



Manual del Operador Máquina Control de Heladas

FLORENCIO LAZO BARRA

Fonofax: (56)-72-521740

Web: www.heladas.cl

Email: flazo@entelchile.net

Dirección: Casilla 780 Rancagua Chile

MANUAL DEL OPERADOR MAQUINA CONTROL DE HELADAS

INDICE:

1. Introducción

2. El fenómeno de la helada

- a. ¿Qué es la helada?
- b. ¿Cuándo se produce una Helada?
- c. ¿Cuáles son las consecuencias de una Helada?
- d. Tipos de Heladas en Chile:
 - Helada de Radiación.
 - Helada de Advección.

3. Máquina control de heladas

- a. Partes de la Máquina.
- b. Modo de uso de la Máquina.

4. Instrucciones y Recomendaciones del Modo de Uso de la Máquina Control de Heladas.

- a. Antes de comenzar a operar la máquina.
- b. Inicio de la operación de la máquina.

5. Validación científica de la Teoría de Jean Francois Berthoumieu

6. Experiencias de Uso de la Máquina.

- a. En Chile.
- b. Experiencia Internacional.

7. Instrucciones para operar la Máquina Control de Heladas.

- a. Primer encendido de la máquina.
- b. Encendido normal.
- c. Modo de apagado.

8. Detección de Problemas en la Máquina.

9. Mantenimiento de la Máquina:

- a. En cada uso.
- b. A las 10 horas de uso.
- c. A las 200 horas de uso (o una vez al año).

1. INTRODUCCIÓN

El equipo de control de heladas que Ud. ha adquirido es el resultado de muchos años de trabajo, en condiciones de helada. El creador de esta revolucionaria tecnología, el productor de frutas Florencio Lazo B. sufrió la pérdida total de sus parrones de uvas de exportación, y parte importante de sus carozos en la helada del 17 de Octubre del año 1991. Además de perder la cosecha, debió pagar una importante suma de dinero por el petróleo consumido en la parte que trató de proteger con los “*chonchones*”. Comenzó a experimentar en el año 1992 y llegó, en el año 1996, a un prototipo que funcionaba eficientemente. Inmediatamente comenzó los tramites de Patente de Invención tanto en Chile como en el extranjero, Patente que le fue otorgada en Chile y en todos los países donde fue presentada.

Este nuevo método para el control de la helada ganó el Premio Nacional a la Innovación Agraria el año 1999, otorgado por el Ministerio de Agricultura.

Las recomendaciones de uso que encontrará en este manual son el resultado de 3 años de investigación, en un proyecto cofinanciado por Fontec y ejecutado por la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica, cuyo objetivo fue justamente diseñar un manual de operaciones, de manera de sacarle el máximo de partido a este equipo.

También han contribuido al desarrollo y conocimiento de esta tecnología la “*Royal Research Station of Gorzen*” Bélgica, el CEFEL Montauban, Francia y la Universidad de California, Davis.

2. EL FENÓMENO DE LA HELADA:

a. ¿Qué es la Helada?

Se denomina helada en fruticultura al evento climático en el cual la temperatura del aire desciende a tal punto que produce daño en los órganos vegetales. Comúnmente una helada está asociada al concepto de temperatura ambiental inferior a 0 °C, ya que es a esta temperatura a la cual el metabolismo de un vegetal comienza a hacerse más lento y por otra parte es la temperatura en donde el agua comienza a cambiar de su estado líquido al sólido. El concepto de helada también está íntimamente relacionado al de congelación, ya que a temperaturas inferiores a los 0 °C cualquier tejido u órgano vegetal comienza a congelarse.

b. ¿Cuándo se produce una Helada?

Existe una alta probabilidad de que se presente una helada cuando se tiene:

- Una noche clara, sin nubes.
- Una humedad atmosférica baja.
- Muy poco o nada de viento.
- Si a las 18:00 horas se tiene un cielo despejado y una temperatura ambiente igual o menor a 3° C.

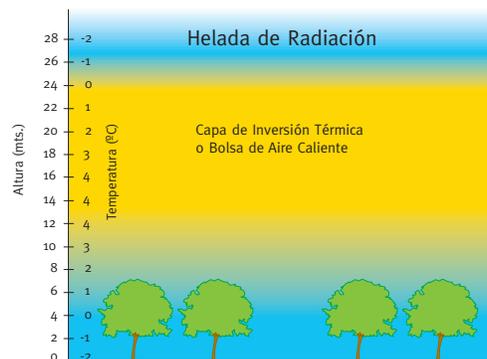
c. ¿Cuáles son las consecuencias de una Helada?

- Debilitamiento de la actividad funcional reduciéndose las acciones enzimáticas, la intensidad respiratoria, la fotosíntesis y la velocidad de absorción del agua.
- Desplazamiento de los equilibrios biológicos frenándose la respiración, fotosíntesis, transpiración, absorción de agua y circulación ascendente.
- Finalmente se produce la muerte celular y la destrucción de los tejidos.

d. Tipos de Heladas en Chile:

- Helada de radiación:

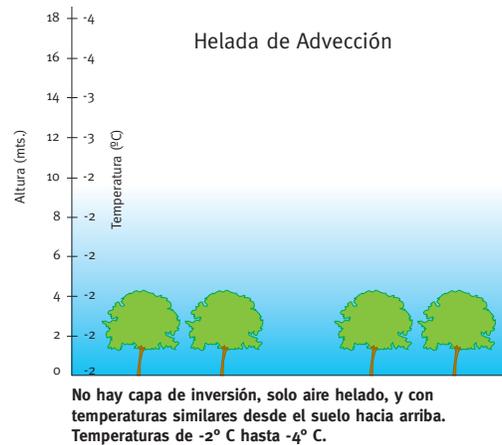
Se produce por la pérdida de calor de la tierra por radiación de éste hacia la atmósfera, durante las noches sin nubes. En este tipo de helada se forma la capa de inversión térmica, que es una especie de bolsa de aire temperado que se sitúa aproximadamente entre los 5 y 50 metros desde el nivel del suelo. Esta bolsa de aire temperado es la que soplan hacia abajo los helicópteros y los molinos de viento para controlar la helada. El comportamiento normal de la temperatura del aire, es que esta disminuya con la altura. En el caso de la helada, el aire se enfría desde el nivel del suelo hacia arriba, hasta un nivel en que empieza a subir la temperatura, más o menos a los 5 metros del nivel suelo, luego sigue subiendo, hasta alcanzar en su centro una temperatura superior hasta 8 °C a la del nivel del suelo, luego la temperatura del aire comienza a disminuir en forma normal. Esta capa o bolsa es la capa de inversión térmica.



