

INDICES DE SUSCEPTIBILIDAD EN VARIEDADES DE AVENA A LA ENFERMEDAD PROVOCADA POR *Drechslera avenae*. I. EFECTO DE ALGUNOS INDICADORES DEL CLIMA

A. Delgado, R. Machado, R. Rolo y C.A. Núñez

**Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
Matanzas, Cuba**

Mediante un diseño en bloques al azar se estudiaron 6 variedades de avena para determinar su comportamiento ante los daños causados por *D. avenae* en relación con algunos indicadores del clima. El análisis de clasificación automática conformó 3 grupos: A, B y C. Los grupos A y C estuvieron formados por las variedades más susceptibles: Bentland, Cassia Dark y 7864. El grupo B por las variedades más tolerantes: Secale, Viet Nam y Argentina. En el grupo A la enfermedad progresó en términos de intensidad ("I"), en el intervalo de temperatura desde 16,3 hasta 23,4°C, sin guardar relación con valores superiores de la temperatura ("I"= 53,3 a 58,3%). El rango de humedad relativa máxima de 96,0 a 97,0% fue el marco más apropiado para que la enfermedad se extendiera en estas últimas. La enfermedad en el grupo B tuvo una relación muy baja con los factores del clima, excepto el cv. Bentland. La variedad procedente de Viet-Nam resultó la menos afectada ("I"= 23,5%). Se sugieren las variedades más resistentes para emprender estudios agrotécnicos, donde se incluyan, entre otras, observaciones sobre el patógeno productor de esta enfermedad, así como incrementar el germoplasma de variedades de esta especie con el objetivo de hallar genes resistentes, o menos susceptibles.

Palabras claves: *Avena, Drechslera avenae, clima*

Six varieties of oats were studied using a randomized block design to determine their behaviour under the damages caused by *D. avenae* in relation with some climatical indicators. Three groups (A, B and C) were detected according to the cluster analysis. The groups A and C were formed by the most susceptible varieties: Bentland, Cassia Dark and 7864. The group B was formed by the most tolerant varieties: Secale, Viet-Nam and Argentina. The disease progressed in terms of intensity ("I") in those varieties of group A with temperatures from 16,3 to 23,4°C without any relation with higher temperature values ("I"= 53,3 to 58,3%). The maximum rate of relative humidity (96,0 to 97,0%) was the most appropriated for the spreading of the disease on theses varieties. A very low relation with the climatical factors studied was generally detected with the varieties of group B with the exception of cv. Bentland and the variety introduced from Viet-Nam which was found to be the least affected ("I"= 23,5%). The election of varieties with higher resistance is suggested in order to make agronomic studies including the observation on the causer disease agent of this disease. The increment of germplasm with varieties of this species in order to find resistant or less susceptible genes is also recommended.

Additional index words: *Oats, Drechslera avenae, climate*

La siembra y explotación de especies y variedades en una región puede estar limitada, entre otros factores, por el ataque de plagas o por la infestación producida por una o varias enfermedades.

En ensayos realizados en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", donde se utilizó semilla de *Avena sativa* cv. Bentland de la primera generación, no se observó daño alguno producto de la incidencia de estos agentes (Machado y Núñez, 1987; Machado y Mendoza, 1987). Sin embargo, al utilizar con posterioridad la semilla de la segunda generación del cultivar antes mencionado, asociado al dolichos (*Lablab purpureus*), así como en otros ensayos, se detectó la presencia de *Drechslera avenae*, patógeno capaz de producir una acentuada marchitez en la planta, e incluso su muerte total. Por ello, el objetivo de este trabajo estuvo encaminado a determinar el grado de susceptibilidad a la enfermedad provocada por este hongo en variedades de *A. sativa*, así como a establecer las relaciones existentes entre esta devastadora enfermedad y algunos indicadores ambientales.

MATERIALES Y METODOS

Suelo y clima. El experimento se desarrolló durante la época de seca de 1986 en un suelo Ferralítico Rojo (Academia de Ciencias de Cuba, 1979). Las precipitaciones acumuladas durante el período experimental fueron de 189,2 mm; mientras que las temperaturas y la humedad relativa fluctuaron entre 16,5 y 31,4°C y entre 46,3 y 98,8% respectivamente.

