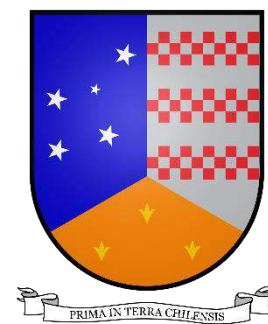


EFECTO DE LAS HELADAS EN EL CULTIVO DE PAPAS EN MAGALLANES Y POSIBLES MÉTODOS DE CONTROL



Nicolás Ojeda Farías y Carolla Martínez Aguilar.

Ministerio de Agricultura, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Kampenaike - INFORMATIVO N° 96

Introducción

Las condiciones ambientales existentes en Magallanes, le otorgan al cultivo de papas una serie de ventajas comparativas, principalmente desde el punto de vista sanitario. Lo anterior, sumado al uso de semilla certificada y la aplicación de tecnologías propuestas por INIA, permite obtener considerables rendimientos (Martínez, 2018). Sin embargo, en la temporada productiva - de octubre a abril - el riesgo de heladas es inminente, registrándose, según datos de diferentes estaciones meteorológicas regionales para distintas temporadas, entre 3 y 28 eventos (www.agromet.inia.cl). Estas condiciones retrasan el desarrollo del cultivo y pueden resultar en disminuciones de hasta un 30% del rendimiento en cultivos con prácticas agronómicas adecuadas e incluso la pérdida total de la producción en aquellos con semilla de mala calidad y sin tecnología.

El presente informativo, contiene antecedentes sobre las heladas, su efecto en el cultivo de papas, su manifestación en Magallanes durante la temporada productiva y algunos métodos de control.

Heladas

Una "helada" se define como todo evento donde la temperatura del aire desciende a 0°C o menos, medido a una altura de entre 1,25 y 2,0 m sobre el nivel del suelo (FAO, 2010). Es posible distinguir dos tipos:

Heladas advectivas: masas de aire frío y viento, con temperaturas diurnas bajo 0°C que se presentan por varios días; de difícil o nulo control, pero poco comunes durante la temporada productiva de Magallanes.

Heladas radiativas: enfriamiento, producto de la pérdida de energía por irradiación desde la superficie. Ocurre en noches de calma y despejadas, con presencia de inversión térmica (temperatura aumenta con la altura). Es posible distinguir 2 tipos de heladas radiativas: **heladas blancas**, cuando hay vapor de agua sobre la superficie que se transforma en hielo o escarcha (Figura 1) y **heladas negras**, baja humedad y sin presencia de hielo sobre la superficie (Figura 2).



Figura 1. Helada blanca sobre un cultivo de papas (Foto referencial).

Efecto de las heladas en la planta

Cuando el agua dentro de las células de la planta se convierte en hielo, se produce un "evento de congelación" que puede dañar sus tejidos, según factores de tolerancia. Un ejemplo es el aumento en el contenido de sustancias no líquidas en las células, como estrategia de resistencia de algunas plantas a la congelación (FAO, 2010).

EN CIERTAS OCASIONES A TEMPERATURAS MÁS ALTAS QUE LAS NORMALES DE CONGELACIÓN DEL AGUA, ALGUNAS BACTERIAS FORMAN CRISTALES DE HIELO SOBRE ALGUNAS PLANTAS, Y A TRAVÉS DEL DAÑO PROVOCADO AL TEJIDO, INVADEN AL VEGETAL. SIN EMBARGO, NO ESTÁ AMPLIAMENTE ESTUDIADO Y HABRÍA QUE EVALUAR SI EXISTE ALGUNA INCIDENCIA EN EL CULTIVO DE PAPAS.

Agronómicamente, según la tolerancia del cultivo y la magnitud de la helada (temperatura mínima y duración), una helada puede provocar «daño por frío», que genera lesiones y deformación de hojas (Figura 3), y «daño por congelación» que ocasiona marchitamiento y muerte de los tejidos (Figura 2).



Figura 2. Daño por congelación. Plantas con síntomas de marchitamiento y muerte de tejidos. Post heladas negras del 26 y 28 de diciembre de 2015. T° de -1,7 y -1,0°C, con una duración de 4 y 3 h respectivamente. Kampenaike, 2015.