La helada se presenta desde el suelo hasta los 10 mts. Hay capa de inversión entre los 10 y 24 mts. con temperaturas sobre 0 °C.

- Helada de advección:

Es una masa de aire frío que se desplaza lentamente en forma de suave brisa, afectando una gran superficie de suelo, en este caso no se produce la capa de inversión térmica o bien esta se sitúa a mucha altura. Esta suave brisa es un aspecto muy importante al momento de operar la máquina.



3. MÁQUINA CONTROL DE HELADAS

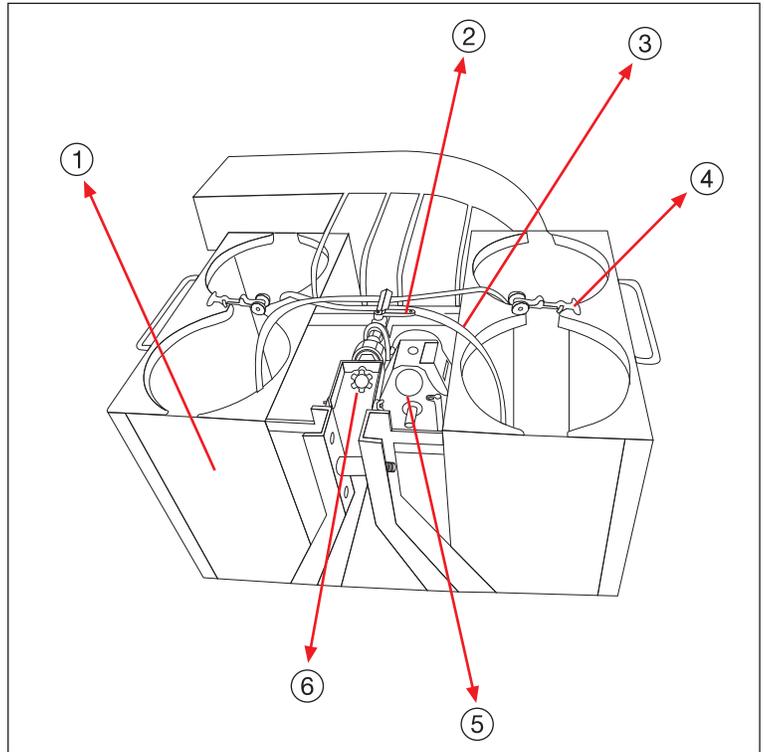
La máquina básicamente consiste en un ventilador centrífugo, con dos salidas y un quemador de gas licuado que calienta el aire frío. Va montada en el sistema de levante hidráulico y conectado al toma fuerza del tractor.

Este aire sale expulsado por ambas salidas hacia los costados o sea perpendicular al desplazamiento del tractor, en forma aerodinámicamente muy limpia, con escasa turbulencia y alcanza una distancia de más o menos 120 mts. hacia cada lado.

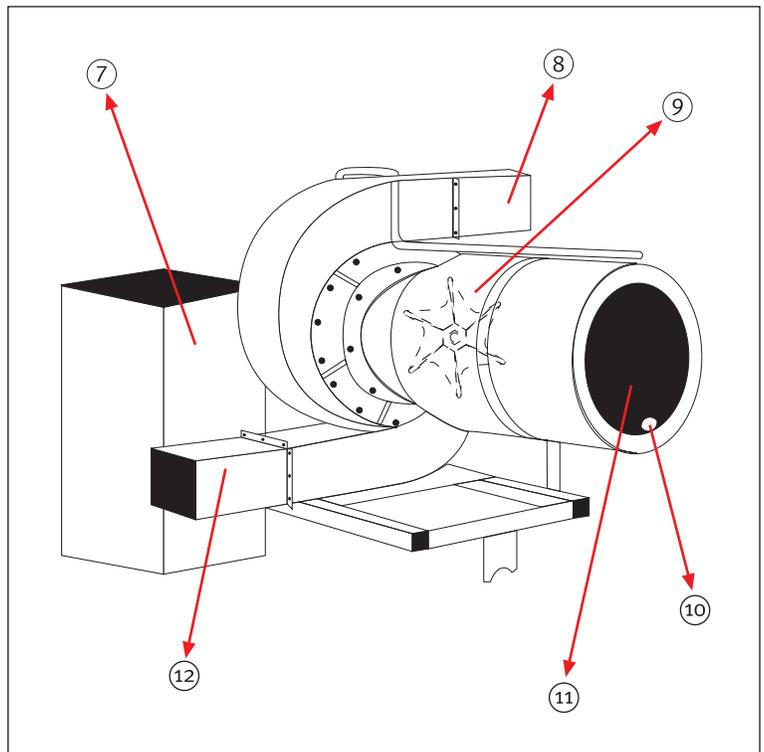


a. Partes de la máquina:

1. Compartimiento de cilindros de gas.
2. Llave de emergencia (llave globo rojo).
3. Flexibles.
4. Seguro del compartimiento del gas.
5. Caja multiplicadora.
6. Llave reguladora del gas.
(válvula Harris)



