



**Revista Internacional de Investigación e Innovación
Tecnológica**

Página principal: www.riit.com.mx

**EL RAJADO DE NUEZ PECANERA EN EL NORTE DE COAHUILA Y ASPERSIONES
FOLIARES PARA PREVENIRLO**

**PECAN FRUIT SHELL SPLIT IN THE NORTH OF COAHUILA AND FOLIAR
SPRAYS TO PREVENT IT**

Salas-Rivera, R.d, Valdez-Aguilar, L.A.b, Corral-Garza, Jc. Cárdenas-Flores, Aa.

aDepartamento de Plásticos en la Agricultura; Centro de Investigación en Química Aplicada; C.P. 25294, Saltillo, Coahuila. Autor por correspondencia, antonio.cardenas@ciqa.edu.mx; 844-4-38-98-30 ext. 1394.

bDepartamento de Horticultura; Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; C.P. 25315, Saltillo, Coahuila.

cSecretaría de Desarrollo Rural del Estado de Coahuila; Coordinación de la Zona Norte; C.P. 26530, Allende, Coahuila.

dDepartamento de Parasitología; Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; C.P. 25315, Saltillo, Coahuila.

Saltillo, Coahuila a 15 de octubre del 2013

Resumen

Recientemente, se han reportado pérdidas en la producción en huertos de nogal pecanero del norte de Coahuila (México) por rajado de la nuez, probablemente relacionados con carencias nutrimentales de los árboles. Considerando esto, el objetivo de esta investigación fue determinar el nivel de incidencia del rajado de nuez en el norte de Coahuila, así como evaluar el impacto de la fertilización foliar con macro- y micronutrientes sobre el rajado de fruto de dos cultivares de nogal, Wichita y Western. El rajado de la nuez se midió en cinco municipios del norte de Coah.

muestreando 12 huertos incluyendo cuatro variedades de pecanero. En cambio, para medir el impacto de las fertilizaciones se aplicaron mensualmente, en una huerta comercial también de la misma región, mezclas de: macronutrientes conteniendo P, K y Ca; micronutrientes conteniendo Fe, Cu, Zn, B, Mo, Mn y Ni; una mezcla de ambos (macro- y micronutrientes) y se compararon contra un testigo no fertilizado. A mediados del ciclo agrícola se estimaron los porcentajes de nuez rajada en las 12 huertas así como de los árboles tratados con fertilizantes foliares. El rajado de la nuez en la región norte se observó principalmente en la variedad Wichita mientras que en el ensayo de fertilización solo se detectó en esta misma variedad pero no en Western. En los árboles Wichita tratados no hubo diferencias significativas del porcentaje de nueces rajadas comparadas con los testigos no tratados. Además, la severidad de la fisiopatía de interés estuvo muy por debajo de otros años de los que se tiene referencia.

Abstract

Recently, northern Mexican pecan growers have reported yield losses caused by the water stage fruit split probably linked to plant nutrient deficiencies. Therefore, the purpose of this research was to measure the occurrence of such disorder in northern Coahuila (Mexico) as well as to evaluate the effect of macro- and/or micronutrient sprays on the water stage fruit split of pecan trees. The fruit split disorder was measured in five localities of the north of Coah. by means of sampling 12 orchards including four cultivars. Besides, in order to measure the impact of foliar fertilization on the occurrence of pecan fruit split, Wichita and Western trees were monthly sprayed with macronutrients (P, K, Ca), micronutrients (Fe, Cu, Zn, B, Mo, Mn y Ni), or both macro- and micronutrients, in a pecan plantation at the same region. At the midpoint of the growing season, the percentage of split nuts in all the five localities as well as in treated trees was

measured and compared against the percentage of split fruits from untreated trees. Water stage fruit split was mainly detected in Wichita fruits from northern Coahuila. This coincided with the fertilization essay since only Wichita trees showed such disorder but not Western trees. Wichita sprayed trees did not showed significant differences neither between fertilization treatments nor against the untreated control. Additionally, the water stage fruit split disorder showed levels far lower than the levels yearly observed for that region.

Palabras clave: fertilización foliar, macronutrientes, micronutrientes, nogal.

Introducción

Alrededor del mundo, las áreas productoras de nuez pecanera se localizan principalmente entre los 25 y 35° de latitud norte y entre 25 y 35° de latitud sur. El nogal pecanero es originario del sureste de los Estados Unidos de América y del Norte de México (Ojeda et al., 2010). En México, alrededor del 97% del cultivo del nogal pecanero (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch) está distribuido en los Estados norteros de Chihuahua, Coahuila, Sonora, Durango y Nuevo León. De ellos, en el 2011 destacaron Chihuahua y Coahuila como los Estados con mayor producción con 67.2 y 13.9% respectivamente (SIAP-SAGARPA, 2012). Coahuila es uno de los centros de origen del nogal pecanero, no obstante, en años recientes los productores del norte del Estado han reportado severos problemas fisiológicos del cultivo como el inicio prematuro de la germinación (llamado comúnmente “viviparidad”) o el rajado del fruto (Corral-Garza, 2010) los cuales podrían estar ligados con el estado nutrimental del árbol.

