



Helada por radiación: un fenómeno meteorológico que estaría poniendo en jaque la rentabilidad de la cebada en Uruguay en la presente zafra

Material elaborado por Clínica Vegetal basado en Frederiks et al., 2015

Introducción

En estos días se está volviendo muy común ver cultivos de cebada con excelente potencial de rendimiento, con un invierno que se podría decir “soñado”, con temperaturas frescas, sin los veranillos típicos que se sufren año a año, que ha resultado en cultivos muy macollados, con alta homogeneidad, alta producción de biomasa, concomitantemente alto número y tamaño de espigas, tanto en trigo como en cebada, pero en este comunicado será enfocado al cultivo de cebada.

El cultivo de cebada está en general con muy alto potencial de rendimiento, pero lamentablemente se está observando a nivel de chacra un porcentaje de vaneo (flores no fecundadas) que si bien es variable, en muchos casos alcanza porcentajes muy altos (superiores al 40% en varios casos).

Muchas son las razones probables de lo que llamamos vaneo, incluyendo varios factores, y es responsabilidad del técnico asesor identificar la combinación de factores chacra a chacra para determinar la causa del daño.

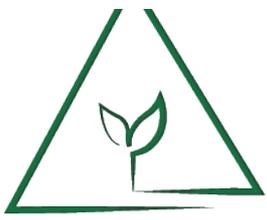
En la presente zafra 2018, en particular, ocurrió un evento de lo que se llama **helada por radiación**, con varios aspectos diferentes de la helada que normalmente se conoce como daño de helada, que seguramente explica el vaneo en muchas de las chacras que hoy sufren ese problema. Debido a que se tiene la percepción de que muchos técnicos no han visualizado este problema, hemos decidido revisar información y analizar los datos meteorológicos para plantear esta situación y que se transforme en insumo para que cada técnico realice su análisis.

El daño de **helada en post emergencia de espiga**, llamado en inglés PHEF (post-head-emergence Frost) es un proceso complejo y distinto de otros daños por frío conocidos, y ha sido recientemente revisado en forma exhaustiva por un grupo de investigadores Australianos que detalla claramente cada punto y que tratamos de traducir, resumir y aparearlo con la información local en este comunicado (Frederiks et al., 2015).

Susceptibilidad de la cebada al daño por heladas

Aún cuando la cebada presenta tolerancia significativa al congelamiento en estados vegetativos, puede sufrir severos daños por bajas temperaturas en estados reproductivos. Hay numerosas evidencias de que el desarrollo del polen es de los estados más sensibles a temperaturas congelantes en cereales, sin embargo, la pérdida de la protección física que ejerce la vaina de la hoja bandera resulta aún más importante que el estado de desarrollo del polen. Es por esta razón que el momento de mayor sensibilidad a heladas ocurre a partir de emergencia de aristas,





con ambos órganos florales -masculinos y femeninos- igualmente dañados por temperaturas de congelamiento.

Esta información es comúnmente conocida por los técnicos en el país, sin embargo no es tan conocido el evento de **helada por radiación**, lo cual ha hecho de este fenómeno un “enemigo silencioso” que a priori y sin mucho análisis de la información, ha pasado desapercibido por el sector productivo, al menos en el área de influencia de **Clínica Vegetal**.

La helada por radiación es una causa común de PHEF (daño por helada en post emergencia de espiga). La helada por radiación ocurre cuando coincide presencia de aire frío, sin viento, cielo despejado y atmósfera seca, que favorece la rápida pérdida de radiación de calor hacia el cielo abierto. Es fundamental tener en cuenta cada uno de estos factores para poder identificar situaciones de ocurrencia de este fenómeno meteorológico.

Los meteorólogos consideran helada, cuando la temperatura a nivel del césped cae por debajo de 0°C. Tanto el trigo como la cebada en post emergencia de espiga pueden resistir daño por heladas a nivel del césped, sin embargo cuando la temperatura del aire dentro de la canopia cae por debajo de -3.5°C, la temperatura real de la planta puede ser de -5°C. A su vez, temperatura del aire dentro de la canopia de -3.5°C en cultivos de trigo y cebada, luego de la emergencia de la espiga, pueden resultar en daño severo.

Lamentablemente la temperatura del aire que se utiliza en meteorología suele estar muy pobremente relacionada con la temperatura de la planta durante la ocurrencia de heladas por radiación. **Durante la ocurrencia de este tipo de heladas, la temperatura estándar del aire tiende a ser mayor que aquella del aire cercano a la canopia, esta última a su vez es mayor que la propia temperatura de la planta, lo cual evidencia las limitantes en tomar referencias para identificar la temperatura real de la planta o específicamente de la espiga, que es la que en realidad ocasiona el daño.**

El escaso movimiento del aire durante la ocurrencia de heladas por radiación permite que se establezcan gradientes de temperatura. La temperatura del aire y de la planta dentro de la canopia puede diferir en varios grados durante la ocurrencia de helada por radiación, tal como se indica en la Figura 1 (tomada de Frederiks et al., 2015).