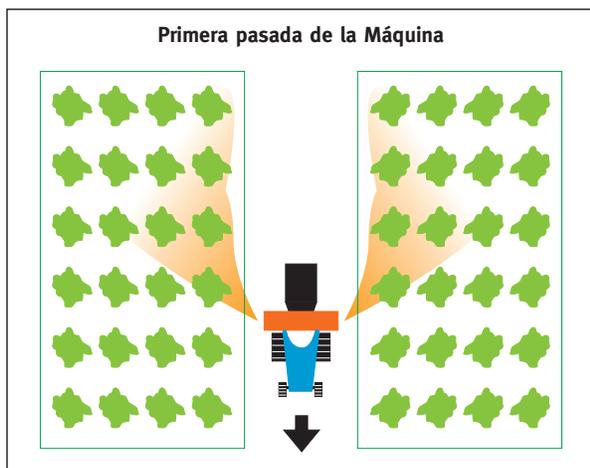
7. Compartimiento cilindros de gas.
8. Boca de salida del aire caliente N° 1.
9. Ventilador o Turbina.
10. Caja de encendido.
11. Quemador.
12. Boca de salida del aire caliente N° 2.



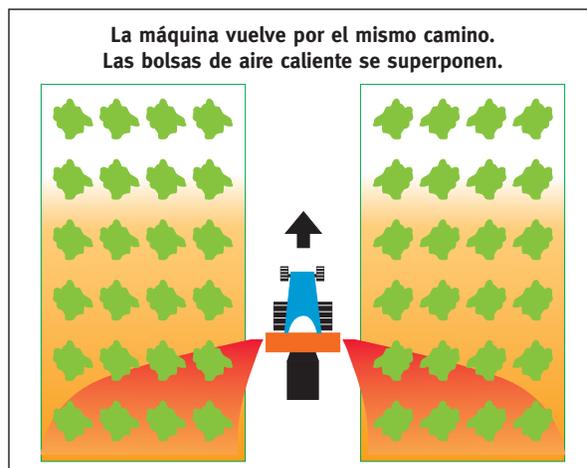
b. Modo de uso de la máquina

El aire tiene en la boca de salida una temperatura de 80 °C a 100 °C, a 1 metro. ya ha bajado a 20 °C, a 50 metros el alza en la temperatura es de más o menos 0,5 °C y a 120 metros es de más o menos 0,3 °C. Esta alza en la temperatura el aire la pierde en aproximadamente 10 a 12 minutos, por esto la máquina debe pasar por el mismo punto cada 10 a 12 minutos y esto determina en gran medida la superficie que la máquina es capaz de controlar. Como el aire se desplaza, se recomienda cubrir entre 40 a 70 mts hacia cada lado, de tal manera de poder ajustar el recorrido al lapso de tiempo recomendado entre pasadas, si el tiempo es mas de los 12 minutos, se suprime una pasada y se cubren más mts hacia cada lado. La superficie que es capaz de controlar una maquina es de 10 a 12 ha, dependiendo de la forma y diseño de los cuarteles. La potencia requerida es de 40 HP al toma fuerza del tractor, más o menos 65 HP al motor.

Primera Pasada:



10 a 12 minutos después:



Al igual que todos los sistemas de control de heladas, se debe comenzar a operar con temperaturas de +1 °C , la máquina es capaz de mantener esa temperatura independiente de la temperatura que se este dando en el espacio fuera de su accionar, o sea mantiene la temperatura aunque en el espacio fuera de su alcance ésta llegue a -5,5 °C. Esto se explica porque la máquina crea su propio microclima, o para imaginárselo mejor, crea una capa de inversión térmica a nivel de huerto y se alimenta del mismo aire que ha calentado. Es muy importante poner delgadas cintas plásticas de aproximadamente de 2 metros de largo para ver si hay viento y determinar su dirección. Si hay brisa o suave viento, determinar la dirección desde donde sopla, luego desplazar el recorrido de la máquina hacia el lado desde donde sopla el viento, de tal forma que sea la misma brisa la que se encargue de llevar el aire temperado hacia el lugar que queremos proteger.

La temperatura más baja que hemos debido controlar es $-5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. También fue la temperatura que debieron controlar en la "Royal Research Station of Gorse" en Bélgica. En General Roca, Patagonia Argentina, el año pasado controlaron una helada de $-8,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. La productora de Paltos de Talagante, la Sra. Alejandra Herreros controló $-6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en 12 Ha.de Paltos.

El consumo de gas licuado es de aproximadamente 30 Kg por hora de trabajo, con los cuatro cilindros de 45 Kg. Cada uno, tiene una autonomía de 5 horas, tiempo suficiente para controlar una helada. El costo de operarla es muy bajo, solo 3 kg. de gas licuado por hora y por ha. controlada. Si se compara con cualquiera de los métodos conocidos, el costo de controlar una helada con esta máquina es irrelevante. La razón es que se está poniendo el aire caliente donde debe estar, a nivel del cultivo o huerto.

4. INSTRUCCIONES Y RECOMENDACIONES DEL MODO DE USO DE LA MÁQUINA CONTROL DE HELADAS

a. Antes de comenzar a operar la Máquina:

1. **Combustible:** tener el tractor con combustible suficiente para el período de uso.
2. **Gas suficiente:** tener cilindros de gas de repuesto cerca del lugar donde se está operando, de forma de hacer el cambio de cilindros lo más rápido posible.
3. **Cintas plásticas:** poner cintas plásticas muy livianas, de aproximadamente 2 metros de largo, colgando de los árboles, para determinar si hay viento y cuál es su dirección.
4. **Termómetros de Pulpa:** usar termómetros de pulpa, los usados en los frigoríficos, pues son los más sensibles y precisos. Con ellos podrá darse cuenta exactamente que está sucediendo en cada momento y en los distintos lugares del huerto.

b. Inicio de la operación de la Máquina:

1. **Temperatura:** comenzar a operar con temperatura ambiente de +1 °C a +2 °C.
2. **Recorrido o circuito:** hacer el recorrido en un período de tiempo entre 10 a 12 minutos, pues de acuerdo a nuestra experiencia, la temperatura que se agregó se pierde en aproximadamente 10 a 12 minutos, por lo tanto se debe volver a pasar por el mismo punto cada ese lapso de tiempo. Y no hacerlo en menos de 8 a 10 minutos, ya que en ese caso no se produce el fenómeno evaporación condensación descubierto por el investigador francés Jean Francois Berthoumieu, (Fenómeno que se explica más adelante).
3. **Área que cubre la máquina:** la franja que cubre el equipo es de 120 mts hacia cada lado. Como el aire se desplaza, recomendamos no cubrir más de 40 a 70 mts hacia cada lado a modo de seguridad, y de esta forma regular el tiempo recorrido del circuito.
4. **Llama del quemador:** el largo de la llama del quemador, tiene directa relación con la velocidad de rotación del ventilador, por lo tanto, hay que mantener uniforme la velocidad de rotación de éste. Si hay que disminuir la velocidad del tractor o detenerlo, hacerlo con el embrague, o si el operador va a estar fuera del tractor, desenganchar la marcha y dejarlo en neutro, **pero con el ventilador rotando a la velocidad preestablecida.**

5. VALIDACIÓN CIENTÍFICA DE LA TEORÍA DE JEAN FRANCOIS BERTHOUMIEU

Otro aspecto notable es la teoría del investigador francés, *Jean Francois Berthoumieu*, quien recientemente la ha comprobado y publicado en la revista francesa “*Fruits et Legumes*” en Marzo del 2005. A Jean Francois le sorprendía el hecho de que muchas veces, a pesar de que las temperaturas en el huerto controlado con la máquina, bajan de los límites críticos, las plantas o sus frutos no sufren daño o en casos muy extremos, un leve daño. En su estudio él explica que parte importante de la gran eficiencia de la máquina se debe a un proceso de evaporación condensación. Cuando la máquina pasa, el flujo de aire caliente evapora el agua condensada sobre los frutos, hojas y malezas del suelo, esta agua condensada aumenta la humedad relativa del aire y seca las hojas, frutos y malezas. Estos comienzan a perder temperatura por irradiación, hasta alcanzar el punto de rocío, alcanzado este, el agua del aire se condensa nuevamente y libera 600 calorías (2.508 joules) por cada gramo de agua condensado. Como este proceso se repite cada 10 minutos, hay una liberación constante de calor. De acuerdo a lo escrito por Jean Francois, este solo factor hace que la máquina pueda salvar su cosecha ante heladas de $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Otro factor nuevo y también explicado en este artículo es la experiencia de Jim Thompson de la Universidad de California, Davis, quien ha comprobado que los tejidos o frutos secos resisten mucho más las bajas temperaturas que los tejidos húmedos, entonces, según lo expresa Jean Francois, hay una paradoja, la evaporación seca los tejidos y los hace más resistentes y luego la condensación libera calor sobre los mismos.

6. EXPERIENCIAS DE USO DE LA MÁQUINA

a. En Chile: Ya hay 495 máquinas trabajando entre Copiapó y Osorno, controlando heladas con excelentes resultados en: parrones, paltos, carozos, almendros, almácigos de tomates, arándanos, papas.

b. Experiencia Internacional: También están en USA, México, Bélgica, Francia, Holanda, Alemania, Italia y Argentina y últimamente en Nueva Zelanda y Australia.

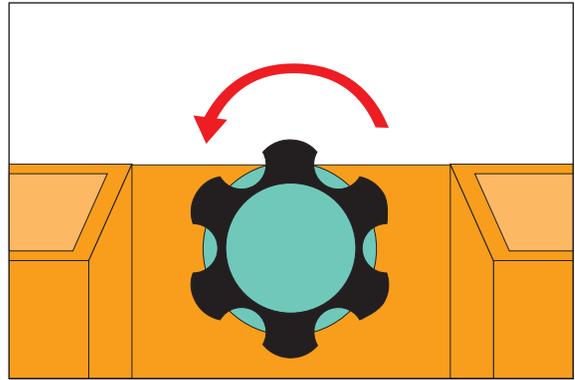
Otro aspecto digno de destacar, es la experiencia de muchos productores, en el sentido de haber mejorado la cuaja y la calidad de las frutas al haber controlado temperaturas cuando los árboles estaban en flor. Haciendo ensayos con la máquina para aprender y sacarle más partido, en huertos que estaban en flor, y con la seguridad que da el hecho de que la flor resiste hasta $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, no permitían que la temperatura bajara de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. El resultado fue una notable mejoría en la cuaja. La explicación técnica a este fenómeno es que en el tubo polínico trabajan enzimas y éstas dejan de trabajar a temperaturas inferiores a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, por lo tanto se puede decir que hubo polinización pero no fertilización, o ésta es defectuosa. Esto es un fenómeno conocido, pero con los costos de los métodos tradicionales, sencillamente no valía la pena.

7. INSTRUCCIONES PARA OPERAR LA MÁQUINA CONTROL DE HELADAS:

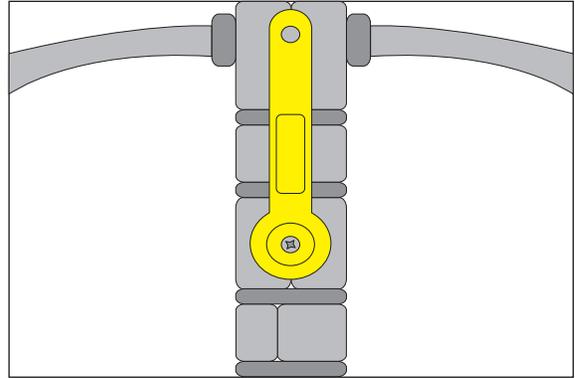
a. Primer encendido de la máquina:

A continuación se explica paso a paso el modo de encendido de la Máquina Control de Heladas por primera vez.