Tratamientos y diseño. Los cultivares Cassia Dark, Bentland y 7864 (procedentes de Yemen), Secale (de la RDA) y dos variedades comerciales provenientes de Argentina y Viet-Nam fueron los tratamientos estudiados. Para ello se

utilizaron parcelas de 5 x 3 m distribuidas en un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas.

Procedimiento. La siembra se realizó el 25 de diciembre con una densidad de 60 kg de semilla/hectárea, distribuidas a chorrillo en surcos separados a 60 cm y cubiertas posteriormente con una capa de suelo de 2 a 3 cm aproximadamente. A partir de los 60 días posteriores a la siembra se iniciaron las observaciones del grado de afectación causado por *D. avenae* (Machado y Núñez, 1989). Para ello se utilizó una escala de valores de 0 a 3, considerando el 0 como sana y el 3 como severo. Además, se calculó el valor de la intensidad "I" a partir de la fórmula de Townsed-Heuberguer propuesta por CIBA-GEIGY (1981) y utilizada posteriormente por Delgado, Machado y de la Paz (1990).

Las observaciones, realizadas en cuatro puntos de cada parcela con una periodicidad de 10 días, se agruparon mediante un análisis de clasificación automática utilizando como variables los valores tomados en cada fecha de observación. Posteriormente los valores medios de la intensidad (transformados por $\sqrt{\%}$) se compararon a través de un análisis de varianza por medio de la prueba de Newman-Keuls a un nivel de significación de un 5%.

Los indicadores del clima: temperatura (máxima, mínima y media), humedad relativa (máxima, mínima y media), temperatura del suelo en la superficie, precipitación y horas sol, fueron promediados 10 días antes de la primera observación y cada 5 días para el resto. Con estos datos y con los valores de la intensidad de la infestación para cada variedad durante el período experimental, se efectuó un análisis factorial de correspondencia múltiple, con el objetivo de determinar las interrelaciones existentes entre estas variables.

Una vez determinados aquellos indicadores del clima que más se relacionaron con el grado de "I" de las variedades, se calculó la "I" correspondiente a cada uno de los rangos proporcionados por el análisis anterior, es decir, los rangos bajos (a) y altos (b) de cada indicador del clima en correspondencia con los rangos bajos (a) y altos (b) de la intensidad respectivamente.

RESULTADOS

El reagrupamiento obtenido mediante el análisis de clasificación automática, de acuerdo con la bisectriz trazada en el nivel 51 (fig. 1), arrojó la formación de 3 grupos bien diferenciados: A, B y C y dos subgrupos constituyentes del grupo B: 1 y 2. En los grupos A y C se ubicaron las variedades más susceptibles a la enfermedad, mientras que el grupo B estuvo formado por las variedades menos susceptibles, sobre todo las que conformaron el subgrupo 1.

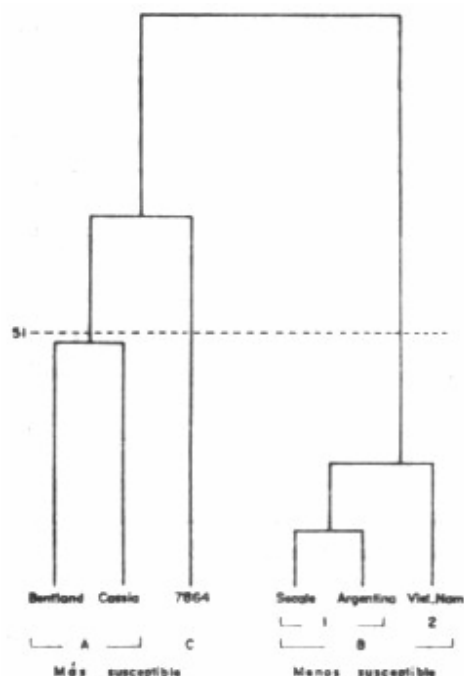


Fig. 1. Agrupamiento de las variedades de acuerdo con la susceptibilidad a *D. avenae*.

Como se observa en la tabla 1, las variedades procedentes de Yemen mostraron los mayores valores de "I" y superaron significativamente ($P < 0,05$) a las procedentes de Argentina, RDA y Viet-Nam. Los menores valores de "I" fueron detectados en estas dos últimas.