El rajado es una fractura longitudinal del involucro frutal, o bien de la cáscara debajo del involucro, que se presenta en etapa acuosa del desarrollo y que provoca la pérdida del fruto (Wells, 2010).



Figura 1. Fotografía de un racimo de frutos de nogal variedad Wichita manifestando el rajado de la nuez.

Dicho desorden no es infeccioso y su incidencia y severidad varía grandemente dependiendo de la variedad, la carga de frutos en los árboles, las relaciones hídricas suelo-árbol, y las condiciones atmosféricas de humedad y temperatura, pudiendo generar incluso más del 30% de pérdidas de producción (Wood y Reilly, 1999). En Coahuila, en años anteriores los productores han reportado pérdidas de hasta el 20 al 30% por consecuencia del rajado de nuez (Fernández-Aguirre et al., 2009). De acuerdo con Wells y Wood (2008) el rajado se presenta cuando la turgencia generada por los solutos del endospermo presiona en exceso a la testa de la semilla desde el interior. Wells y Wood (2008) demostraron que la deficiencia de micronutrientes, como el boro (B) y el níquel (Ni), están asociados con la incidencia o severidad del rajado del fruto en nogal (Wells y Wood, 2008), por esta razón el estado nutricional de las huertas de nogal debe ser monitoreado constantemente.

Según datos proporcionados por la Asociación Nueces del Bravo SPR de RL, la nutrición del nogal es un problema que enfrentan constantemente los productores del norte de Coahuila. En muestreos de nueve huertas de socios realizados en el

2009 (datos no mostrados), y tomando como base las normas y valores mencionados por Medina-Morales (2002), se reportaron niveles inferiores a los óptimos de rendimiento en el contenido de nutrientes, especialmente K (67% de las huertas), Ca (100% de las huertas), P (100% de las huertas), Zn (22% de las huertas), Fe (67% de las huertas) y Mn (100% de las huertas).

Estas deficiencias son muy probablemente causadas por inaccesibilidad de nutrientes debido a las condiciones de alcalinidad de suelo y/o de la calidad de agua de riego. Por estas razones se decidió investigar en un año típico la ocurrencia del rajado de fruto de cuatro cultivares diferentes de nogal pecanero en la zona geográfica del Norte de Coahuila conocida como “Los Cinco Manantiales”, así como estudiar la implementación de fertilizaciones foliares con macro- y/o micronutrientes para combatir dicha fisiopatía en un huerto comercial.

II. Materiales y equipos

Experimentalmente se requirieron, para las soluciones fertilizantes, los macroelementos en forma de: cloruro de calcio (no. CAS 10043-52-4), nitrato de calcio (no. CAS 10124-37-5), fosfato diácido de amonio (no. CAS 7783-28-0), cloruro de potasio (no. CAS 7447-40-7), fosfato monoácido de potasio (no. CAS 7778-77-0), y nitrato de potasio (no. CAS 7757-79-1). Mientras que los microelementos se aplicaron en forma de molibdato de amonio (no. CAS 12054-85-2), ácido bórico (no. CAS 10043-35-3), sulfato de cobre (no. CAS 7758-98-7), cloruro de hierro (no. CAS 7705-08-0), sulfato de hierro (no. CAS 7782-63-0), cloruro de manganeso (no. CAS 13446-34-9) sulfato de manganeso (no. CAS

10034-96-5), cloruro de níquel (no. CAS 7718-54-9), sulfato de níquel (no. CAS 10101-97-0), sulfato de zinc (no. CAS 7733-02-0). En campo, se empleó un tractor con un aspersor mecánico de 200 L de capacidad para la aplicación de las soluciones fertilizantes.

III. Métodos experimentales

Incidencia del rajado del fruto en huertos del norte de Coahuila

Para determinar la incidencia y severidad del rajado del fruto de nogal en la zona de interés, se realizaron muestreos en la región de “Los Cinco Manantiales” (del norte de Coahuila) durante el ciclo agrícola 2012 (2ª semana de agosto). En este estudio se valoraron mediante conteos simples y no destructivos los porcentajes de nueces rajadas de las variedades Cheyenne, Pawnee, Western y Wichita distribuidos en 12 huertos repartidos en los municipios de Allende, Morelos, Nava, Villa Unión y Zaragoza. En cada uno de los huertos se seleccionaron al azar al menos dos árboles de las variedades predominantes y se contabilizaron el número total de nueces, y el número de nueces rajadas, contenidas en 50 racimos encontrados al alcance de la mano estando de pie a ras de piso. El porcentaje de frutos rajados se obtuvo dividiendo el número de nueces rajadas de un árbol multiplicado cien veces por el número total de nueces contabilizadas del mismo árbol. Los datos de porcentaje de nuez rajada fueron transformados por el método del arcocoseno antes de ser analizados estadísticamente. Los datos transformados fueron sometidos a un análisis de varianza de una entrada considerando a la variedad de nogal como factor de variación. En caso de significancia estadística se realizó un

prueba de medias por el método de Duncan ($P < 0.05$).