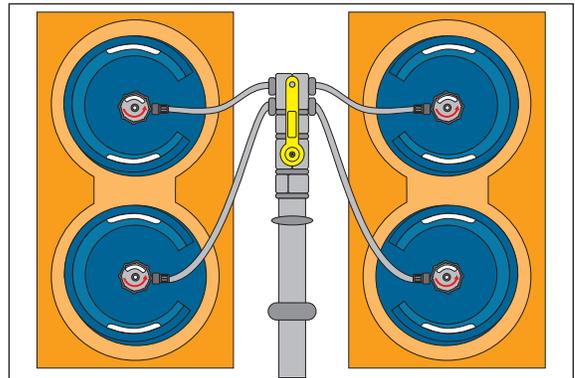
- 1 Revisar que la llave reguladora del gas (válvula Harris) esté cerrada. Llave cierra al revés.



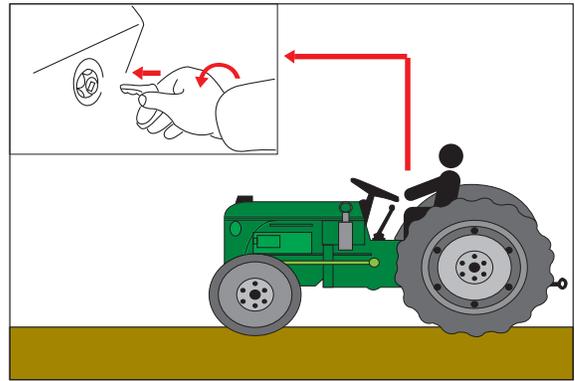
- 2 Revisar que la llave de emergencia: llave globo amarilla esté abierta. (Poner la llave como lo indica el dibujo).



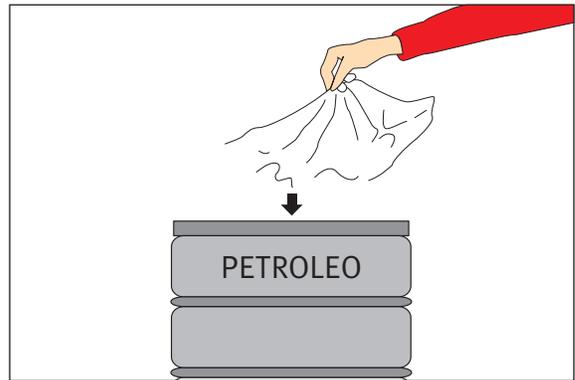
- 3 Abrir uno a uno los 4 cilindros de gas, abrirlos totalmente, de tal manera que la válvula del cilindro quede apretada y no se cierre durante la operación.



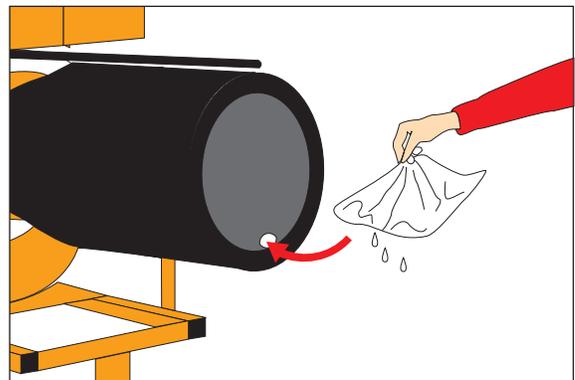
- 4 Poner en funcionamiento el motor del tractor.



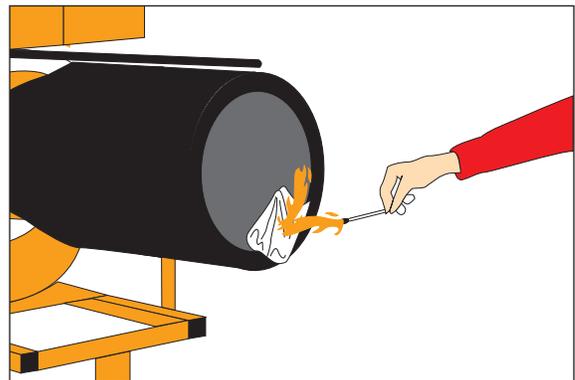
- 5 Humedecer trapo con petróleo.



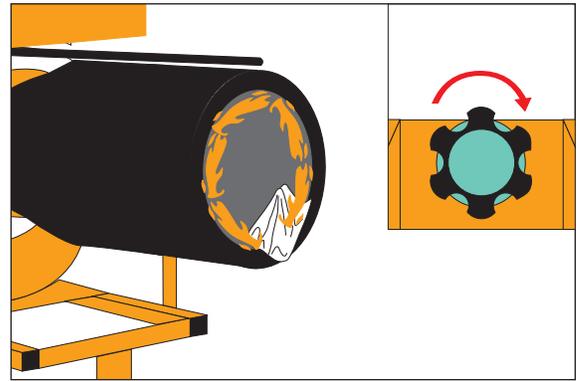
- 6 Poner trapo con petróleo en la caja de encendido, ubicada en la boca del quemador.



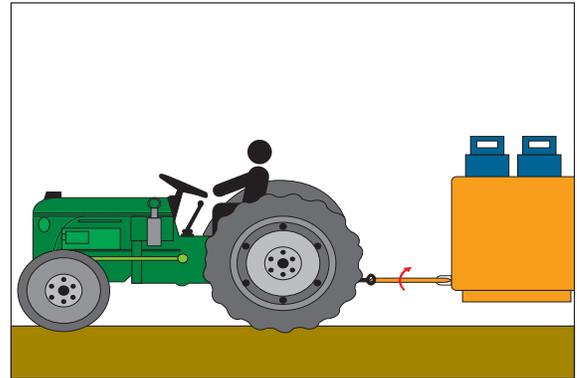
- 7 Prender fuego al trapo para así encender el quemador de la Máquina de Control de Heladas.