La temperatura más baja es típicamente observada próximo a la superficie de la canopia, donde la temperatura puede ser 2°C menor que la medida en la mitad de la canopia, debido a la rápida pérdida del calor por radiación desde la parte superior de la canopia. Así, la temperatura medida en el estrato bajo de la canopia son generalmente menos extremas, menos frías.

La temperatura en la superficie del suelo dentro del cultivo puede ser varios grados mayor que la del aire o la de la planta. En áreas expuestas, como en las que predominantemente se ubican las estaciones meteorológicas, ocurre inversión térmica, o sea, la menor temperatura se observa a nivel de suelo, sin embargo la presencia de un cultivo denso como puede ser una cebada de alto potencial, afecta la dinámica del movimiento de aire, y los flujos de calor dentro de la canopia y alrededor de las espigas expuestas. Cultivos con menor biomasa, ralos, con canopia





más abierta permiten un mayor drenaje del aire frío desde la superficie de la canopia próximo a las espigas, reduciendo el riesgo de daño. De igual forma, un cultivo con follaje abierto, o filas separadas que permitan una mayor exposición del suelo en la entrefila, puede aumentar la radiación que llega al suelo resultando en un aumento de la temperatura del suelo durante el día, y su consecuente aumento de re-radiación de calor desde el suelo hacia la canopia durante la noche.

Esto indica que cultivos de alto potencial, con alta acumulación de biomasa, limitan el calentamiento del suelo durante el día, y por lo tanto se reduce la radiación durante la noche, pero a su vez un cultivo denso limita el movimiento del aire caliente desde el suelo hacia la espiga, aumentando por consiguiente la diferencia de temperatura entre la espiga ubicada sobre esa barrera, que una espiga ubicada sin dicha barrera.

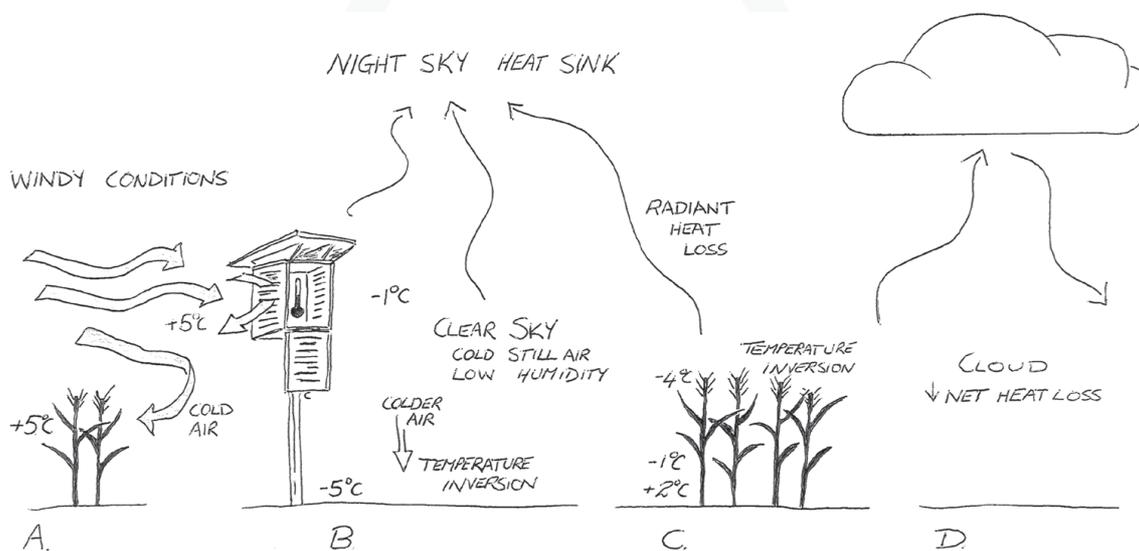


Figura 1: Esquema de temperaturas relativas durante condiciones como: a) despejado y ventoso, b) despejado y sin viento en un área abierta, c) despejado y sin viento en un área cultivada, d) nublado. La coincidencia de cielo despejado y frío, baja humedad del aire y sin viento, resultan en una rápida pérdida de calor hacia el cielo abierto, resultando en helada por radiación. La inversión térmica ocurre cuando la temperatura sobre el césped es significativamente más baja que la del abrigo meteorológico. Durante una helada, la casilla previene la pérdida de calor por radiación, y con limitado movimiento del aire, la temperatura de la casilla no refleja la temperatura del cultivo. En un cultivo, la inversión durante una helada por radiación puede ocurrir hacia la parte superior de la canopia, y grandes variaciones de temperatura, de varios grados, pueden ser observados en el perfil de la canopia. Las nubes reducen la pérdida neta de calor por radiación, y por consiguiente reduce la probabilidad de helada por radiación.

La ocurrencia natural de las heladas por radiación es impredecible en tiempo, frecuencia e intensidad, lo cual hace por el momento imposible su manejo.

En general los cereales alcanzan su máxima susceptibilidad a heladas por radiación durante o luego de aparición de aristas y emergencia de espigas. En estos estadios la cebada puede sufrir daño por helada por radiación con temperaturas del aire en la espiga de -4°C. Este daño puede





ocurrir en el pedúnculo, evidente a unos 30 mm del nudo superior, donde el tejido se vuelve de textura blando acuoso, y de color verde oscuro, posteriormente se contraen los tejidos y se secan, resultando en el corte de circulación hacia la espiga y pérdida total de la espiga.

Cuando el pedúnculo no es afectado o no pierde funcionalidad, **el daño en las flores se puede observar en flores individuales distribuidas aleatoriamente en la espiga. La causa de este daño se explica por formación de hielo en la espiguilla pero sin afectar el tejido vascular de la espiga, lo que explica su distribución puntual en espiguillas y distribuido aleatoriamente en la espiga.** Este daño en flores completamente formadas se diferencia claramente del daño por helada común que ocurre previo a la emergencia de la espiga, que resulta en atrofia de órganos florales. En el caso de heladas por radiación, los órganos están completamente desarrollados, no hay fecundación, los estigmas pierden su aspecto plumoso y se vuelven agrupados-compactos, y las anteras pueden resultar deformadas y eventualmente decoloridas.

Todo lo arriba mencionado indica que los daños más frecuentemente asociados a heladas distan claramente de los daños o síntomas que causan las heladas por radiación. Las diferencias más claras son:

- **No hay diferencias claras entre zonas topográficas**, ya que la helada por radiación ocurre en el microclima que se genera por encima de la pantalla de la canopia (que evita la radiación de calor del suelo), y entorno a las espigas que a su vez frenan aún más el movimiento de aire lo cual aumenta el gradiente de temperatura con el aire. Por esto no es evidente el mayor daño en los bajos como sí lo es en la helada común.
- **No hay daño estructural en las espigas.** Debido a que el daño ocurre sobre órganos completamente desarrollados, no se observan aristas retorcidas.
- **No hay una locación particular del vaneo en la espiga.** Las flores individuales afectadas se observan aleatoriamente distribuidas en la espiga, a diferencia de la helada común que en general son espiguillas agrupadas en un sector de la espiga.





Figura 2: A la izquierda daño de helada en espiga de trigo previo a su emergencia, resultando en fallas en la formación de espiguillas. A la derecha, daño en espiga de cebada en espiguillas individuales completamente formadas. Cuando el daño ocurre previo al inicio del llenado, la espiguilla dañada presenta una apariencia traslúcida. Nótese que las espiguillas están completamente formadas a diferencia del daño previo a la formación de las espiguillas en el caso de heladas previo al desarrollo completo de la espiguilla.

Condiciones ocurridas del 1 al 3 de octubre del 2018 en Paysandú

Debido a la sospecha de ocurrencia de una helada por radiación el día 2 de octubre del 2018, **Clínica Vegetal** analizó la información meteorológica de la estación meteorológica ubicada en la estación Experimental Dr. "Mario A. Cassinoni", EEMAC, Facultad de Agronomía, Paysandú.

Se analizó la evolución de la temperatura al abrigo meteorológico, el punto de rocío, y la velocidad del viento (Figura 3). Efectivamente, el día 2 de octubre la temperatura descendió abruptamente desde la hora 17:00 del 1/10 a la hora 7:00 del 2/10, desde 15.4 °C a 4.3 °C respectivamente. De acuerdo a la revisión publicada por Frederiks et al., 2015, y diagramada en la Figura 1, esta temperatura al abrigo, con un punto de rocío tan bajo, sin viento y cielo despejado son evidencias suficientes para pensar que en la zona de influencia de la estación analizada, ocurrió helada por radiación.