Fertilización foliar de nogal pecanero y la rajadura de la nuez

El área experimental se situó en la Huerta Santa Julia, propiedad de Juan Corral Garza, ubicada en el municipio de Morelos, Coahuila, México, ($28^{\circ} 21' 40.8''$ N y $100^{\circ} 55' 51''$ O) la cual cuenta con nogal pecanero (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch) de las variedades Wichita y Western Schley; ambas variedades se encontraban en edad reproductiva plena con un promedio de 24 años de edad. En una muestra tomada un mes antes de iniciar el ensayo, el suelo en el sitio experimental resultó tener una textura arcillo limosa, un pH de 8.91 en el estrato 0 - 30 y de 8.29 en el 30 - 60, así como una conductividad eléctrica (CE) en el extracto de saturación de 0.72 y 0.81 dS/m, respectivamente, además de un contenido de materia orgánica de 1.75 % y 1.08 %. La concentración de macronutrientes y micronutrientes en el suelo se muestran en los cuadros Cuadros 2 y 3, respectivamente.

En el sitio experimental se seleccionaron 4 parcelas de 16 árboles cada una, las cuales contenían a la vez 8 árboles de la variedad Wichita y 8 de la variedad Western Schley (64 árboles en total). La primera parcela fue destinada como testigo experimental, mientras que las tres restantes fueron tratadas con mezclas de macro- y/o micronutrientes. El tratamiento con macronutrientes se hizo asperjando N (920 ppm), P (590 ppm), K (860 ppm), Ca (945 ppm) y Cloro (Cl, 600 ppm); El tratamiento con micronutrientes consistió en aspersiones foliares de Cu (50 ppm), Ni (80 ppm), Mn (50 ppm), Zn (80 ppm), Fe (300 ppm), B (80 ppm) y Mo (40 ppm);

Otro tratamiento incluyó la mezcla de ambos, micronutrientes y macronutrientes a las concentraciones indicadas anteriormente. Las mezclas de nutrientes fueron determinadas en función de los antecedentes de deficiencias nutrimentales de la región así como apoyados por el análisis de fertilidad de suelo.

Cuadro 1. Concentración de macronutrientes en una muestra de suelo de la huerta nogalera Santa Julia, Morelos, Coahuila.

Estrato de suelo	N Pp m	P pp m	K pp m	Na Pp m	Ca pp m	M g pp m
0 – 30 cm	9.2	4.6	47.0	11.2	80.40	90.0
30 – 60 cm	18.2	4.3	46.4	13.6	89.38	88.4

Cuadro 2. Concentración de micronutrientes en una muestra de suelo de la huerta nogalera Santa Julia, Morelos, Coahuila.

Estrato de suelo	Fe Pp m	C u pp m	Z n pp m	M n pp m	B pp m	Ni pp m
0 – 30 cm	5.6	1.0	1.6	13.0	1.0	0.07
30 – 60 cm	5.7	0.9	1.3	10.4	0.8	0.05

El pH de la solución fue ajustado a 6.5 con HCl 1N y la CE de la solución final fue de 2.46, 7.20, y 11.7 dS/m, para las soluciones con micronutrientes, macronutrientes y la mezcla de ambos, respectivamente. El tratamiento control consistió en la aspersión de solo agua, la

cual tenía un pH de 8.3 y una CE de 0.40 dS/m.

Estas dosis fueron aplicadas mensualmente a partir del 15 de abril y hasta el mes de agosto. Las aplicaciones foliares se realizaron asegurándose de la cobertura total de la superficie foliar hasta el punto de goteo, lo cual se obtuvo con una aspersión total de 12 L por árbol. Todas las aspersiones se realizaron en el transcurso de la mañana, entre las 08:00 y 10:00 horas.

A mediados del ciclo agronómico del nogal, es decir aproximadamente después de 125 días de iniciada la brotación, se realizó un muestreo no destructivo de racimos de nueces en cuatro árboles elegidos al azar en cada tratamiento de las variedades Wichita y Western. Se seleccionaron al menos 50 racimos al azar, se contó el número de nueces por racimo (aproximadamente 145 nueces en los 50 racimos) y nueces rajadas en cada uno de los racimos. Esto fue para determinar el porcentaje de nueces rajadas.