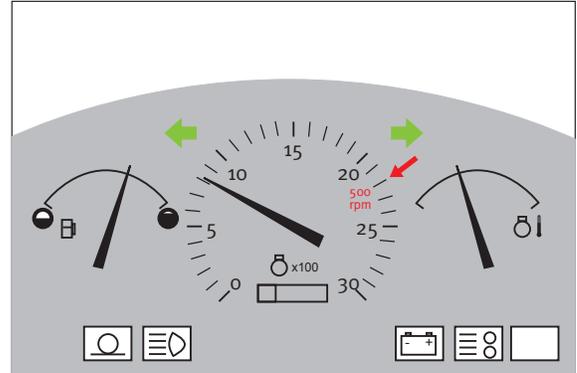
- 8) Abrir de a poco la llave reguladora del gas (válvula Harris) para dar salida lentamente al gas, hasta que encienda el quemador.



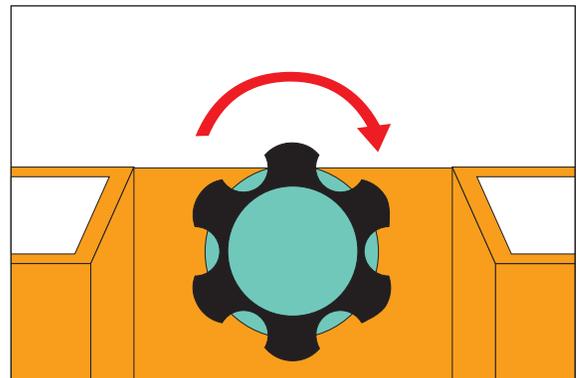
- 9) Una vez encendida la máquina, hacer andar el toma fuerza del tractor para poner en movimiento el ventilador.



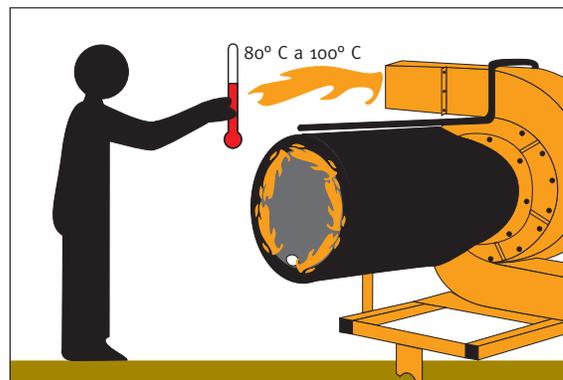
- 10) Acelerar el tractor hasta poner el toma fuerza a aproximadamente 500 rpm.



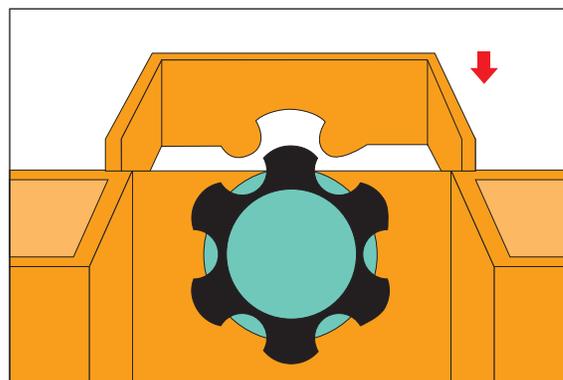
- 11) Abrir más la llave reguladora del gas (válvula Harris) para dar más salida al gas y alcanzar la temperatura de trabajo.



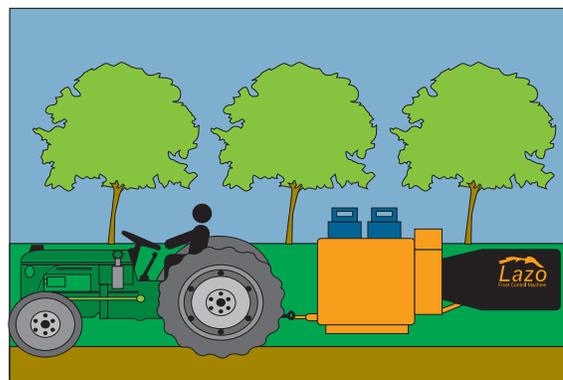
- 12 Medir la temperatura en la boca de salida del aire caliente. La temperatura ideal es entre 80 ° y 100 °C.



- 13 Fijar la llave reguladora del gas (válvula Harris), para que durante la operación no se mueva y varíe la temperatura.



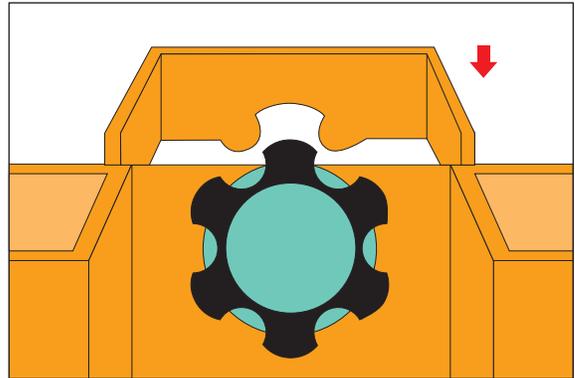
- 14 La máquina esta lista para operar.



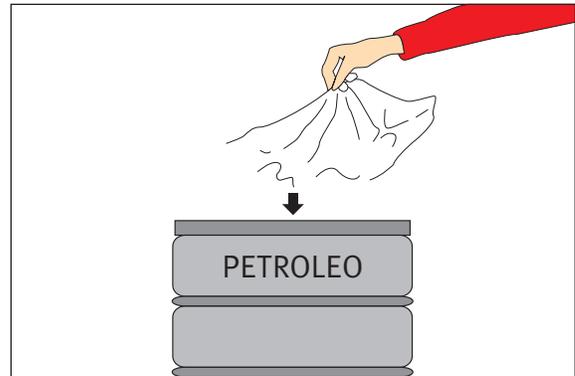
b. Encendido normal:

A continuación se explica paso a paso el modo de encendido normal de la Máquina de Control de Heladas.