En la figura 2 se indican las posiciones ocupadas por las variedades de acuerdo con su grado de infestación, en correspondencia con los rangos establecidos para los indicadores de clima a través del análisis de correspondencia múltiple. Como se aprecia el menor grado de intensidad (a) en las variedades más susceptibles (Bentland, Cassia Dark y 7864) estuvo asociado al menor rango de temperatura media y mínima (a) y altos valores de humedad (b); mientras que el mayor grado de intensidad para estas variedades (b) se asoció a los valores más altos de la temperatura mínima y media (b) y los mayores valores de la humedad máxima (a), excepto el cv. 7864, cuya mayor expresión de la enfermedad sólo se relacionó con el más alto valor de humedad y de temperatura máxima. Para el caso de dos de las variedades más resistentes: Argentina y Viet-Nam, tanto el mayor como el menor grado de la enfermedad se asoció a los dos gradientes de altas temperaturas; mientras que en la variedad Secale el menor grado se relacionó con valores bajos de la humedad mínima, humedad media y precipitación y altos de las horas sol y temperatura de suelo; lo inverso ocurrió para el mayor grado de la enfermedad en esta variedad. La expresión cuantificada de estos resultados se expresa en la tabla 2.

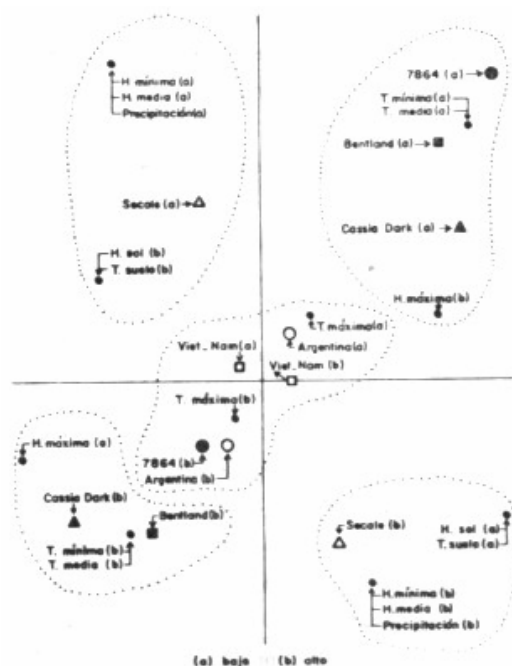


Fig. 2. Relación entre las variedades y los rangos de los indicadores del clima de acuerdo con el grado de infestación.

DISCUSION

La selección de variedades resistentes o tolerantes a plagas y enfermedades constituye una de las vías más importantes para controlar estos enemigos naturales, debido a que el uso de productos químicos no es una solución permanente por sus elevados costos y por los efectos negativos que ocasionan a la producción y al ecosistema (Bournoville, Guy, Tasri y Delaude, 1974; Bochow, Zschimmer y Delinsky, 1977).

El agrupamiento de las variedades, de acuerdo con el grado de infestación, señaló similitudes entre aquellas que procedían de Yemen. Estos resultados fueron confirmados posteriormente me-

diante el análisis de varianza, donde se tomó en consideración los valores de intensidad de la enfermedad ya que además de que estas variedades presentaron el mayor grado de afectación, el mismo fue el más intenso de acuerdo con los valores estimados.

Como se señaló con anterioridad (Machado y Núñez, 1989), la presencia de la enfermedad, entre otros factores, fue una limitante para la producción de MS de estas variedades y pudo modificar, aunque no fue cuantificada, la producción de forraje alcanzada. Por ello sería importante tomar en consideración la cuantificación de estos efectos en futuras investigaciones.

Esta enfermedad provoca efectos localizados (Sarasola y Rocca, 1975), pero las plantas infestadas muestran desde un bronceado sistemático en las hojas, especialmente en los limbos, hasta la necrosis total de la planta. De acuerdo con dichos autores este efecto es producido por una toxina que aumenta la respiración en las plantas susceptibles, pero que no produce efecto sobre las resistentes. Un aspecto a destacar es que bajo condiciones severas, las panículas pueden infestarse y el hongo se establece en las brácteas y granos, en donde permanece hasta el próximo ciclo de cultivo (Zillinsky, 1981). Ello explica la presencia de la infestación solo a partir de la semilla de la segunda generación (donde se detectó con fuerza en la variedad Bentland) permaneciendo a través de sucesivas generaciones, como fue expresado con anterioridad.

