

EFECTO DEL VIRUS DEL BANDEADO AMARILLO DEL SORGO SOBRE PARÁMETROS BIOMÉTRICOS ASOCIADOS AL RENDIMIENTO DE TRES CULTIVARES DE SORGO

Mario José Garrido¹, Edgardo Monteverde², Gustavo Trujillo¹ y Maximiliano Méndez¹

Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, ¹Instituto de Botánica Agrícola e ²Instituto de Genética, Apartado Postal 4579, Maracay 2101-A, Venezuela.

Recibido: 10 de junio de 2001

Aceptado: 05 de diciembre de 2001

RESUMEN

Garrido, M. J., Monteverde, E., Trujillo, G. y Méndez, M. 2001. Efecto del virus del bandeo amarillo del sorgo sobre parámetros biométricos asociados al rendimiento de tres cultivares de sorgo. *Fitopatol. Venez.* 14: 35-39.

Con la finalidad de evaluar el efecto del virus del bandeo amarillo del sorgo (SYBV) sobre algunos parámetros biométricos asociados al rendimiento en los híbridos comerciales de sorgo (*Sorghum bicolor*) Himeca-303, Prosevenca-5 y Wac-8228, se realizaron experimentos bajo condiciones parcialmente controladas. Las plantas fueron inoculadas mecánicamente con el virus a los 8 d después de la siembra. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado en un arreglo factorial mixto 3x2 con cuatro repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por tres plantas (1 planta/maceta). Los parámetros evaluados fueron altura de planta, días a floración, longitud de panoja, peso fresco y seco de panoja, materia verde, raíces y total. Las plantas infectadas por el SYBV presentaron retardo en la floración, disminución de altura y peso de la planta, reducción en longitud y peso de la panícula y menor acumulación de materia seca. En general, exceptuando los días a floración, el SYBV causó una disminución en las variables estudiadas de ca 45-78%. El peso de la panícula fue el componente del rendimiento más afectado por la infección viral, reduciéndose en 62-78%. Himeca-303 resultó el híbrido más afectado. Estos resultados permiten presumir que las siembras de sorgo infectadas con este virus en etapas tempranas podrían disminuir drásticamente su rendimiento.

ABSTRACT

Garrido, M. J., Monteverde, E., Trujillo, G., and Méndez, M. 2001. Effect of sorghum yellow banding virus on biometric parameters associated to the yield of three sorghum cultivars. *Fitopatol. Venez.* 14: 35-39.

With the purpose of evaluating the effect of *Sorghum yellow banding virus* (SYBV) on some biometric parameters associated to the yield in the commercial sorghum (*Sorghum bicolor*) hybrids Himeca-303, Prosevenca-5 and Wac-8228, experiments were carried out under greenhouse conditions. Plants were mechanically inoculated eight days after sowing. A complete randomized design was used in a mixed factorial arrangement 3x2 with four repetitions. The experimental unit was constituted by three plants (1 plant/pot). The evaluated parameters were plant size, days to flowering, panicle length, fresh and dry weight of panicle, green matter, roots and total. The plants infected by SYBV presented a lag in flowering, decrease of the size and weight of the plant, reduction in length and weight of the panicle and smaller dry matter accumulation. In general, except for days to flowering, the variables studied were reduced ca 45-78% by SYBV. The panicle weight was the yield component more affected by the viral infection, decreasing in 62-78%. Himeca-303 was the hybrid more affected. These results allow to presume that sorghum crops infected with this virus in early stages could drastically diminish their yield.

INTRODUCCIÓN

En el ámbito mundial se han descrito unos 27 virus patógenos del sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], de los cuales 14 lo infectan en condiciones naturales (3,6,21). En Venezuela han sido identificados el virus del mosaico de la caña de azúcar (*Sugarcane mosaic potyvirus*, SCMV)(7), el virus del mosaico enanizante del maíz (*Maize dwarf mosaic potyvirus*, MDMV)(9), el virus del estriado del maíz (*Maize stripe tenuivirus*, MStpV) (5), el virus del mosaico del pasto johnson (*Johnsongrass mosaic potyvirus*, JGMV)(8) y el virus del bandeo amarillo del sorgo (*Sorghum yellow banding virus*, SYBV)(10). Estos virus revisten especial interés debido a los daños económicos que pueden causar (22) y porque en la mayoría de los casos, particularmente en nuestro país, no se posee suficiente material resistente para todos ellos y sus razas (2,16,18).

De los virus que infectan al sorgo en Venezuela el SYBV es el virus identificado más recientemente. Este virus sólo ha sido señalado en EE.UU. (13) y en Venezuela (10), y es escasa la información disponible sobre el mismo. En vista de la importancia del sorgo como rubro agrícola en el país, el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto del SYBV sobre algunos parámetros biométricos asociados al rendimiento de tres cultivares de sorgo granero bajo condiciones parcialmente controladas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Siembra y mantenimiento de plantas. Las semillas fueron sembradas en macetas de plástico de 2 L de

capacidad, las cuales contenían una mezcla estéril de tierra y arena en la proporción 3:1 (v/v). