

LOCALIZACION DEL CALCIO Y DESARROLLO DEL "QUEMADO DE PUNTA" EN LAS HOJAS DE LECHUGA DURANTE LOS INICIOS DEL CRECIMIENTO FOLIAR.¹

Daniel Barta y Theodore Tibbits²

El quemado de punta o bordes, es un daño que se presenta en las hojas de lechuga y les confiere un sabor amargo que perjudica al producto, haciéndolo poco atractivo para el consumidor. Esto tiene consecuencias negativas en la calidad y precio del mismo. Este daño ha sido asociado principalmente con la deficiencia de Calcio.

Los Doctores D. Barta y T. Tibbits de la Universidad de Wisconsin, determinaron los gradientes de concentración de calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K) en hojas de lechuga y la relación de estos, con el daño de quemado de borde que presentan las hojas de este vegetal durante épocas tempranas de desarrollo foliar. Además, los patrones de acumulación de nutrientes en hojas expuestas que podían transpirar libremente fueron comparados con los patrones de acumulación de nutrientes en hojas no expuestas, con restricciones en transpiración y daño por deficiencia de Ca.

Las pruebas fueron efectuadas en plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L.), sembradas en condiciones controladas, en cámaras de crecimiento, a las cuales se le proporcionaron todos los nutrientes en las cantidades requeridas para su desarrollo. Las determinaciones de Ca, Mg y K en las distintas partes de la hoja se realizaron con una microsonda de electrones (Modelo SEM-Q) equipada con un espectrofotómetro de longitud de onda dispersa para separación por rayos X.

Los autores encontraron que el daño empezó a desarrollarse 22 días después de la germinación y apareció primero en la novena, décima o décimo primera hojas continuando en todas las hojas que se desarrollaron sucesivas a estas (hojas interiores de la cabeza). Los primeros síntomas fueron aparentes en las hojas cuando estas alcanzaron de 20 a 30 milímetros (mm) de longitud. Cuando la 14a hoja interior alcanzó 20 mm de largo, el 33% presentó quemadura, y al llegar a los 30 mm el 83% presentó el daño. El daño fue restringido al ápice de las hojas y márgenes distantes y fue caracterizado por excesos de humedad foliar, necrosis en lámina y nervaduras y ruptura reticular. Fue interesante notar que ninguna de las hojas exteriores (expuestas) presentaron este tipo de daño.

Para estudiar este fenómeno se determinó la distribución de Ca, Mg y K a lo largo y ancho

de las hojas interiores (que presentaron la quemadura) y las exteriores (que no presentaron daño) a las longitudes de 5, 10, 20 y 30 mm, y así encontrar alguna relación entre el daño y las concentraciones de estos elementos.

Resultados

Concentración y distribución del calcio

Cuando las hojas tenían 5 mm de longitud la distribución de la concentración de Ca a lo largo y ancho de las mismas fue relativamente uniforme con un promedio de 0.1% (base seca). Al alcanzar los 10 mm de longitud se observó una pequeña disminución de la concentración de Ca en la parte distal de ambas hojas; la disminución fue mas pronunciada en las hojas interiores que en las hojas exteriores. Al llegar a los 20 mm de longitud, la concentración de Ca en las hojas expuestas se había incrementado dramáticamente, particularmente hacia el ápice, al termino de la nervadura central (0.31 %), revirtiendo el patrón anterior de mayor acumulación hacia la base. En contraste, la concentración de Ca en el ápice de las hojas interiores fue de 0.06 %. A los 30 mm de longitud se encontró un mayor incremento en la concentración de Ca (0.44 %) en el margen superior y a lo largo de la nervadura central y en general disminuyó hacia los lados y base de las hojas expuestas. En comparación, la concentración de Ca a través de las hojas internas continuó decayendo durante la elongación, particularmente en las áreas marginales. En los márgenes de las hojas que presentaron daño, fueron determinadas concentraciones tan bajas como 0.02 %. Las concentraciones de calcio en las áreas basales se mantuvieron relativamente constantes durante este período de desarrollo.

La Figura 1 muestra la distribución de la concentración del Ca en las hojas de lechuga a distintas longitudes. En resumen, las hojas externas (expuestas) mostraron un marcado incremento en la concentración de calcio en este período de crecimiento, mientras que las hojas internas no mostraron incremento alguno. En la tabla 1 se muestran las concentraciones promedio de Ca, en ambas hojas comparando las distintas longitudes.

