ITEA (2000), Vol. 96V N.° 3, 165-172

ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS POR LA PUDRICIÓN DE LA CORONA DE LA ALFALFA (*Medicago sativa* L.) EN LA COMARCA LAGUNERA (NORTE DE MÉXICO)

Yasmin Ileana Chew Madinaveitia, Jesús Santamaría César

Campo Experimental La Laguna, Centro de Investigación Regional Norte-Centro, INIFAP, Apdo. Postal 247, 27000 Torreón, Coahuila, México

RESUMEN

En la Comarca Lagunera, localizada en el norte de México, la alfalfa es el principal cultivo forrajero. En esta región, la pudrición de la corona de la alfalfa (*Fusarium* spp, *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum* sp, *Phoma medicaginis*), es la enfermedad más frecuente. Sin embargo, se desconocía su impacto en la producción de forraje, por lo que se estimaron las pérdidas causadas por la enfermedad en alfalfa de varias edades (1, 2 y 3 años de establecida) mediante muestreos de plantas de alfalfa en predios comerciales de la región.

Se detectó que la pudrición de la corona afecta a alfalfa de cualquier edad y que además, la proporción de plantas enfermas así como el daño se incrementan con la edad del cultivo. En lo referente a las pérdidas por la pudrición de la corona, se estimó que bajo las condiciones de la región, la enfermedad disminuye un 11,6% la producción de forraje seco en alfalfa de un año de establecida, 28,0% en la de dos años y 33,3% en la de tres.

Con estos criterios, se concluye que la pudrición de la corona de la alfalfa en la Comarca Lagunera, repercute negativamente en la producción del cultivo.

Palabras clave: *Medicago sativa* L., Pudrición de la corona, Pérdidas.

SUMMARY

ESTIMATION OF LOSSES CAUSED BY CROWN ROT OF ALFALFA (*Medicago sativa* L.) IN THE COMARCA LAGUNERA (NORTH OF MEXICO)

In the Comarca Lagunera, located in the North of Mexico, alfalfa is the main forage crop. In this region, crown rot (*Fusarium* spp, *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum* sp, *Phoma medicaginis*) is the most frequent disease of alfalfa; however the impact of the disease on forage production was unknown. This study was undertaken to estimate the losses caused by this disease on alfalfa of different ages (1, 2 and 3 years after establishment).

Samplings were conducted on representative sites of the area. It was found that crown rot affects alfalfa at any age and that the proportion of diseased plants and the damage increase as the crop ages. Losses caused by crown rot were estimated on 11.6, 28.0, and 33.3% of dry forage in alfalfa of one, two, and three year old, respectively, severely affecting the alfalfa production in the area.

Key words: *Medicago sativa* L., Crown rot, Yield loss.

Introducción

La pudrición de la corona de la alfalfa es una enfermedad que se caracteriza por destruir el tejido de la corona, por lo que la producción de yemas se limita al tejido que se encuentra sano. Esta enfermedad es causada por un complejo de fitopatógenos (*Fusarium* spp, *Rhizoctonia solani, Colletotrichum* sp, *Phoma medicaginis*) (CHEW, 1997; GRAHAM *et al.*, 1979), que pueden variar dependiendo de la región o condiciones ambientales (RICHARD *et al.*, 1980; LEATH *et al.*, 1988).

La alfalfa está predispuesta al ataque de muchos fitopatógenos, porque es una especie perenne, y es constantemente dañada por implementos de cosecha, insectos y por bajas temperaturas (heladas) que ocasionan heridas. Estas heridas son una entrada para los patógenos que encuentran un microclima en la corona que favorece la pudrición; sin embargo, existen patógenos que penetran directamente al tejido (algunas especies de *Fusarium*), sin necesidad de que exista una herida (LEATH *et al.*, 1988). Esta enfermedad esta ampliamente distribuida en todas las regiones en donde se cultiva la alfalfa; en algunas regiones productoras, la pudrición de la corona es el principal problema porque disminuye la producción anual y la vida productiva del cultivo. En Minnesota, la mayoría de los alfalfares presentan cierto grado de pudrición en la corona (WILCOXSON *et al.*, 1977) y en Quebec, Canadá, se estima una pérdida del 18% debido a esta enfermedad (RICHARD *et al.*, 1980).

En la Comarca Lagunera, región localizada en el norte de México y que comprende parte de los estados de Coahuila y Durango, la alfalfa es el principal cultivo forrajero con una superficie de 34,690 ha (ANÓNIMO, 1997). Anualmente se realizan un promedio 10 cortes con una producción aproximada de 76 ton ha^{-1} $año^{-1}$ de forraje verde y 16 ton ha^{-1} $año^{-1}$ de forraje seco; la lámina de riego es de 170-200 cm anuales (QUIROGA *et al.*, 1991). La vida útil del cultivo es de un promedio de tres años. El forraje se utiliza en verde o henificado para la alimentación del ganado bovino. En esta región se determinó que la pudrición de la corona es la enfermedad más frecuente y su severidad se acentúa en alfalfa de mayor edad (CHEW, 1997), lo que coincide con otros autores de Canadá (RICHARD *et al.*, 1980) y EE.UU. (TURNER y VAN ALFEN, 1983).

En la Comarca Lagunera no existe información del impacto de la pudrición de la corona en la producción de alfalfa, pero se asume que esta enfermedad está repercutiendo negativamente en la producción, debido a que la mayoría de las alfalfas de la región presentan esta enfermedad; por ello, se inició un trabajo en 1996 para cuantificar las pérdidas por la enfermedad, pero debido a problemas de cobertura de la muestra, se detectaron sesgos en la estimación de pérdidas (CHEW, 1996). Por lo anterior, se decidió modificar una parte del muestreo y continuar en 1997 con el objetivo de estimar los porcentajes de pérdidas en el rendimiento de forraje en alfalfa de diferente edad.

Material y métodos

El estudio se realizó en la Comarca Lagunera (norte de México) localiza a una altitud de 1,139 msnm, entre los 102° 00' y 104° 47' longitud Oeste y 24° 22' y 26° 23' de latitud Norte. El clima es seco desértico o Bskw de acuerdo a la clasificación climática

de Köpen modificada por GARCÍA (1973). La precipitación media es de 242 mm al año y el suelo es del grupo Xierozem según la clasificación de suelos de la FAO (1974). En esta región los suelos tienen un alto nivel de carbonatos. El pH es de 8,0 - 8,3. La conductividad eléctrica es muy variable, con rangos de 1,5 a 8,0 dS m^{-1}.

Estimación de índices de pérdida por grado de ataque de la enfermedad y edad de la alfalfa

En 1997 se seleccionaron seis predios de alfalfa comerciales de la región de la variedad CUF-101, la cual es una de las más comunes. Además, de que no se encontraron diferencias varietales con la enfermedad (CHEW, 1997). De éstos predios, dos eran de un año, dos de dos años y dos de tres años de haberse establecido. Se realizaron tres muestreos de plantas en mayo, agosto y diciembre.

En cada predio y fecha de muestreo se extrajeron al azar de 150 a 200 plantas completas de alfalfa que estaban a punto para cortarse (50% de floración y 10% de botón). Las plantas se cortaron longitudinalmente para calificar el daño en las coronas, siguiendo la escala propuesta por WINDELS y HOLEN (1989):

0 = planta sana.

1 = 1 a 25% del área de la corona dañada.

2 = 26 a 50% del área de la corona dañada.

3 = > 50% del área de la corona dañada.

De cada grado de ataque de la enfermedad, se seleccionaron 25 plantas. A cada planta se le cortaron los tallos (forraje) a la altura en que normalmente se cosecha la alfalfa (5 cm arriba de la corona) y se pesaron individualmente para obtener el peso verde. Posteriormente, las muestras de forraje se colocaron en una estufa a 60 °C por 48 h para obtener el peso seco. El peso verde y seco de cada grupo de 25 plantas se promedió para obtener los índices de pérdidas por grado de ataque de la enfermedad y edad de la alfalfa por medio de la relación:

$$IPpc_{jk} = (1 - Ppe / Pps)\ 100.$$

$IPpc_{jk}$ = índice de pérdidas por la pudrición de la corona.

Ppe = peso promedio de 25 plantas enfermas de cada grado de ataque ($_k$) en el predio de edad($_j$).

Pps = peso promedio de 25 plantas sanas en el predio correspondiente de edad($_j$).

$_j$ = edad de la alfalfa (1, 2 y 3 años).

$_k$ = grado de ataque de la pudrición de la corona (1, 2 y 3).

Con el objeto de estimar los índices de pérdida en función al grado de ataque, se ajustaron modelos lineales por edad de la alfalfa mediante técnicas de regresión múltiple, seleccionando el modelo polinominal con mayor significancia estadística por el método Forward (REBOLLEDO, 1993).

Estimación de pérdidas por la pudrición de la corona por unidad de superficie y edad de la alfalfa

En los mismos predios, además del muestreo de plantas para obtener los índices de pérdidas por grado de ataque en las diferentes edades de la alfalfa, se realizó otro muestreo para determinar la incidencia de plantas sanas y enfermas por edad del cultivo a fin de estimar las pérdidas por unidad de superficie. Para esto, en una área de una hectárea de cada predio se ubicaron 30

puntos equidistantes el uno del otro; en cada punto se extrajeron de tres a cuatro plantas, dando un total de 90 a 120 plantas por predio. Todas las plantas se cortaron longitudinalmente para calificar el daño en la corona, de acuerdo a la escala utilizada anteriormente y así obtener la proporción de plantas sanas y enfermas con los diferentes grados de ataque de la enfermedad. Además, se determinó el índice de la enfermedad por edad del cultivo, el cual es un indicativo de la severidad (daño); cuanto mayor sea el índice es mas severa la enfermedad. Para obtener los índices se utilizó la expresión:

$$IE_j = \frac{(n_0 \times 0) + (n_1 \times 1) + (n_2 \times 2) + (n_3 \times 3)}{3N}.$$

IE_j = índice de la enfermedad.

$_j$ = edad de la alfalfa (1, 2 y 3 años).

n_i = número de plantas con el grado de ataque $_i$.

$_i$ = grado de ataque de la enfermedad (0, 1, 2 y 3).

N = total de plantas ($n_0 + n_1 + n_2 + n_3$).

Para estimar la producción de forraje verde y seco de alfalfa por edad ($_j$) del cultivo y unidad de superficie, se relacionó la incidencia o proporción de plantas sanas y enfermas por hectárea con los índices de pérdidas ($IPpc_{jk}$), considerando la siguiente expresión:

PPE_{jk} = (%de plantas$_{jk}$/ha)(1-$IPpc_{jk}$).

PPE_{jk} = porcentaje estimado de la producción de forraje.

$_j$ = edad del cultivo (1, 2 y 3 años).

$_k$ = grados de ataque de la pudrición de la corona (0, 1, 2 y 3).

En la ecuación se fueron sustituyendo los valores obtenidos anteriormente. Primero se relacionó el porcentaje de plantas sanas de un año con el índice de pérdidas del grado 0. Después el porcentaje de plantas con el grado 1 con el índice de reducción de ese grado, y así sucesivamente con las proporciones de plantas con los grados de ataque dos y tres e índices de pérdidas de esos grados. Los resultados de las cuatro ecuaciones se sumaron para obtener la producción estimada $ha^{-1}edad^{-1}año^{-1}$. Esta misma secuencia se realizó para la alfalfa de dos y tres años.

El porcentaje de pérdidas de forraje seco y verde en la alfalfa de las tres edades se obtuvo por diferencia:

$PP_j = (100 - PPE_j)$.

PP_j = porcentaje de pérdidas.

PPE_j = porcentaje estimado de producción de forraje.

$_j$ = edad del cultivo (1, 2 y 3 años).

Resultados y discusión

Las ecuaciones obtenidas de la relación índice de pérdidas-grado de ataque se presentan en el cuadro 1. La relación índice de pérdidas-severidad se ajustó a una ecuación cuadrática en alfalfa de primer año, y en la de dos y tres años, a ecuaciones lineales.

La incidencia e índice de la enfermedad, así como la proporción de plantas con mayor daño en las coronas varió de acuerdo a la edad de la alfalfa (cuadro 2). En alfalfa de un año, aunque la incidencia es alta (62%), el índice de la pudrición de la corona es bajo (0,3), predominando plantas sanas y plantas con severidad de síntomas leves (1-25% del área de la corona dañada). Al incrementarse la edad del cultivo, aumen-

ta la incidencia y las plantas con síntomas más severos, lo que se refleja en un aumento del índice de la enfermedad. Referente a esto, se observa que el índice de la enfermedad se incrementa al doble en alfalfa de dos años en comparación con la de uno, posteriormente el aumento del índice de dos a tres años es mas suave, pero la proporción de plantas sanas es muy baja (1,6%).

Cuadro 1
Modelos matemáticos utilizados para describir la relación reducción del rendimiento-grado de ataque de la pudrición de la corona en alfalfa de diferente edad. 1997
Table 1
Models describing the relationship yield loss-severity of crown rot of alfalfa at different years after their establishment. 1997

Edad de la alfalfa (años)	Forraje	Modelo	r^2	Desviación estándar del error	N.° de muestras
1	Seco	$y = 0.00768 + 0.04058x + 0.0506x^2$.	0,99	0,00092	120
1	Verde	$y = 0.011215 + 0.029313x + 0.065825x^2$	0,99	0,00143	120
2	Seco	$y = 0.0320 + 0.1488x$	0,95	0,00272	150
2	Verde	$y = 0.0292 + 0.1582x$	0,97	0,00176	150
3	Seco	$y = 0.0208 + 0.1573x$	0,98	0,00095	150
3	Verde	$y = 0.0151 + 0.1581x$	0,99	0,00044	150

x = 0, 1, 2 y 3 (grados de ataque de la pudrición de la corona en alfalfa).
x = 0, 1, 2 and 3 (severity rating of crown rot of alfalfa).

Cuadro 2
Incidencia e índice de la pudrición de la corona de la alfalfa y porcentajes de plantas de alfalfa con diferentes grados de ataque de la enfermedad de acuerdo a la edad del cultivo. 1997
Table 2
Incidence and disease index of alfalfa crown rot and percent of alfalfa plants with different severity ratings of crown rot at different years after their establishment. 1997

Edad de la alfalfa (años)	Incidencia %	Índice de la enfermedad	Grado de ataque[1]				N.° de predios
			0	1	2	3	
1	62.0	0.3	38,0	41,7	15,9	4,40	2
2	87,1	0,6	12,9	33,2	29,1	24,8	2
3	98,4	0,7	1,6	29,7	37,2	31,5	2

(1) 0= planta sana; 1= 1-25% del área de la corona dañada; 2 = 26-50% del área de la corona dañada; 3 = más de 50% del área de la corona dañada.
(1) 0 = healty plant; 1= 1-25% crown damage; 2 = 26-50% crown damage; 3 = more than 50% crown damage.

El daño en las coronas y el incremento de plantas enfermas se refleja en la producción de forraje. Las estimaciones de pérdidas de forraje seco en la región fueron de 11,6, 28,0 y 33,3% ha^{-1} $año^{-1}$ en alfalfa de uno, dos y tres años de establecida, respectivamente (cuadro 3). Estos datos muestran que la pudrición de la corona tiene un impacto negativo en la producción de forraje en la Comarca Lagunera, ya que desde el primer año existe una reducción en el rendimiento que se incrementa con la edad del cultivo. En la Comarca Lagunera, la producción promedio de forraje seco es de 16 ton ha^{-1} $año^{-1}$ (QUIROGA *et al.*, 1991) y, si existe una disminución de 33,3% de forraje en alfalfa de tres años, lo que equivale a 5,3 ton ha^{-1} $año^{-1}$, la pudrición de la corona está influyendo en la vida útil del cultivo. Si el avance de la enfermedad continúa, lo cual se traduce en un incremento en el daño en las coronas, mantener por más tiempo al cultivo podría no ser rentable, ya que existe una relación inversa entre la producción de forraje y el daño en las coronas (RICHARD *et al.*, 1980; MICHAUD y RICHARD, 1985).

Las estimaciones de pérdidas por la pudrición de la corona de la alfalfa difieren de acuerdo a la región. En Quebec, Canadá se reporta un 18% de reducción por la enfermedad (RICHARD *et al.*, 1980) y, en el Estado de Utah (EE.UU.), se menciona que la enfermedad no afecta drásticamente la producción (TURNER y VAN ALFEN, 1983). En las regiones deserticas con sistemas de irrigación en California y Arizona, la pudrición de la corona de la alfalfa causada principalmente por *Rhizoctonia solani* es la enfermedad mas importante en el verano; aunque no se reportan pérdidas en la producción por esta causa, se menciona que las plantas afectadas son menos vigorosas y cuando la pudrición es muy severa las plantas mueren. Esta enfermedad también está presente en Australia e Irán y en aquellas regiones con condiciones similares de alta temperatura en el verano, como en la Comarca Lagunera (GRAHAM *et al.*, 1979; UNIVERSITY OF CALIFORNIA, 1981).

Es difícil comparar los resultados obtenidos en este trabajo con los reportados en otros países, ya que el manejo del cultivo,

Cuadro 3
Porcentajes de pérdidas en forraje verde y seco causadas por la pudrición de la corona de la alfalfa de acuerdo a la edad del cultivo. 1997
Table 3
Percent yield loss of fresh and dry forage caused by crown rot of alfalfa at different years after their establishment. 1997

Edad de la alfalfa (años)	Pérdida en producción de alfalfa	
	Forraje verde	Forraje seco
1	13,2%	11,6%
2	29,2%	28,0%
3	32,9%	33,3%

suelo, condiciones climáticas y cultivares de alfalfa son diferentes en cada región. Además, el desarrollo de las enfermedades y su impacto en la producción varía de acuerdo a la localidad, el medio ambiente y el agente causal (AGRIOS, 1996).

En Canadá, debido a las condiciones ambientales y a las variedades que utilizan (latentes), la alfalfa se cosecha dos o tres veces al año (MELTON *et al.*, 1988) y la longevidad del cultivo es alta (más de 5 años). En el Estado de Utah (EE.UU.), se reportan alfalfas de 11 años de edad aún en producción (TURNER y VAN ALFEN, 1983). En la Comarca Lagunera, la alfalfa se maneja intensivamente por lo que la planta está expuesta a más daño debido a los cortes frecuentes y al consecuente tráfico de maquinaria. Se reporta que un incremento en el número de cortes incrementan las pudriciones en la raíz y la población de *Fusarium* spp en la rizosfera (O'ROURKE y MILLAR, 1966), por lo que es de esperarse que en las alfalfas de la Comarca Lagunera, sometidas a más estrés, se incremente el daño por la pudrición de la corona y que las pérdidas por la enfermedad sean más elevadas.

Conclusiones

• El índice de la enfermedad, la proporción de plantas enfermas y la severidad de la pudrición de la corona de la alfalfa se incrementan con la edad del cultivo.

• Bajo las condiciones de la Comarca Lagunera, la pudrición de la corona de la alfalfa repercute negativamente en la producción de forraje, al disminuir 11,6, 28,0 y 33,3% ha^{-1} $año^{-1}$ de forraje seco en alfalfa de uno, dos y tres años de establecida, respectivamente.

Bibliografía

AGRIOS G.N., 1996. Fitopatología. Segunda edición. Editorial LIMUSA, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. México. 17-19.

ANÓNIMO. 1997. Anuario estadístico de la producción agropecuaria. Región Lagunera Coahuila - Durango. Alianza para el Campo. Sistema de información agropecuaria. SAGAR. Delegación en la Región Lagunera Durango-Coahuila. Subdelegación de planeación y desarrollo rural. Cd. Lerdo, Dgo.

CHEW M.Y.I., 1996. Estimación de pérdidas por la pudrición de la corona. Informe de investigación. SAGAR-INIFAP-CIRNOC-CELALA. Matamoros, Coah.

CHEW M.Y.I., 1997. Enfermedades de la alfalfa en la Región Lagunera. Folleto Técnico No. 4. SAGAR-INIFAP-CIRNOC-CELALA. Matamoros, Coah, 25 p.

FAO., 1974. Legend of the soil map of the world. FAO. Rome.

GARCÍA E., 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México, 7-51.

GRAHAM J.H., D.L. STUTEVILLE, F.I. FROSHEISER and D.C. ERWIN., 1979. A compendium of alfalfa diseases. APS. St. Paul, Minnesota. 65 p.

LEATH K.T., D.C. ERWIN and G.D. GRIFFIN., 1988. Diseases and nematodes. *In*: Alfalfa and alfalfa improvement. Agronomy, 29:621-670.

MELTON B., J.B. MOUTRAY and J.H. BOUTON., 1988. Geographic adaptation and cultivar selection. *In*: Alfalfa and alfalfa improvement. Agronomy, 29:614-617.

MICHAUD R. and C. RICHARD., 1985. Evaluation of alfalfa cultivars for reaction to crown and root rot. Can. J. Plant Sci, 65:95-98.

O'ROURKE and R.L. MILLAR., 1966. Root rot and root microflora of alfalfa as affected by potassium nutrition, frequency of cutting, and leaf infection. Phytopathology, 56:1040-1046.

QUIROGA G. H.N., J.A. CUETO W., U. NAVA C., E. CASTRO M., y L.E. MORENO., 1991. Guía para el cultivo de la alfalfa en la Comarca Lagunera. SARH-INIFAP-CIFAP-Comarca Lagunera. Folleto para productores, 2:1-16.

REBOLLEDO R. H.H.. 1993. SAS en microcomputadora. Análisis de experimentos con fines de optimización de insumos agrícolas. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de suelos. Area de fertilidad. Chapingo. Edo. de México. 42-48.

RICHARD C., R. MICHAUD, A. FREEVES and C. GAGNON., 1980. Selection for root and crown rot resistance in alfalfa. Crop Sci. 20:691-695.

TURNER V. and N.K. VAN ALFEN., 1983. Crown rot of alfalfa in Utah. Phytopathology, 73:1333-1337.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA., 1981. Integrated pest management for alfalfa hay. Statewide Integrated Pest Management Project. Division of Agriculture and Natural Resources. University of California. 97 p.

WILCOXSON R.D., D.K. BARNES, F.I. FROSHEIRSER and D.M. SMITH., 1977. Evaluating and selecting alfalfa for reaction to crown rot. Crop Sci. 17:93-96.

WINDELS C.E. and C. Holen., 1989. Association of *Bipolaris sorokiniana, Fusarium graminearum* Group 2, and *F. culmorum* on spring wheat differing in severity of common root rot. Plant Dis. 73:953-956.

(Aceptado para publicación el 18 de septiembre de 2000)