Los datos de porcentaje de nuez rajada fueron transformados por el método del arcocoseno antes de ser analizados estadísticamente. Dichos datos fueron sometidos a un análisis de varianza de dos entradas considerando a la variedad y a las mezclas de nutrimentos como factores de variación. En caso de significancia estadística se realizó un prueba de medias por el método de Duncan con $P < 0.05$.

Todos los análisis estadísticos se efectuaron empleando el programa

Microsoft® Excel 2007/XLSTAT©-Pro (Addinsoft, 2012).

IV. Discusión de Resultados

Incidencia del rajado del fruto en huertos del norte de Coahuila

En los últimos diez años los productores de nuez pecanera del norte de Coahuila han tenido dos grandes episodios de pérdida de rendimiento a causa del rajado del fruto. El primero ocurrió en el año 2006 cuando acusaron una pérdida cuyo promedio osciló alrededor del 25%, sin embargo el segundo, el cual se presentó en el año 2008, fue incluso dramático porque las pérdidas oscilaron alrededor de 40% de la producción y en algunos huertos alcanzaron más del 50% (Corral-Garza, comunicación personal). En ambos años, los episodios intensos de fruto rajado ocurrieron luego de una secuencia de días de elevadas temperaturas, baja humedad relativa y poca precipitación que precedieron a una precipitación de elevada intensidad. El resto de los ciclos agrícolas las pérdidas causadas por este desorden fisiológico no ha superado el 5% que es el valor habitual máximo de pérdidas por rajado en la región. Para el año 2012 el problema no fue excepcional. Los resultados se muestran en el Cuadro 3.

Fruto del muestreo de este estudio se estimó que las pérdidas por rajado no fueron mayores al 1% en promedio general.

Cuadro 3. Porcentaje de nueces rajadas encontradas el 16 de agosto del 2012 en un muestreo de huertos de nogal, en cinco municipios y cuatro variedades, en la zona norte de Coahuila.

	Municipios				
	Allende	Morelos	Nava	Villa Unión	Zaragoza
Rajado (%)	1.8	1.0	0.0	0.6	0.5

	Variedades			
	Wichita	Western	Pawnee	Cheyenne
Rajado (%)	2.0 (a)*	0.0 (b)	0.6(ab)	0.0 (b)

* Medias seguidas de la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$). n Wichita = 25; n Western = 22; n Pawnee = 3; n Cheyenne = 3. El número de réplicas (n) difiere de acuerdo con la abundancia de las variedades encontradas en los huertos muestreados.

Sin embargo se detectó que la variedad más susceptible al rajado fue la variedad Wichita seguida de la Pawnee. Sin embargo, de acuerdo a los datos obtenidos se encontró que únicamente los cv. Wichita y Pawnee, a diferencia de los cv. Western y Cheyenne, mostraron nueces rajadas. Esta última observación coincide con la percepción generalizada de los productores de la región quienes usualmente argumentan que la cáscara de la variedad Wichita es más débil que la de la Western por ejemplo, por lo que se presenta más fácilmente el rajado en la primera variedad. Ambas variedades, tanto Western como Wichita, son por mucho las variedades más importantes en la región en términos de superficie cultivada y de producción de nuez. A pesar de que la cáscara que presentan estos cuatro cultivares se denomina cáscara de papel, la cáscara de nueces en Pawnee es relativamente más delgada que la cáscara de las nueces del cv. Wichita (Goff et al., 1991). Sería de esperarse entonces que se presentara un mayor número de nueces rajadas en el cv.

Pawnee. Pero como no fue así, esto se puede atribuir en gran medida a la susceptibilidad que difiere en cada uno de los cultivares, tal como menciona Peet (1992) para el caso del tomate donde además de los factores como humedad del suelo, radicación luminosa y temperaturas elevadas, también influye la susceptibilidad varietal.

Fertilización foliar de nogal pecanero y la rajadura de la nuez

En la huerta Santa Julia (Morelos, Coah.), después del muestreo de nueces en la etapa acuosa, se encontró que la variedad Wichita presentó nueces rajadas, sin embargo el rajado nunca superó el 3% de incidencia en promedio.



Figura 2. Efecto de la aplicación de soluciones foliares de macronutrientes (Macro), micronutrientes (Micro) y la combinación de macro- y micronutrientes (M+M) sobre la incidencia del rajado de nuez la variedad Wichita. Columnas con misma letra son estadísticamente similares ($P \leq 0.05$). Barras de error típico de la media.

