego compara los datos transmitidos desde el sensor con datos que representan otros objetos conocidos para determinar si el objetivo debe exponerse al haz de energía 17 del láser.

- 5 El sensor 18 puede ser cualquier sensor deseado capaz de detectar una señal desde un objeto y transmitir al circuito de control datos que representan la señal. Por ejemplo, en esta y otras realizaciones, el controlador 20 incluye cinco sensores 18 diferentes - una cámara termográfica, una cámara hiperespectral o multiespectral, una cámara de luz visible, un instrumento de localización de
- 10 precisión y un sensor para detectar la forma de un objeto. La cámara termográfica detecta radiación infrarroja y se utiliza para ayudar a identificar si un objeto es un animal al detectar la firma de calor del objeto. La cámara hiperespectral o multiespectral emite y detecta radiación en muchas regiones diferentes del espectro electromagnético que un objeto emite o refleja, y se utiliza
- 15 para distinguir varios tipos de vegetación y sus etapas de crecimiento. Esta información se puede usar para identificar y/o confirmar que una planta es una adormidera 12 o algún otro tipo de planta. Esta información también se puede utilizar para determinar si un objeto objetivo es metálico, como el techo del cobertizo en la **figura 1**. El instrumento de localización de precisión puede ser
- 20 un instrumento del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) habilitado con el Sistema de Aumento de Área Amplia (WAAS) que proporciona información de ubicación precisa, frecuente y coordinada sobre la posición de la planta objetivo 12, el láser 16, y las áreas que están siendo detectadas por los otros sensores. La cámara de luz visible detecta radiación en el rango de longitudes de onda que
- 25 el ojo humano puede percibir y permite que una persona vea el objetivo para ayudar a determinar si el objetivo debe exponerse al haz láser 17. Y, el sensor que detecta la forma de un objeto puede ser un instrumento LiDAR (Detección y rango de luz) que mide la distancia a un objetivo iluminando el objetivo con luz láser pulsada y luego midiendo los pulsos reflejados con un sensor o sensores.
- 30 Diferencias en los tiempos de retorno de la luz láser, las intensidades y las longitudes de onda se pueden utilizar para hacer representaciones digitales en 3-D del objetivo, especialmente identificando estructuras y objetos artificiales tales como edificios y vehículos. Además de estos sensores 18, el sistema 10 puede incluir un sensor de posicionamiento global para permitir que el
- 35 controlador 20 determine la ubicación del objeto y proporcione otros medios para

determinar si el objeto debe exponerse al haz de luz del láser 17. El controlador 20 usa típicamente los datos transmitidos por cada uno de los sensores en conjunción con los otros datos transmitidos por los otros sensores 18 para determinar si el objetivo debe exponerse al haz de energía 17 del láser. El controlador 20 y sus sensores 18 también pueden usarse antes de una operación real con el sistema 10, tal como un día o más, para ayudar a localizar áreas donde crecen adormideras 12. Después, se puede desarrollar y ejecutar un plan para utilizar el sistema 10. En otras realizaciones, el controlador 20 puede usar menos o más sensores 18 y puede usar sus respectivos datos transmitidos solos o con menos que todos los demás datos transmitidos para determinar si el objetivo debe exponerse al haz de energía 17 del láser.

Con los sensores 18 del controlador 20, el sistema 10 puede operar al aire libre con una tasa esperada del 100 % en el área objetivo con una tasa esperada del 0 % en firmas o estructuras de calor humano o animal dentro del área objetivo. Unos márgenes de seguridad suficientes alrededor del perímetro del área objetivo y alrededor de firmas y estructuras de calor humano y animal evitarán una exposición no deseada al haz de energía 17 del láser antes de que el haz 17 se desvíe hacia estas áreas que no son objetivos, incluso si la aeronave golpea turbulencias, el sistema para apuntar se ve afectado de otra manera o se pierden datos del sensor 18. Además de los sensores que se utilizan para identificar objetivos, los sensores también se pueden usar para validar y/o confirmar el éxito general del funcionamiento del sistema en un cultivo de adormideras 12.