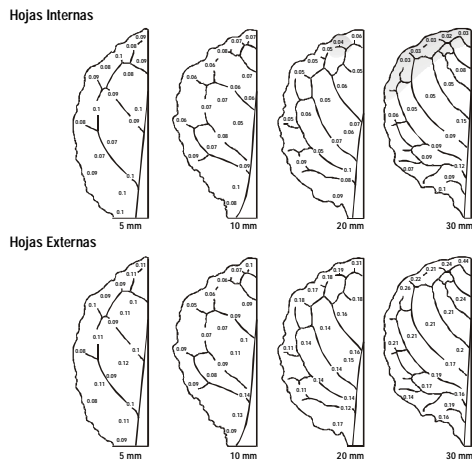


Fig. 1. Concentraciones de Calcio (%) base seca en hojas de lechuga interiores y exteriores durante su desarrollo. Las concentraciones son promedio de dos réplicas. El largo de la hoja esta indicado abajo de cada hoja. Las áreas con daño están sombreadas.

Concentración y distribución del magnesio

Las concentraciones de Mg a lo largo y ancho de las hojas internas y externas colectadas a las longitudes de 5, 10, 20 y 30 mm se presentan en la figura 2. A diferencia de las concentraciones de Ca, las concentraciones de Mg fueron relativamente uniformes a través de ambas hojas durante la elongación, la mayoría de los valores osciló

entre 0.25 % y 0.45 %. No hubo diferencias significativas entre hojas expuestas y hojas internas, con la excepción de algunas áreas altamente dañadas en las hojas internas de 30 mm de longitud que presentaron concentraciones mas altas de Mg. La tabla 1 muestra las concentraciones promedio de Mg a las distintas longitudes.

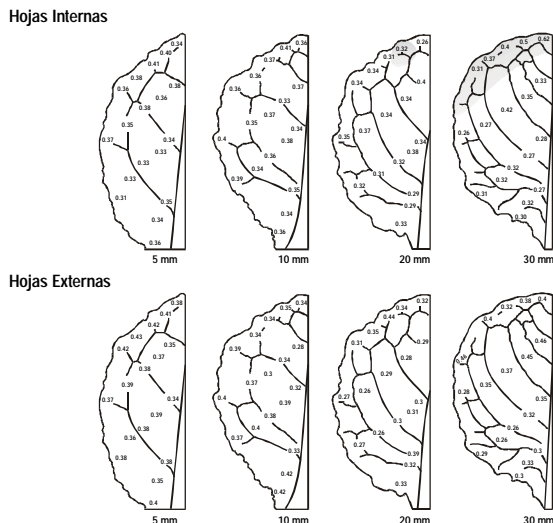


Fig. 2. Concentraciones de Magnesio (%) base seca en hojas de lechuga interiores y exteriores durante su desarrollo. Las concentraciones son promedio de dos réplicas. El largo de la hoja esta indicado abajo de cada hoja. Las áreas con daño están sombreadas.

Concentración y distribución del potasio

Las concentraciones de K a lo largo y ancho de las hojas expuestas e internas colectadas a las longitudes de 5, 10, 20 y 30 mm se presentan en la figura 3. En contraste con Mg, amplios gradientes de K se desarrollaron durante la elongación de las hojas. Los gradientes fueron pequeños cuando las hojas tenían 5 mm de largo pero se hicieron mayores conforme la hoja fue creciendo. La concentración de K fue mayor en sentido acropétalo, pero menor en sentido lateral a partir de la nervadura central. En las hojas de 30 mm de longitud, los niveles de K en la región apical doblaron los de la base. La tabla 1 muestra las concentraciones promedio de K en las distintas longitudes. El gradiente de disminución de K, desde la nervadura central hacia los márgenes, fue menos consistente en las hojas internas (no expuestas) que en las hojas externas (expuestas).