En contraste con el cultivar Wichita, en el cultivar Western no se logró observar el rajado de la nuez en ninguno de los tratamientos incluyendo al testigo. Este hecho confirma que el cultivar Western es menos susceptible al rajado que Wichita mismo fenómeno que han observado los productores y técnicos de la asociación Nueces del Bravo S.P.R. de R.L. (com. pers.). Los técnicos de la misma asociación (com. pers.) hipotetizan que el cultivar Western tiene una cáscara relativamente más gruesa, o que empieza a endurecer más rápido que la cáscara que presentan las nueces del cv. Wichita. Es quizás por este motivo, que logra soportar de mejor forma la presión de turgencia del líquido interno del endospermo, ya que es mayor en la parte terminal de la etapa acuosa (Prussia et al., 1992) del desarrollo de la nuez y por lo tanto este cultivar no presentó la fisiopatía. Sin embargo, como se discutió en la sección anterior esta explicación podría no ser completamente satisfactoria

Entre los tratamientos de fertilización foliar aplicados a la variedad Wichita, el único tratamiento que presentó una menor intensidad del rajado que los árboles no tratados foliarmente, fue aquel que recibió solo micronutrientes (Figura 2). No obstante, el análisis estadístico no arrojó diferencias significativas ($P=0.308$) en el porcentaje de nueces rajadas de los cuatro tratamientos.

Proporcionalmente, fueron muy pocas las nueces rajadas obtenidas en el cultivar Wichita (<3 %) de daño por este desorden. Los técnicos de la asociación Nueces del Bravo S.P.R. de R.L. (com. pers.) apoyan el hecho de que los porcentajes de rajado en este año 2012 fueron muy por debajo de las pérdidas que pueden llegarse a presentar, ya que en años anteriores los productores han reportado pérdidas de hasta el 35 al 40 % por consecuencia del rajado de nuez. Por otro lado nuestros resultados también contrastan con lo reportado por Wood y Reilly (1999) quienes en un experimento de tres años realizado en Arizona, (E.E.U.U.) en el cultivar Wichita observaron entre 12 y hasta el 33 % de nueces con presencia de rajadura. Este fenómeno se dio en suelos secos y con precipitaciones presentes en la etapa de susceptibilidad al rajado. Inclusive, los mismos autores mencionan que esos valores son bajos ya que para la zona de Arizona suele presentarse con mayor intensidad el rajado de nuez.

La baja incidencia de nuez rajada en este estudio pudo deberse en gran medida a que no se presentaron las condiciones ambientales (de temperatura, precipitación y humedad relativa) favorables para el desarrollo de este

desorden de acuerdo con datos de la estación meteorológica de Zaragoza, Coah.

Cuadro A 1. Condiciones climáticas que se presentaron en el mes de julio del año 2012 en la zona de “Los Cinco Manantiales” al norte de Coahuila..

Fecha	Prec.	T. Max.	T. Min.	T. Med.	VV max.	DVV max.	VV	DV	Rad. G	HR	ET	EP
01/07/2012	0	33	20	27	21.4	36.20 (NE)	8.6	186.00 (S)	449	57	5.9	5.67
02/07/2012	0.4	35	24.4	29	23.3	34.80 (NE)	15.57	120.94 (SE)	537	56	7.6	ND
03/07/2012	0	36	23.3	30	23.2	34.20 (NE)	12.66	164.35 (S)	499	53	7.3	ND
04/07/2012	0	36	24	29	17.9	40.40 (NE)	7.93	192.39 (S)	415	56	5.4	5.65
05/07/2012	0.4	37	23.1	29	14.7	40.20 (NE)	5.26	129.37 (SE)	540	54	6.5	6.05
06/07/2012	0	37	21.2	30	13.9	33.10 (NE)	6.27	257.84 (O)	589	43	7.6	ND
07/07/2012	0	37	23.3	31	15.6	20.80 (N)	6.25	140.45 (SE)	594	46	7.8	ND
08/07/2012	0	38	22.3	31	11.9	33.70 (NE)	4.61	291.81 (O)	546	44	6.8	6.45
09/07/2012	0	38	26.3	31	27.4	14.20 (N)	4.84	128.73 (SE)	566	43	7	6.7
10/07/2012	0	35	24.1	27	29.1	18.80 (N)	5.49	229.42 (SO)	423	64	ND	4.69
11/07/2012	11.6	33	21.5	25	31.8	24.20 (NE)	3.37	226.67 (SO)	297	79	ND	2.92
12/07/2012	0	34	21.7	27	13.4	15.90 (N)	3.69	241.33 (SO)	554	72	ND	5.07
13/07/2012	0	36	20.8	29	10.2	24.60 (NE)	2.49	358.31 (N)	574	62	ND	5.55
14/07/2012	0	37	22.2	29	24.2	31.60 (NE)	5.59	225.24 (SO)	517	57	ND	5.93
15/07/2012	0	35	21.3	28	23.7	10.20 (N)	5.42	252.30 (O)	542	61	6.7	5.7
16/07/2012	0	36	19.8	28	18.6	35.60 (NE)	7.89	221.03 (SO)	599	56	7.8	6.8
17/07/2012	0	35	23.6	29	19.6	31.20 (NE)	6.93	141.91 (SE)	547	49	6.8	6.65
18/07/2012	3	33	21.4	27	31.1	20.10 (N)	8.78	133.01 (SE)	412	66	4.7	5.08
19/07/2012	0	34	21.3	27	18	31.50	4.94	188.82	413	72	4.7	4.2