El controlador 20 puede hacer que el objetivo se exponga al haz de energía 17 del láser, o evitar que el objetivo sea expuesto al haz de energía 17 del láser de cualquier manera deseada. Por ejemplo, en esta y otras realizaciones, cuando el controlador 20 determina que el objetivo debe ser expuesto al haz de energía 17 del láser, entonces, el controlador 20 apunta el láser 16 en el objetivo y dirige el láser 16 para generar un haz de energía 17. El controlador 20 puede apuntar al láser 16, de modo que el haz 17 que genera golpee el tallo de la adormidera objetivo 12 durante un período y luego dirige el láser 16 para que deje de generar el haz de energía 17 antes de apuntar el láser 16 a la siguiente adormidera objetivo 12. En otras realizaciones, el controlador 20 puede apuntar rápidamente el láser 16 a la siguiente adormidera objetivo 12 mientras continúa dirigiendo el láser 16 para generar el haz de energía 17.

Cuando el controlador 20 determina que el objetivo no debe exponerse al haz de energía 17 del láser, el controlador 20 puede dirigir el láser 16 para que no genere o deje de generar el haz 17. En otras realizaciones, el controlador 20 puede simplemente bloquear el haz 17 para que no alcance el objetivo colocando un filtro o barrera entre el láser 16 y el objetivo. Como alternativa, el controlador 20 puede simplemente cambiar la forma del haz 17 con un componente óptico, de modo que el haz 17 se difunda o disperse de modo que cualquier parte del haz 17 que llegue al objeto tenga muy poca energía y, por lo tanto, no dañe el objeto.

10 **La figura 3** muestra un diagrama de flujo que ilustra un funcionamiento del sistema 10 mostrado en **la figura 1**, de acuerdo con una realización de la invención.

En esta y otras realizaciones, la primera etapa 26 para operar el sistema 10 (**figura 1**) consiste en colocar el sistema 10 al menos a 350 metros del área que contiene adormideras en crecimiento 12 que se deben dañar. Aquí, tal y como se ha tratado anteriormente, una aeronave 14 del sistema 10 vuela en una trayectoria de vuelo predeterminada a una distancia sustancial del área. A continuación, en la etapa 28, el controlador 20 identifica un objetivo dentro del área, como se ha expuesto anteriormente. Después, en la etapa 30, el controlador determina si el objetivo es una adormidera 12 (**figura 1**), como se ha expuesto anteriormente. Si el controlador 20 determina que el objetivo es una adormidera 12, entonces, en la etapa 32, el controlador 20 apunta el láser 16 a la amapola 12 y dirige el láser 16 (**figuras 1 y 2**) para generar un haz de energía 17 (**figuras 1 y 2**). De esta manera, la adormidera 12 se expone al haz del láser 17. Si el controlador 20 determina que el objetivo no es una adormidera 12, entonces, en la etapa 34, el controlador 20 evita que el haz láser 17 alcance el objetivo, como se ha expuesto anteriormente. Mientras se expone la adormidera 12 al haz 17 durante un período o se impide que el haz 17 alcance el objetivo, el controlador 20, de nuevo en la etapa 28, identifica otro objetivo en el área y procede a determinar si este otro objetivo es una adormidera 12. Después de exponer la primera planta 12 durante el período o de evitar que el haz 17 alcance el objetivo, el controlador 20 procede entonces a la etapa 32 o a la etapa 34, de nuevo, dependiendo de si el objetivo es una adormidera 12.

La discusión anterior se presenta para permitir que un experto en la técnica realice y utilice la invención. Varias modificaciones de las realizaciones

- resultarán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios genéricos en el presente documento pueden aplicarse a otras realizaciones y aplicaciones sin apartarse del espíritu y el ámbito de la presente invención. Por lo tanto, la presente invención no se pretende que se limite a las realizaciones
- 5 mostradas, sino que se le debe otorgar el alcance más amplio de acuerdo con los principios y las características que aquí se describen.