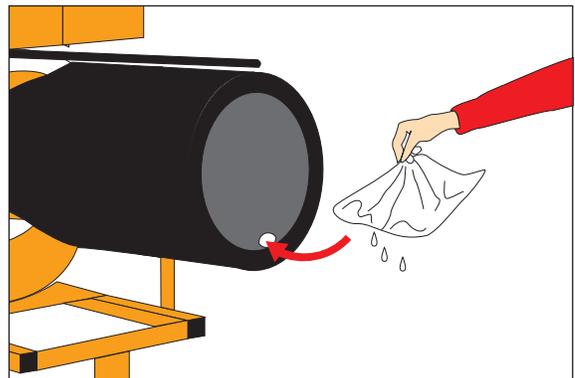
- 1 Revisar que la llave reguladora del gas (válvula Harris) esté fija. Que la llave esté fija determina la temperatura preestablecida en la operación anterior.



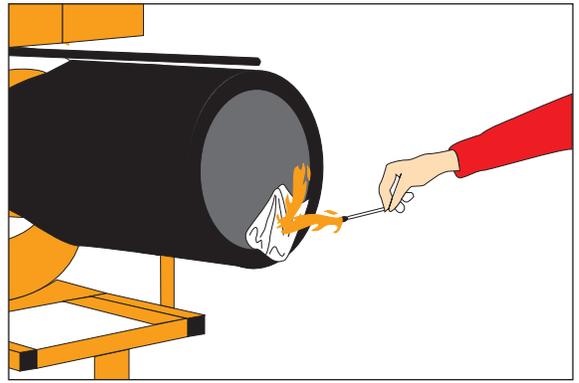
- 2 Humedecer trapo con petróleo.



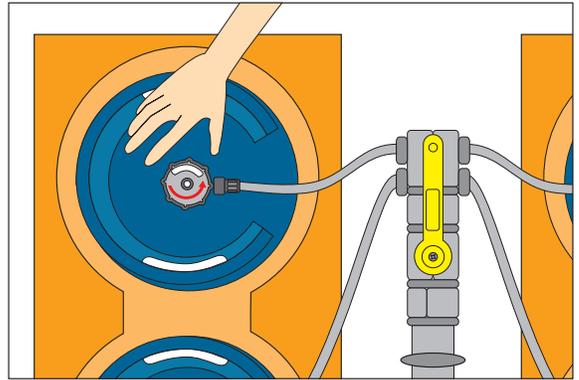
- 3 Poner trapo en la caja de encendido.



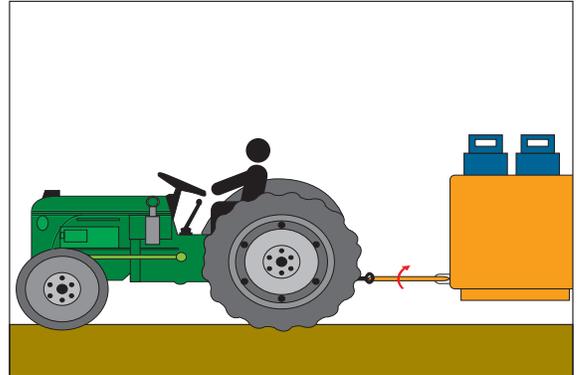
- ④ Encender trapo.



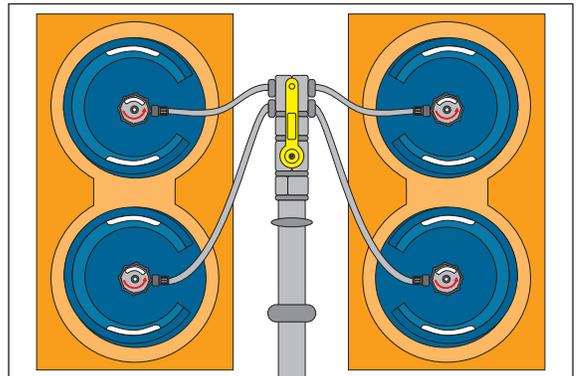
- ⑤ Abrir de a poco un cilindro de gas.



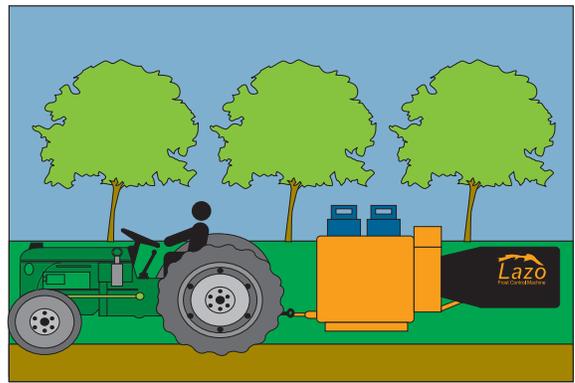
- ⑥ Cuando encienda el quemador, hacer funcionar el toma fuerza.



- ⑦ Abrir totalmente los 4 cilindros de gas, hasta que la llave del cilindro quede apretada, y al mismo tiempo acelerar el tractor hasta que el toma fuerza alcance las 500 rpm.



- 8 La máquina esta lista para operar.



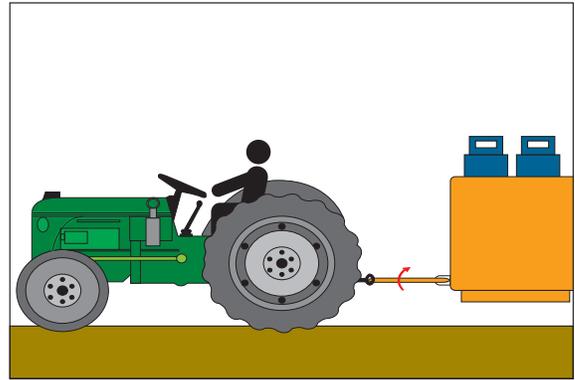
IMPORTANTE:

El consumo de gas de los cilindros disminuye la presión en ellos, por lo tanto, cada 1 hora hay que revisar el largo de la llama para mantener la temperatura adecuada y dar más paso de gas si es necesario.