012						(NE)		(S)				4
20/07/2						27.10		272.66				5.7
012	0	36	21.7	29	12.7	(NE)	3.43	(O)	559	56	6.4	9
21/07/2						23.00		43.79				
012	0	38	19.7	30	13.3	(NE)	3.14	(NE)	619	44	7	6.7
22/07/2						27.50		151.29				6.6
012	0	38	19.2	30	17.6	(NE)	3.9	(SE)	590	43	7	9
23/07/2						26.50		248.72				
012	0	36	23.3	30	19.3	(NE)	7.72	(O)	571	48	7.3	ND
24/07/2						39.60		265.68				
012	0	37	23.5	31	17.3	(NE)	8.62	(O)	617	50	8.2	ND
25/07/2						30.60		354.30				
012	0	38	23.7	31	21.2	(NE)	7.58	(N)	586	47	7.4	ND
26/07/2						53.30		50.37				
012	0	38	24.4	31	21.4	(NE)	8.05	(NE)	560	52	7.2	6.9
27/07/2						32.70						5.1
012	0.4	34	25	29	18.6	(NE)	7.41	10.08 (N)	458	64	4.9	2
28/07/2						25.80		42.04				5.3
012	0	36	21.3	29	16.6	(NE)	5.09	(NE)	478	59	6.1	4
29/07/2						30.60		162.79				6.7
012	0	38	23	31	12.1	(NE)	4.87	(S)	598	46	7.4	5
30/07/2						40.40		150.74				6.6
012	0	38	20.8	31	10.4	(NE)	3.41	(SE)	603	41	6.9	6
31/07/2						29.90						6.9
012	0	39	21.9	32	11.1	(NE)	3.71	9.77 (N)	608	39	7.4	1
TOTA	15.80	36.11	22.36	29.28			6.24	196.39(S)	531.07	54.12	175.80	
LES	+	*	*	*	18.73*	--	*	*	*	+	+	140

Datos de la estación meteorológica del campo experimental de Zaragoza, Cohauila (Latitud:

28.60, Longitud: -100.91). Fuente: Red nacional de estaciones agroclimáticas INIFAP

(<http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/>).

+ Acumulado

*

Promedios

Prec.: Precipitación total (mm)

T. Max.: Temperatura máxima (°C)

T. Min.: Temperatura mínima (°C)

T. Med.: Temperatura media (°C)

VV max.: Velocidad del viento máxima (km/hr)

DVV max.: Dirección de la velocidad máxima del viento (grados azimut)

VV: Velocidad promedio del viento (km/hr)

DV: Dirección promedio del viento (grados azimut)

Rad. G.: Radiación Global (w/m2)
 HR: Humedad relativa (%)
 ET: Evapotranspiración de referencia (mm)
 EP: Evaporación potencial (mm)
 ND: No determinado

Cuadro A 2. Condiciones climáticas que se presentaron en el mes de agosto del año 2012 en la zona de “Los Cinco Manantiales” al norte de Coahuila.

Fecha	Prec	T. Max.	T. Min.	T. Med.	VV max.	DV V max	VV	DV	Rad. G	HR	ET	EP
01/08/2012	0	39.4	20.2	31.34	12	27.50 (NE)	3.52	266.55 (O)	617.31	36.99	7.5	6.95
02/08/2012	0	39.2	21.5	31.68	14	28.20 (NE)	4.45	336.34 (NO)	608.98	38.33	7.8	ND
03/08/2012	0	38.7	24	31.83	15.3	28.00 (NE)	6.68	25.97 (NE)	604.77	43.31	7.7	ND
04/08/2012	0	36.6	24.4	30.27	18.1	27.20 (NE)	7.47	257.03 (O)	457.27	51.15	5.8	6.03
05/08/2012	2	35.6	24.3	29.41	18	35.60 (NE)	7.82	335.64 (NO)	416.67	54.04	5.7	5.63
06/08/2012	0	36.8	22.7	29.81	13.3	21.60 (N)	3.44	153.57 (SE)	579.37	53.6	6.4	5.88
07/08/2012	0	38.1	21.5	31.09	12.6	20.10 (N)	4.17	331.08 (NO)	566.32	44.43	6.9	6.48
08/08/2012	0	38.1	22.6	31.23	13.7	18.90 (N)	4.46	63.00 (NE)	594.24	43.92	7.1	6.73
09/08/2012	0	38	23.6	31.3	16.8	9.50 (N)	4.75	326.59 (NO)	556.57	47.08	6.8	6.38
10/08/2012	0	39.1	22.2	31.46	12.1	36.70 (NE)	3.39	191.01 (S)	596.6	41.68	7.1	6.56
11/08/2012	0	39.7	21.7	31.88	12.6	30.50 (NE)	3.01	220.13 (SO)	564.66	36.48	6.5	6.51
12/08/2012	0	38.9	21.9	31.37	15.6	21.30 (N)	4.85	46.44 (NE)	576.15	37.53	7.2	7
13/08/2012	0	37.9	23.7	30.99	16.3	25.7	5.07	156.70	558.58	42.16	6.9	6.6

