



TECNOLOGÍAS

HÉLICES

**Evaluación de alternativas de
sensorización basadas en IoT**



Problemática de las heladas

Las heladas nocturnas son un riesgo climático severo para los frutales y hortalizas sensibles. En Chile han causado pérdidas multimillonarias: por ejemplo, 15 pequeños productores de arándanos del Maule recibieron indemnizaciones por más de \$76 millones CLP tras una helada catastrófica. A nivel nacional, la mayor crisis reciente (2013) provocó daños estimados en USD 823 millones. Las heladas no solo queman tejidos vegetales: reducen notablemente el rendimiento y la calidad de los frutos, y aumentan la vulnerabilidad a plagas y problemas de polinización. Esta severidad ha impulsado la adopción de ventiladores antiheladas: en Chile ya hay unas 3.000 torres de viento instaladas, protegiendo aproximadamente 15.000 ha de cultivos frutales. En este contexto, los pequeños productores buscan tecnologías efectivas (incluyendo versiones portátiles o financiamiento público) para mitigar las pérdidas por heladas.

Tecnología de hélices antiheladas con IoT

Las hélices antiheladas son grandes ventiladores agrícolas (de 4–5 aspas, 8–13 m de diámetro) montados en torres o remolques.

Su principio de funcionamiento es simple: durante la noche impulsan aire tibio de la capa de inversión térmica hacia el suelo, mezclándolo con el aire frío del huerto y elevando la temperatura en la zona de cultivo. Algunos equipos incorporan quemadores de gas propano para aportar calor adicional al flujo de aire. Existen modelos fijos (torres instaladas) y móviles: por ejemplo, torres hidráulicas que se pueden montar o tumbar sin desmontar cables, y equipos remolcados (Tow&Blow o Frost Dragon) que se desplazan con tractor para proteger distintos campos durante la temporada. Estas versiones móviles cubren del orden de 5–10 ha por unidad; por ejemplo, las máquinas TBX remolcables protegen 5–7 ha por equipo, y el sistema chileno Frost Dragon alcanza 8–10 ha protegidas.

La integración IoT potencia estas hélices: se emplean sensores inalámbricos (temperatura, humedad relativa, velocidad de viento, contenido de agua en hojas, formación de hielo, pluviometría, etc.) con conectividad Sigfox, LoRa u otra red de largo alcance. Estos sensores climáticos envían datos en tiempo real, permitiendo activar el ventilador automáticamente ante riesgo de helada. Por ejemplo, la solución “Smart Connect” permite encender/apagar el equipo remotamente y monitorear en línea su estado (velocidad de hélice, temperatura ambiente, autonomía de combustible y ubicación). Sistemas comerciales como FrostBoss incorporan un controlador “FrostSmart” con arranque/parada automático y sondas inalámbricas incluidas, de modo que el agricultor puede acceder vía web a históricos de temperatura, horas de operación y recibir alertas de helada. En resumen, la hélice antihelada con IoT es una máquina de viento convencional complementada con sensores climáticos y control remoto, facilitando una gestión automática y precisa de la protección contra heladas.

Eficiencia y ventajas

El bombeo solar ofrece múltiples beneficios técnicos, económicos y operativos frente a los sistemas convencionales:

- ✔ Las hélices antiheladas proporcionan cobertura amplia con un solo equipo. Su diseño aerodinámico es muy eficaz: por ejemplo, en el modelo Tow&Blow 250H el motor (ubicado a la misma altura que la hélice de 5 aspas de 8 metros) aprovecha 95 % de su potencia para generar flujo de aire. Además, muchos sistemas incluyen un “tobera” o anillo alrededor de la hélice que enfoca el impulso hacia adelante y un mecanismo de oscilación multiángulo que dirige el viento a favor de la pendiente del terreno, evitando turbulencias y aumentando la eficiencia. En la práctica, cada ventilador puede cubrir varias hectáreas a la vez (por ejemplo 4–7 ha con un ventilador de torre, o 5–7 ha con un equipo móvil). Dado que desplazan aire ambiente (ya “caliente” por irradiación), su consumo energético –principalmente diésel– resulta relativamente bajo por hectárea protegida: se estima que usan “muy poco combustible” en comparación con equipos tradicionales. Los ventiladores modernos de última generación (FrostBoss C49, Orchard-Rite, etc.) incorporan aspas compuestas de baja sonoridad y embragues progresivos para reducir vibraciones y consumo.
- ✔ Comparados con métodos tradicionales, las hélices presentan ventajas notables. A diferencia de la aspersión de agua contra heladas (que requiere gran cantidad de agua y un alto gasto energético para cubrir la evapotranspiración), las hélices no consumen recursos hídricos y pueden reutilizarse para múltiples fines (secado de fruta, enfriado de ganado, polinización manual, etc.). Frente a los calefactores (estufas, calderas de humo, etc.), un ventilador evita usar decenas o centenas de estufas por hectárea (se requieren 100 calefactores/ha) y reduce emisiones locales. Aunque la inversión inicial en un ventilador es alta (hasta USD 40,000 por equipo), cubre áreas extensas y permite varios usos. En la práctica, fabricantes chilenos señalan que sus sistemas móviles presentan costos operativos e inversiones muy competitivos frente a otros métodos. Además, versiones portátiles o arrendables facilitan el acceso a pequeños productores: por ejemplo, Zimex ofrece opciones