Figura 3. Daño por frío. (A) Foliolos deformados. (B) Contraste con hoja sana. Tres eventos de heladas en noviembre de 2019. T° entre -0,3 y -0,7°C, con una duración entre 1 y 3 h. Kampenaike, 2019.

LOS SINTOMAS DE DAÑOS POR FRÍO PUEDEN CONFUNDIRSE CON DAÑOS CAUSADOS POR ENFERMEDADES, POR EJEMPLO EL SÍNTOMA DE ACUCHARAMIENTO DE LA HOJA, CAUSADO POR FRÍO Y POR EL «VIRUS Y DE LA PAPA». LA DIFERENCIA ESTA EN QUE ESTE ÚLTIMO PRODUCE CRUJENCIA EN LAS HOJAS, PRODUCTO DE LA ACUMULACIÓN DE ALMIDÓN.

La temperatura de congelación de la papa es de -0,8°C (FAO, 2010), no obstante, se puede mencionar que con temperaturas de +0,6°C ocurridas en Kampenaike el 6 de febrero de 2020, se observaron daños severos (pérdida de gran parte del follaje) en el cultivo. Sin embargo, la estación meteorológica que registró

dicha temperatura se encuentra a mayor altura que el cultivo (aprox. 5m), lo que podría implicar distintas temperaturas. La severidad del daño podría deberse, probablemente a otro factor, como la velocidad en el cambio de temperatura (brusca congelación o descongelación).

Heladas en Magallanes

En la región de Magallanes, el número y magnitud de las heladas durante la temporada productiva del cultivo de papas es variable. En el Cuadro 1 se presenta el promedio de 4 temporadas del número de **heladas radiativas** por mes/año, con una duración variable de 1 a 13 h (excepcionalmente) dependiendo del lugar. Registradas en 3 estaciones meteorológicas ubicadas en **Puerto Natales, Kampenaike y Punta Arenas**.

Cuadro 1. Promedio de datos registrados. **n:** número de heladas, **T°C±D.E:** temperatura en grados celsius y desviación estándar, **h±D.E:** duración promedio de horas y desviación estándar.

MES/AÑO	PUERTO NATALES			KAMPENAIKE			PUNTA ARENAS RURAL		
	n	T°C ± D.E.	h ± D.E.	n	T°C ± D.E.	h ± D.E.	n	T°C ± D.E.	h ± D.E.
OCT. 2015	4	-0.7 ± 0.6	1.8 ± 1.5	10	-1.1 ± 0.8	3.8 ± 2.6	6	-0.6 ± 0.3	3.8 ± 3.4
NOV. 2015	0			4	-0.6 ± 0.5	1.5 ± 0.6	0		
DIC. 2015	1	-0.4	2.0	4	-1.2 ± 0.8	3.0 ± 1.4	0		
ENE. 2016	0			1	-0.4	2.0	0		
FEB. 2016	0			0			0		
MAR. 2016	0			2	-0.3	1.0 ± 0.0	0		
ABR. 2016	6	-1.7 ± 1.2	6.3 ± 4.7	7	-1.7 ± 1.3	6.7 ± 5.2	7	-1.7 ± 1.0	8.7 ± 4.0
OCT. 2016	3	-0.9 ± 1.0	3.0 ± 2.0	8	-1.3 ± 0.4	4.6 ± 1.8	1	-0.2	3.0
NOV. 2016	0			2	-0.7 ± 0.2	3.0 ± 1.4	0		
DIC. 2016	0			1	1.5	2.0	0		
ENE. 2017	0			0			0		
FEB. 2017	0			0			0		
MAR. 2017	0			1	-3.2	4.0	0		
ABR. 2017	4	-1.6 ± 1.5	5.25 ± 2.2	4	-2.7 ± 1.9	9.3 ± 4.8	3	-0.5 ± 0.4	4.7 ± 3.5
OCT. 2017	1	-0.5	2.0	6	-1.5 ± 0.9	4.2 ± 2.2	0		
NOV. 2017	0			1	-0.5	3.0	1	-0.1	1.0
DIC. 2017	0			0			0		
ENE. 2018	0			0			0		
FEB. 2018	0			1	-0.8	2.0	0		
MAR. 2018	1	-0.8	2.0	3	-0.9 ± 0.7	4.0 ± 3.5	0		
ABR. 2018	3	-0.3 ± 0.1	1.3 ± 0.6	3	-1.2 ± 0.8	3.3 ± 2.5	2	-0.2 ± 0.1	1.5 ± 0.7
OCT. 2018	3	-1.2 ± 1.3	3.7 ± 2.5	10	-1.9 ± 1.3	4.8 ± 2.5	2	-0.4 ± 0.2	2.5
NOV. 2018	0			2	-1.0 ± 1.1	3.5 ± 3.5	0		
DIC. 2018	0			1	-0.3	2.0	0		
ENE. 2019	0			0			0		
FEB. 2019	0			2	-0.9 ± 0.8	4.0 ± 4.2	1	-1.0	2.0
MAR. 2019	0			1	-0.3	2.0	0		
ABR. 2019	2	-0.3 ± 0.1	2.0 ± 1.4	4	-0.7 ± 0.8	2.0 ± 1.4	1	-0.4	2.0