2						0 (NE)		(SE)				6
14/08/2012	0	36.9	23.9	30.81	12.7	37.6 0 (NE)	5.31	79.76 (E)	486.21	45.73	6	6.0 4
15/08/2012	0	37.5	21.2	30.41	12.9	26.8 0 (NE)	5.53	50.33 (NE)	578.9	45.39	7.1	6.7 4
16/08/2012	0	38.1	24.8	31.67	18.7	33.1 0 (NE)	9.04	296.92 (NO)	584.19	43.14	8.1	ND
17/08/2012	0	37.5	24.6	31.5	17.8	29.6 0 (NE)	7.2	217.66 (SO)	583.59	44.55	7.3	ND
18/08/2012	0	36.9	25.5	31.14	12	24.6 0 (NE)	3.96	102.42 (E)	400.52	43.96	4.6	5.2 8
19/08/2012	1	33.4	22.1	27.98	25.4	12.3 0 (N)	8.94	154.00 (SE)	487.59	62.29	5.5	5.6
20/08/2012	0	36.2	20	28.56	10.8	25.2 0 (NE)	2.75	247.36 (SO)	555.71	54.77	5.8	5.5 3
21/08/2012	0	37.8	19.8	30.06	14.6	25.6 0 (NE)	5.09	145.48 (SE)	598.85	39.55	7.5	ND
22/08/2012	0	35.2	21.3	29.25	15.3	31.8 0 (NE)	6.38	120.80 (SE)	569.51	47.77	6.7	6.7 5
23/08/2012	0	36.4	23.1	30.21	16.1	23.0 0 (NE)	5.8	30.18 (NE)	591.8	48.91	7.1	6.7 4
24/08/2012	0	37.9	23.8	30.96	17	25.4 0 (NE)	6.52	350.84 (N)	584.39	49.45	7.4	6.8 9
25/08/2012	0	37.1	24.6	30.76	16.1	24.6 0 (NE)	8.91	164.82 (S)	565.03	43.94	7.3	ND
26/08/2012	0	35.8	23.6	30.28	18	37.4 0 (NE)	8.14	98.26 (E)	521.68	49.24	6.8	6.6 9
27/08/2012	0	36.8	23.7	30.26	24.3	7.10 (N)	6.91	183.41 (S)	592.93	49.91	7	6.8 8
28/08/2012	0	34.8	25	29.46	12.7	73.0 0 (E)	5.43	138.63 (SE)	329.13	49.96	4	4.8
29/08/2012	0.4	35.7	24.7	29.8	12.8	56.9 0 (NE)	4.43	218.53 (SO)	406.44	47.49	4.7	5.2 6
30/08/2012	0	37.7	21.8	29.72	14.7	19.6 0 (N)	4.15	92.90 (E)	592.28	31.69	7.1	ND
31/08/2012	0	39.2	19.1	29.99	17.4	25.1 0 (NE)	5.08	187.07 (S)	589.98	29.07	7.3	ND
TOTALE S	3.40 +	37.32 *	22.80 *	30.53 *	15.47 *	--	5.57 *	122.25(SE) *	545.68 *	45.08 +	206.70 +	144

Datos de la estación meteorológica del campo experimental de Zaragoza, Coahuila (Latitud: 28.60, Longitud: -100.91). Fuente: Red nacional de estaciones agroclimáticas INIFAP (<http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/>).