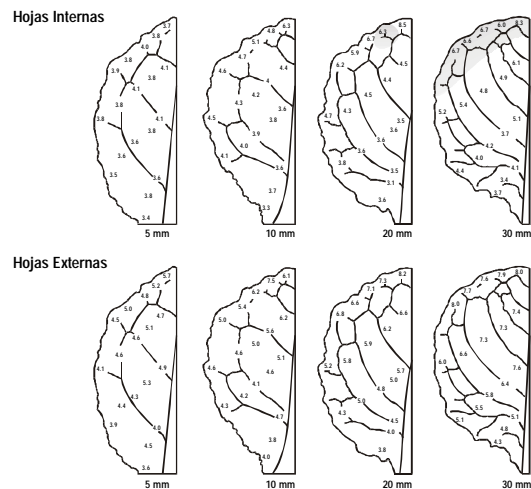


Fig. 3. Concentraciones de Potasio (%) base seca en hojas de lechuga interiores y exteriores durante su desarrollo. Las concentraciones son promedio de dos réplicas. El largo de la hoja esta indicado abajo de cada hoja. Las áreas con daño están sombreadas.

Tabla 1. Concentraciones promedio de Ca, Mg, y K en hojas exteriores e interiores (materia seca) de Lataca sativa a distintas longitudes de elongación.

Longitud de las hojas (mm)	5	10	20	30
Concentración promedio de Ca (%)				
Hojas exteriores	0.10	0.09	0.16	0.21
Hojas internas	0.09	0.07	0.07	0.07
Concentración promedio de Mg (%)				
Hojas exteriores	0.38	0.36	0.32	0.35
Hojas internas	0.34	0.36	0.33	0.34
Concentración promedio de K (%)				
Hojas exteriores	4.60	5.00	5.60	6.40
Hojas internas	3.80	4.20	4.60	5.00

Discusión y Conclusiones

•Se encontró una correlación entre la disminución de la concentración de calcio en la parte apical de la hoja y la aparición del daño. Aparentemente, el suministro de calcio no es suficiente para mantener el desarrollo normal en el ápice y las áreas distales una vez se inicia el rápido período de elongación y maduración. El desarrollo de daño sigue a esta deficiencia. Las razones del decaimiento de la concentración de calcio, en las áreas marginales de las hojas interiores durante la elongación, es muy posible que esté asociada con el transporte restringido del calcio a estos tejidos. La explicación de por qué se dio este fenómeno solamente en las hojas interiores, es que éstas tienen restringida la transpiración y por ende el movimiento de agua para la acumulación de calcio. Modos alternativos de transporte de calcio, tales como presión de las raíces durante los períodos de obscuridad o el movimiento del agua con el ciclo de turgencia que ocurre en los sucesivos períodos de luz y obscuridad aparentemente no sucedieron en un grado significativo en las plantas de este estudio.

•La concentración de calcio total en las hojas que presentaron quemadura, es menor que en las que no presentaron la quemadura, por lo tanto hay una relación entre el quemado de la punta de la hoja de lechuga y bajas concentraciones de calcio.

•Los niveles de Mg y K encontrados en este estudio, son los niveles normales reportados en la literatura para lechugas que se cultivan en condiciones controladas. Los niveles locales altos de Mg asociados con las áreas dañadas se pueden deber a acumulación de este elemento, resultado de la disfunción celular durante el desarrollo del daño.

•Niveles altos de K también se asocian con los lugares que mostraron síntomas de deficiencia de Ca. Niveles altos de K en las áreas marginales pueden agravar el desorden relacionado con el Ca causando que se requieran mayores concentraciones de calcio para mantener la integridad de la membrana.

De este estudio se puede deducir que si existe deficiencia de Ca o un des-balance entre el Ca,

Mg y K es muy probable que se desarrolle la quemadura de bordes, en las hojas interiores y exteriores de la lechuga. Este daño comienza a presentarse en los estados tempranos del cultivo, por lo que se deben tomar medidas correctivas para el calcio antes de iniciar la plantación y también poner mucha atención al balance de los nutrientes. Esto se puede lograr con un análisis de suelo previo a la siembra y la elaboración de un plan de fertilización balanceada, basado en los resultados del análisis de suelo y los requerimientos del cultivo.

Lectura recomendada

Para las personas que deseen profundizar más en este tema el autor recomienda el artículo: Collier, G.F. and T.W. Tibbitts. 1982. Tipburn in lettuce. Hort Reviews IV, 49-65.

¹Traducido y adaptado por Anaité Herrera con el permiso del Dr. T. Tibbitts (autor) del artículo original "Calcium Localization and Tipburn Development in Lettuce Leaves during Early Enlargement". Tomado del J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125(3):294-298 2000

²Department of Horticulture, University of Wisconsin, Madison WI 53706. Correo Electrónico: twt@facstaff.wisc.edu