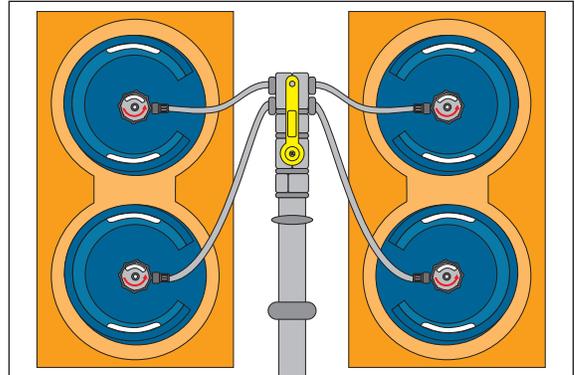
c. Modo de apagado:

A continuación se explica paso a paso el modo de apagado normal de la Máquina de Control de Heladas.

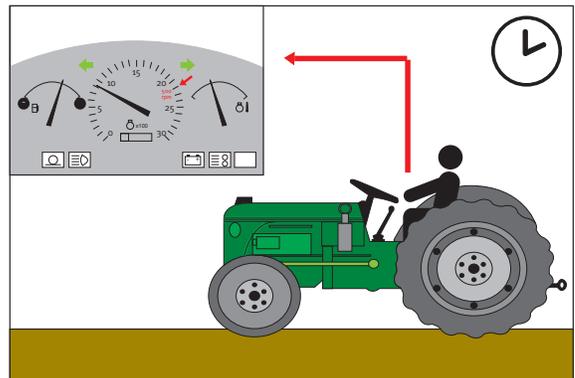
- 1 Para detener, dejar el tractor rotando a la velocidad normal de operación, desenganchando la marcha.



- 2 Cortar el gas de los cilindros con la llave de los cilindros. No mover la válvula Harris, así ya tiene regulada la temperatura para una operación posterior.



- 3 Desacelerar el tractor y dejar en movimiento más lento el ventilador por 4 a 5 minutos a fin de enfriar el equipo.



Resumen de las Instrucciones de uso de la Máquina Control de Heladas

1. Revisar el tractor, con petróleo suficiente para el período de operación. Revisar que la llave de emergencia, llave globo amarilla esté abierta.
2. Cerrar la llave de control de la llama (válvula Harris color verde, llave de gas cierra al revés).
3. Encender trapo humedecida en petróleo en la caja de encendido.
4. Abrir las llaves de los 4 cilindros de gas, dejándolas totalmente abiertas y apretadas, para que no se cierren durante la operación.
5. Dar salida lentamente al gas por medio de la llave de control de llama (válvula Harris color verde), hasta que encienda el quemador.
6. Poner en movimiento el ventilador.
7. Acelerar y al mismo tiempo dar más salida al gas, la temperatura ideal, entre 80 °C a 100 °C en la boca de salida del aire caliente, se logra con una llama azulada y de largo del doble fondo del quemador, con el tractor a 500 rpm en el toma fuerza.
8. Fijar la llave de control de la llama (válvula Harris color verde), para que durante la operación no se mueva y varíe la temperatura.
9. La máquina está lista para operar.
10. Para detener, **dejar el tractor con la aceleración normal de operación**, desenganchando la marcha, cortar **“el gas de los cilindros”**, desacelerar el tractor y dejar en movimiento más lento el ventilador por 4 a 5 minutos a fin de enfriar el equipo.
11. Para las siguientes operaciones, y como una forma de hacer la operación de encendido aún más simple, se puede dejar la llave de control de la llama (válvula Harris color verde) fija en el rango de la operación anterior. Así ya tiene determinada la temperatura de trabajo. Luego dar salida lentamente al gas abriendo la llave de uno de los cilindros, una vez que el ventilador este rotando a la velocidad requerida, abrir los otros cilindros. Al abrir la llave de los cilindros, tener la precaución de abrirla totalmente, incluso dejarla apretada, de tal manera que no se cierre con la vibración del tractor.

8. PROBLEMAS Y SOLUCIONES

Sea usted su propio solucionador de problemas.

PROBLEMA	CAUSA POSIBLE	SOLUCIÓN
1. Temperatura Baja	Poca salida de gas	<ul style="list-style-type: none">- Dar más salida de gas con la válvula Harris.- Revisar válvula por si tiene impurezas.- Si tiene filtro, sacarlo.
2. Cilindros Congelados	Mucha salida de gas	<ul style="list-style-type: none">- Disminuir salida de gas con la válvula Harris y mantener t° entre 80° y 100 °C.
3. Llama amarilla	Pocas revoluciones por minuto en el toma fuerza del tractor.	<ul style="list-style-type: none">- Aumentar aceleración del motor del tractor hasta alcanzar 500 rpm en el toma fuerza.
4. Pérdida de gas en la válvula de los cilindros de gas.	Orrines de los flexibles cortados.	<ul style="list-style-type: none">- Cambiar orrines.
5. Pérdida de gas por los flexibles.	Flexibles en mal estado.	<ul style="list-style-type: none">- Cambiar flexibles.
6. Pérdida de gas entre válvulas.	Falta teflón o tuerca suelta.	<ul style="list-style-type: none">- Poner teflón y reapretar tuercas.

9. MANTENCIÓN DE LA MÁQUINA:

a. En cada uso:

- Revisar cañerías y flexibles.

b. A las 10 horas de uso:

- Reapretar completo la máquina.

c. A las 200 horas de uso (o una vez al año):

- Cambiar aceite a la caja multiplicadora cada 200 horas de uso o una vez al año.
- Usar aceite SAE 90.
- Limpiar una vez al año el filtro de la llave de salida del gas. Se limpia poniéndolo en vinagre (ácido acético) por 3 horas.