+ Acumulado

* Promedios

Prec.:	Precipitación total (mm)
T. Max.:	Temperatura máxima (°C)
T. Min.:	Temperatura mínima (°C)
T. Med.:	Temperatura media (°C)
VV max.:	Velocidad del viento máxima (km/hr)
DVV max.:	Dirección de la velocidad máxima del viento (grados azimut)
VV:	Velocidad promedio del viento (km/hr)
DV:	Dirección promedio del viento (grados azimut)
Rad. G.:	Radiación Global (w/m2)
HR:	Humedad relativa (%)
ET:	Evapotranspiración de referencia (mm)
EP:	Evaporación potencial (mm)
ND:	No determinado

Entre estas, las condiciones ambientales que favorecen el rajado se destaca una precipitación pluvial repentina o riego pesado (principal factor por el cual se origina el rajado de la nuez) cuando el suelo donde se desarrollan los nogales está seco o con poca humedad, durante la etapa de endurecimiento de la cáscara de la nuez. Ya que es en este lapso cuando se presenta el periodo de susceptibilidad del rajado de nuez (Wood y Reilly, 1999), especialmente cuando los nogales están fuertemente carados con frutos.

Debido a la baja intensidad del rajado de fruto durante el 2012 en la zona de estudio, sería recomendable continuar con estudios similares para evaluar el efecto que tiene la aportación de fertilizantes foliares sobre la incidencia y severidad del rajado en condiciones

ambientales favorables para que tal fisiopatía se presente más intensamente y, de este modo, concluir más contundentemente si efectivamente las fertilizaciones foliares pueden tener un impacto significativo en la prevención del rajado de fruto.

V. Conclusiones

Según nuestros resultados, de las variedades estudiadas, la variedad más susceptible a presentar el rajado de fruto en el norte de Coahuila es la variedad Wichita seguida de la Pawnee y por último la Cheyenne y la Western. No obstante, para el año de análisis, las pérdidas de nuez por ocurrencia del rajado de la nuez fueron muy bajas (promedio < 1%) en comparación con otros años.

Por otro lado, las fertilizaciones foliares aplicadas al cv. Wichita en la huerta Santa Julia, no lograron disminuir significativamente el problema en individuos tratados en comparación con los no fertilizados, indicando que esta práctica podría no prevenir la severidad del problema. Sin embargo, se sugiere fertilizar foliarmente a los árboles para combatir las deficiencias generadas por las condiciones de suelo ya que no se puede descartar el posible impacto benéfico de tal práctica en años donde se den las condiciones ambientales propicias para la ocurrencia severa del rajado de la nuez.

VI. Agradecimientos

Todos los autores agradecen al Fondo Mixto COECYT-CONACYT clave COAH-2010-C12-137628 por el financiamiento para este estudio. Se agradece especialmente al M. C. Federico Cerda Ramírez por su apoyo en la ejecución del trabajo de campo.

VII. Referencias

- Ojeda B., D.L., A.M. Vota A., O.A. Hernández R., J.C. López D., A. Aguilar V., y F.G. Denogean B. (2010). Análisis FODA y perspectivas del cultivo del nogal pecanero en Chihuahua. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 14(27):348-359.
- SIAP-SAGARPA (2012). Anuario estadístico de la producción agrícola. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. Sría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D. F.
- Corral-Garza. J. (2010). Proyecto estratégico para el desarrollo del cultivo del nogal pecanero (*Carya illinoensis* Koch) del norte de Coahuila. Nueces del Bravo S.P.R. de R.L. Coahuila, México. 62 p.
- Fernández-Aguirre, H., L.E. Pérez-Mata, S. Godoy-Avila, A. Reyes-López, V. M. Valdés-Rodríguez, A. Prado-Delgado,... y C.E. Ramírez-Contreras (2009). Programa de Extensionismo Agropecuario de la Secretaría de Fomento Agropecuario del Gobierno del Estado de Coahuila. *Revista Mexicana de Agronegocios* 24:735-743.
- Wells, M.L. (2010). Nutritional, Environmental, and Cultural Disorders of Pecan. *Learning for Life Bulletin* No. 1332. University of Georgia y Ft. Valley State University, E.E.U.U. 11 p.
- Wood, B. W. y C.C. Reilly (1999). Factors influencing water split of pecan fruit. *HortScience* 34(2):215-217.
- Wells, M. L. y B.W. Wood (2008). Foliar boron and nickel applications reduce water-stage fruit-split of pecan. *HortScience* 43(5):1437-1440.
- Medina-Morales, M.C. (2002). Normas DRIS preliminares para nogal pecanero. *Terra* 22(4):445-450.
- Addinsoft, S. A. R. L. (2013). XLSTAT software, version 4.08. París, Francia.

10. Goff, W.D., Brasher, L.R., y M.S. West (1991). Shell thickness classifications for 46 pecan cultivars grown in the southeastern United States. *HortScience*, 26(11), 1427-1427.
11. Peet, M.M. (1992). Fruit Cracking in Tomato. *HortTechnology* 2(2): 216-223.
12. Prussia, S.E., Campbell, D.T., Tollner, E.W., y J.W. Daniell (1985). Apparent modulus of elasticity of maturing pecans. *Transactions of the ASAE-American Society of Agricultural Engineers*, 28.