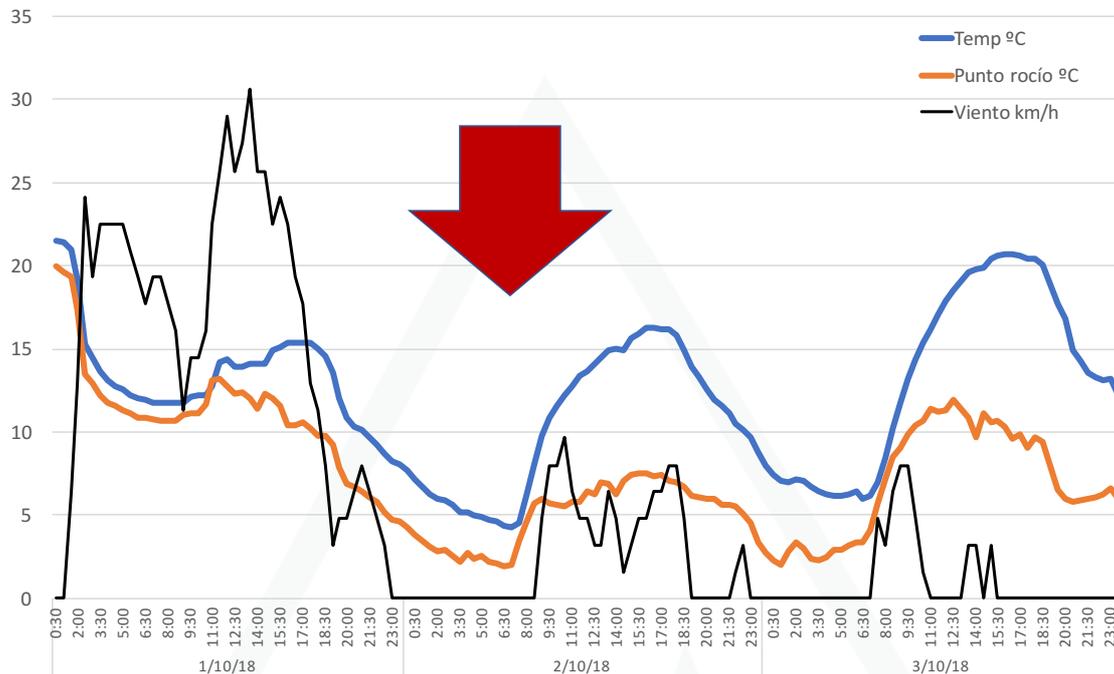


Figura 3: Registro horario de temperatura al abrigo, punto de rocío, y velocidad del viento en el período del 1 al 3 de octubre del 2018, obtenidos de la estación meteorológica de la EEMAC, Paysandú. La flecha roja indica el momento en que coinciden las condiciones conductivas de helada por radiación.

Por esta razón, se piensa que muchos de los cultivos que hoy presentan vaneo como el observado en la Figura 2 (derecha), si al 2 de octubre presentaban las aristas visibles o se encontraban en estados mas avanzados, es evidencia suficiente para atribuir dicho daño a helada por radiación, en todas aquellas situaciones que estén representadas por el área de influencia de la estación de la EEMAC.

Es importante comprender que existe un daño por helada que no presenta síntomas similares a los daños comúnmente observados por helada. **Los daños causados por helada por radiación presentan características particulares, y no debe ser omitido por los técnicos, fundamentalmente porque esta omisión tiene un fuerte impacto económico en el resultado del cultivo, como por ejemplo la cobertura de los seguros.**

El impacto del vaneo en esta zafra puntual que prometía altos rendimientos, y que toma a muchos cultivos con excelente área foliar, probablemente no sólo tendrá impacto en el rendimiento, sino que además se ve comprometida la calidad de la cebada a cosechar, probablemente con excesos de proteína en grano que podrían representar la pérdida total de la cosecha con fines de industria.





Clínica Vegetal

Seriedad basada en el conocimiento

Por la gravedad del problema es que **Clínica Vegetal** emite esta comunicación, basada en la traducción y adaptación de una revisión de un tema poco conocido e incluso poco visualizado por los técnicos. Apostando a nuestro eslogan: *Seriedad basada en el conocimiento*, convencidos de que se requieren bases científicas, documentación académica, y disponibilidad de la misma para lograr una mejor comprensión de los procesos de producción que enfrentamos como Agrónomos. Queremos hacerle llegar este comunicado a toda el área de influencia de quienes nos apoyan y confían en nuestro trabajo.

El presente comunicado se basó en fragmentos del siguiente artículo:

Frederiks, T.M., Christopher, J.T., Sutherland, M.W. and Borrell, A.K. 2015. Post-head-emergence frost in wheat and barley: defining the problem, assessing the damage, and identifying resistance. *Journal of Experimental Botany* 66:3487-3498.

Quedando a las órdenes por cualquier consulta, saluda atte.

Carlos A. Pérez (*Ing. Agr. MSc., PhD*)
Director de Clínica Vegetal
Paysandú, 19 de octubre del 2018

Laboratorio Clínica Vegetal

Teléfono: 092 640 354

Guayabos 721, Paysandú

laboratorio@clinicavegetal.com

www.clinicavegetal.com