Tabla 1. Valores de intensidad ("I") para cada variedad.

Variedades	Valores de "I" ($\bar{x}$) *	Procedencia
Argentina	5,33 ^b (31,8)	Argentina
Viet-Nam	4,49 ^b (23,5)	Viet-Nam
Secale	4,78 ^b (24,9)	RDA
Bentland	7,55 ^a (58,3)	Yemen
Cassia Dark	8,38 ^a (53,3)	Yemen
7864	9,78 ^a (95,8)	Yemen
ES ±	0,653	-

* Medias transformadas por $\sqrt{\%}$

() Valores reales

Al referirse a los rendimientos alcanzados por estas variedades (Machado y Núñez, 1989), se señaló que la producción de MS fue baja, en términos generales, al compararla con las siembras efectuadas en mejores condiciones. Estos autores, consultando otros trabajos, citan algunos factores que conspiraron negativamente sobre el potencial productivo obtenido y mencionan, en primer lugar la fecha de siembra, la cual, como es conocido, está estrechamente vinculada a las condiciones del clima. Los componentes de este último pueden ocasionar predisposición en las plantas, favoreciendo el desarrollo de la infección en las variedades más susceptibles.

Así, en las variedades Bentland, Cassia Dark y 7864, en las que el progreso de la enfermedad guardó una estrecha relación con la temperatura

ambiental, el índice de daños aumentó drásticamente con relación a las restantes cuando el rango fluctuó entre 16,5 y 23,4°C, sin guardar relación con valores superiores de la temperatura al menos en las dos primeras. Sin embargo, en el cv. 7864, donde la expresión de la enfermedad alcanzó el máximo valor detectado, se comprobó que el mismo se puso de manifiesto independientemente de la existencia de valores mínimos o máximos de la temperatura ambiental existente durante el período experimental (desde 16,5 hasta 31,4°C). Además, otro de los factores que coadyuvó de forma decisiva a la manifestación de estos altos índices para las tres variedades fue la humedad relativa máxima, ya que esta estuvo relacionada tanto con los rangos relativamente más bajos de la incidencia como con aquellos donde se manifestó el máximo valor.

Tabla 2. Valores de los rangos de las variables de clima y su relación con la intensidad detectada en cada variedad.

	Variables más relacionadas	Rangos		Intensidad	
		(a)	(b)	(a)	(b)
Bentland	Temperatura media	21,7-21,8	21,9-23,4	41,6	75,0
	Temperatura mínima	16,5-16,8	16,9-17,0	41,6	75,0
	Humedad máxima	96,0-97,0	97,1-98,8	70,8	55,5
	$\bar{x}$	-	-	51,3	68,5
Cassia Dark	Temperatura media	21,7-21,8	21,9-23,4	41,6	91,7
	Temperatura mínima	16,5-16,8	16,9-17,0	41,6	91,7
	Humedad máxima	96,0-97,0	97,1-98,8	95,8	55,5
	$\bar{x}$	-	-	66,3	79,6
7864	Temperatura media	21,7-21,8	21,9-23,4	89,6	100
	Temperatura mínima	16,5-16,8	16,9-17,0	89,6	100
	Temperatura máxima	28,3-29,0	29,1-31,4	95,8	95,8
	Humedad máxima	96,0-97,0	97,1-98,8	100	93,1
	$\bar{x}$	-	-	93,7	97,2
Secale	Humedad media	77,3-78,8	78,9-85,6	20,8	31,9
	Humedad mínima	46,3-51,6	51,7-55,9	20,8	23,6
	Horas sol	5,9	6,0- 9,1	27,1	31,9
	Temperatura suelo	26,8-29,6	29,7-37,3	27,1	31,9
	Precipitación	1,0- 2,7	2,8-54,5	20,8	13,2
	$\bar{x}$	-	-	23,3	26,5
Argentina	Temperatura máxima	28,3-29,0	29,1-31,4	27,1	40,3
	$\bar{x}$	-	-	27,1	40,3
Viet-Nam	Temperatura máxima	28,3-29,0	29,1-31,4	20,8	30,5
	$\bar{x}$	-	-	20,8	30,5
$\bar{x}$ de las variedades más susceptibles:		76,1			
$\bar{x}$ de las variedades más resistentes:		28,0			