Elaboración propia con datos de www.agromet.inia.cl

En el cuadro anterior se observa que no existe una temporada libre de heladas, en ninguna de las estaciones analizadas.

Problemática y búsqueda de avances

En los últimos años, diversos han sido los reportes del daño provocado por heladas al cultivo de papas a nivel mundial, presentándose como un riesgo en la seguridad alimentaria de países como Perú, Bolivia y Colombia. Sin embargo, los avances en la búsqueda de soluciones han sido escasos. Un ejemplo de esto, son los incansables esfuerzos por transferir los caracteres de diversas especies de papa silvestre (*Solanum acaule*; *S. commersonii*, entre otras), con significativa tolerancia a las heladas y capacidad de aclimatarse a bajas temperaturas, a la papa cultivada (*Solanum tuberosum*), a través, de diferentes técnicas. No obstante, el resultado no ha sido positivo, debido principalmente a que se trata de especies sexualmente incompatibles y la tolerancia está regulada por varios genes que a su vez, se asocian a caracteres indeseables (Pino y Chen, 2016).

Posibles métodos de control

Existen diferentes métodos agrónomicamente utilizados para el control de las heladas; sin embargo, no hay reportes bibliográficos acerca de la efectividad en papas y algunos de estos métodos requieren conocer con anterioridad cuándo existe la mayor probabilidad de un evento. Según Kalma *et al.* (1992), las técnicas de control de heladas se pueden categorizar en métodos pasivos y activos:

Métodos pasivos: son aquellos que se utilizan de forma preventiva y normalmente para un periodo prolongado. Estos métodos se subdividen en:

Método pasivo biológico, incluye selección genética, inducción de resistencia y uso de sustancias químicas. Estas últimas se conocen como “crioprotectores”, cuyos principios de acción van desde oligoelementos estimuladores de una enzima catalizadora del almidón (Alfa-amilasa) que aumenta el punto de congelación de las hojas (requiere de aplicaciones periódicas); o productos orgánicos, como resinas

de algas, que forman una película protectora foliar (falsa epidermis) y requieren ser aplicados por aspersión antes de la helada (Figura 4).



Figura 4. Método de control pasivo-biológico. Aplicación manual de producto antihelada, con máquina pulverizadora en cultivo de papas. Kampenaike, 2020.

Métodos pasivos ecológicos, los que incluyen prácticas como selección del lugar de establecimiento (siembra en zonas más altas), control del estado nutritivo del cultivo (fertilización), control de malezas y uso de mantos térmicos como cobertura de plantas, los cuales son capaces de crear un microclima con diferencias de temperaturas de hasta 5°C con el exterior (Figura 5).



Figura 5. Método de control pasivo-ecológico. Instalación de manto térmico en cultivo de papas. Kampenaike, 2020.

Métodos activos: son métodos temporales y demandan intensa energía y/o trabajo. Estos requieren esfuerzo en el día previo o durante la noche de la helada (Cuadro 2).

Cuadro 2. Clasificación de métodos de protección activos.

SUB-CATEGORÍA	MÉTODOS DE PROTECCIÓN
AGUA	ASPERSORES SOBRE LAS PLANTAS
	ASPERSORES BAJO LAS PLANTAS
	MICRO ASPERSORES
	NIEBLA ARTIFICIAL
ESTUFAS	COMBUSTIBLE SÓLIDO
	COMBUSTIBLE LÍQUIDO
	PROPANO
MÁQUINAS DE VIENTO	HORIZONTAL
	VERTICAL
	HELICÓPTEROS

Adaptado de FAO (2010).