de arriendo o venta de hélices Tow&Blow, y algunos modelos (Frost Dragon, antenas hidráulicas) eliminan la necesidad de obras civiles o permisos especiales. En definitiva, las hélices antiheladas permiten elevar la temperatura efectiva del cultivo en 1–2 °C durante un evento crítico con un solo equipo, lo que suele ser suficiente para evitar daño por congelación. Su automatización IoT (arranque remoto, monitoreo en tiempo real y alarmas) reduce errores manuales y optimiza el uso de combustible, mejorando su relación costo-beneficio.

Proveedores en Chile *(equipos y servicio)*

A continuación, se listan algunas empresas con representación en Chile que venden, integran o dan servicio técnico a sistemas de hélices antiheladas (con o sin sensorización IoT):

- **Zimex Smart Agro** (Rancagua, Chile) – Importador/distribuidor de hélices portátiles (modelos Tow and Blow diésel, 250H o 650H), calefactores y otros sistemas de protección climática. Ofrece venta y arriendo de equipos usados/nuevos.

zimex.cl | Contacto: +56 9 3455 8331 email: info@zimex.cl

- **Chilean Frost Fans** (Rengo, O'Higgins, Chile) – Distribuidor exclusivo de ventiladores antiheladas FrostBoss (Nueva Zelanda) en Chile. Ofrece máquinas silenciosas y eficientes con sistema de monitoreo FrostSmart integrado.

frostboss.cl | Contacto: Juan Pablo Calvo Cruz, +56 9 8527 9560

- **Heladas Lazo** (Rosario, Rengo, Chile) – Fabricante nacional de equipos antiheladas móviles “Frost Dragon” tractor-montable. Protección hasta 8–10 ha con motor y chimenea incorporada.

heladas.cl | Contacto: +56 9 8188 5588
email: flazo@entelchile.net

- **Agro Monte Verde** (Región Metropolitana) – Empresa proveedora de maquinarias agrícolas, ofrece venta y arriendo de ventiladores antiheladas (torres diésel y eléctricas), repuestos y servicio técnico.

agromonteverde.cl | Contacto: +56 9 5098 1428
email: contacto@agromonteverde.cl.

- **Tecnipak Agrícola** (Quilicura, Santiago) – Representante exclusivo de Orchard-Rite (EEUU) en Chile, marca líder mundial de máquinas de viento. Tecnipak ha instalado más de 2.800 hélices antiheladas en Chile (cubriendo ~16.500 ha).

agricola.tecnipak.com | Contacto: +56 2 2496 5600
email: agricola@tecnipak.com

Nota: Varios proveedores ofrecen también estaciones meteorológicas IoT y controladores automáticos (arranque por temperatura) que se integran con las hélices. Algunos equipos están disponibles en versiones portátiles sobre tráiler o tractor, facilitando su uso en predios pequeños.

Otras aplicaciones de hélices en agricultura

Además de su uso antiheladas, las hélices/ventiladores de gran escala se emplean en otras aplicaciones agronómicas:

- **Ventilación de invernaderos:** Se instalan ventiladores axiales (de techo o pared) para recircular y renovar el aire interior, uniformizando temperatura, humedad y CO₂. Ejemplo: ventiladores circuladores de 36" (serie CAF45 de Schaefer) mueven 12.000 ft³/min para cubrir naves de invernadero. Esto evita condensación, mejora la distribución del calor solar y facilita la polinización artificial.
- **Renovación de aire en bodegas o graneros:** En instalaciones de almacenamiento de frutas, verduras o granos, así como en establos o galpones, se usan extractores industriales para renovar el aire (control de humedad y etileno) y mantener calidad del producto. Son ventiladores de tipo axial/helicoidal de gran volumen que extraen aire viciado o introducen aire fresco, ayudando a prevenir condensación y exceso de calor o humedad en otoño/invierno.

Estas aplicaciones demuestran la versatilidad de la tecnología de ventiladores agrícolas: aunque difieren en tamaño y control, el principio es similar al de las hélices antiheladas (movimiento de grandes volúmenes de aire para mejorar el microclima en el cultivo o almacén).