(a) Valores bajos

(b) Valores altos

Los cambios operados en los niveles de intensidad de las variedades más resistentes fueron muy pequeños si se les compara con los de las variedades más susceptibles. Además, en estas últimas el índice medio general fue 2,7 veces superior de acuerdo con los valores calculados (tabla 2), es decir, en términos generales no se puede hablar de una alta "I" para las variedades más resistentes aun cuando los factores de clima que poseen una mayor correspondencia con ellas provocaron ligeros aumentos de la "I". Ello fue evidente, sobre todo en la variedad Secale, cuyos valores mínimos y máximos de la "I" fluctuaron entre 23,3 y 26,5% aun cuando estuvieron relacionados con los niveles máximos y mínimos de la humedad mínima, humedad media, precipitación, horas sol y temperatura del suelo. De estas variedades se debe destacar el comportamiento de las procedentes de Argentina y Viet-Nam, las que a pesar de que presentaron un mayor grado de fluctuación de la "I" respecto a la Secale, solo lograron tales valores cuando se alcanzó el máximo valor en el rango de las temperaturas máximas en el período evaluativo (29,1 a 31,4°C), los cuales no son representativos durante esta época (Academia de Ciencias de Cuba, 1989).

Por su comportamiento en este trabajo se destacaron las variedades procedentes de Argentina y Viet-Nam y el cv. Secale las cuales resultaron poco afectadas por la enfermedad bajo la influencia de los mismos factores que propiciaron la infestación en un índice superior al 50% y hasta un 95,8% en las restantes. Sin embargo, aunque sus rendimientos fueron superiores (Machado y Núñez, 1989), es preferible continuar su estudio en futuros ensayos donde se incluyan las observaciones sobre la presencia y grado de infestación

del patógeno productor de esta devastadora enfermedad, ya que solo la repetibilidad en tiempo y espacio, cuando se trata de factores de clima, puede arrojar una respuesta definitiva y predictiva para el uso de este cultivo. Además, se sugiere aumentar, mediante la vía de la introducción, el germoplasma de variedades de esta especie con el objetivo de hallar genes de resistencia o de menor susceptibilidad.

REFERENCIAS

- ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA. 1979. Clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. La Habana
- ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA. 1989. Nuevo Atlas Nacional de Cuba. La Habana
- BOCHOW, H.; ZSCHIMMER, C.H. & DELINSKY, HELGA. 1977. Conditions and possibilities for the directed control of Apiones species in large red clover seed stands. Proc. XIIIth Int. Grassld. Congr., Leipzig. pp. 116
- BOURNOVILLE, R.; GUY, P.; TASRI, J.N. & DELAUDE, A. 1974. Problems of phytophagous and pollinating insect control of seed lucerne in France. Proc. XIIth Int. Grassld. Congr., Moscú, pp. 574
- CIBA-GEIGY. 1981. Evaluación del ensayo. En: Manual para ensayos de campo en protección vegetal. p. 55
- DELGADO, A.; MACHADO, HILDA & DE LA PAZ, G. 1990. *Pastos y Forrajes*. 13:59
- MACHADO, R. & MENDOZA, F. 1987. *Pastos y Forrajes*. 10:225
- MACHADO, R. & NUÑEZ, C.A. 1987. *Pastos y Forrajes*. 10:136
- MACHADO, R. & NUÑEZ, C.A. 1989. *Pastos y Forrajes*. 12:15
- SARASOLA, A. & ROCCA DE SARASOLA, MARIA. 1975. Fitopatología. Curso Moderno Tomo 1. Edit. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. p. 31
- ZILLINSKY, P.J. 1984. Guía para la identificación de enfermedades en cereales de grano pequeño. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. El Batán, México. Pág. 28

Recibido el 19 de febrero de 1990