Método activo mediante riego por aspersión

Es el más utilizado e históricamente ha reemplazado el uso de calefactores debido a su menor costo energético y mínima contaminación ambiental. El uso de aspersión (Figura 6), aprovecha la liberación de energía en forma de calor que produce la transformación física del agua en hielo. Al colocar una pequeña capa de agua sobre una hoja que se está enfriando, la energía liberada por el agua al congelarse (80 cal/g de agua congelada) es aprovechada por la hoja. Si la aspersión se mantiene constante, durante el período de temperaturas bajas hasta que el hielo se haya fundido por acción del sol, la temperatura de la hoja no descenderá de 0°C.



Figura 6. Método de protección activo mediante riego por aspersión en cultivo de papas. Kampenaike, 2020.

Consideraciones al uso de riego por aspersión

- Requiere de la aplicación de grandes volúmenes de agua, no siempre disponibles.
- Podría producir anegamiento, asociado a problemas sanitarios, lavado de nutrientes (nitrato) y dificultad en el desarrollo de labores.
- Se recomienda usar en suelos con buen drenaje.
- Ubicar aspersores a 20 cm sobre el follaje.
- Se requiere de sensor de temperaturas y alarma, o sistema de activación automático.
- La aspersión debe comenzar en el momento que la temperatura baje de 1°C y debe mantenerse sin interrupción sobre el follaje hasta después de la salida del sol, de modo que el calentamiento de la atmósfera compense la absorción de calor producida por la fusión del hielo.
- Es importante tener en cuenta que el peso del hielo puede romper la planta.

EN DÍAS PREVIOS A LA HELADA, CUALQUIER TIPO DE RIEGO, SE CONSIDERA UN MÉTODO DE PROTECCIÓN PASIVO, YA QUE POTENCIA LA TRANSFERENCIA Y ALMACENAMIENTO DE CALOR DEL SUELO (SOLO HELADAS RADIATIVAS). A SU VEZ, ES DE VITAL IMPORTANCIA PARA LA RECUPERACIÓN DEL CULTIVO DESPUÉS DE UNA HELADA

ACTUALMENTE INIA KAMPENAIKE, A TRAVÉS DEL PROYECTO "TRANSFERENCIA Y APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA POTENCIAR LA PRODUCCIÓN DE PAPAS EN MAGALLANES", FINANCIADO POR EL GOBIERNO REGIONAL, SE ENCUENTRA TRABAJANDO EN UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE HELADAS Y EL USO DE DIFERENTES MÉTODOS DE CONTROL, PASIVO Y ACTIVO, CON LA FINALIDAD DE GENERAR CONOCIMIENTO, APLICABLE A LA REALIDAD REGIONAL Y APORTAR A LA OBTENCIÓN DE MAYORES RENDIMIENTOS.

Literatura consultada

Chen, T. y Li, P. 1980. Characteristics of cold acclimation and deacclimation in tuber-bearing Solanum species. En: Plant Physiology, 65(6), pp.1146-1148.

Martínez, C. (Ed). 2018. Antecedentes para la producción de papas en Magallanes. Boletín N 396. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Kampenaike. Punta Arenas, Chile. 304 p.

Pino, M. y Chen, T. 2016. Efectos de las heladas en el cultivo de papa, y desafíos del mejoramiento genético. En: Estrés Hídrico y Térmico En Papas, Avances y Protocolos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chile. 1 (10), pp.130-148.

Snyder, R. y Melo-Abreu, J. 2010. Protección contra las heladas: fundamentos, práctica y economía. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), Roma.

Rodríguez, C. 2014. El suelo de cultivo y las condiciones climáticas (UF0001). España. 216 p.

Permitida la reproducción total o parcial de esta publicación citando la fuente y el autor.

La mención o publicidad de productos no implica recomendación INIA. Comité Editor: Adriana Cárdenas, Francisco Sales.

INIA Kampenaike, Angamos 1056, Punta Arenas - Fono: (56-61) 2242322

www.inia.cl

Año 2020
INFORMATIVO Nº 96

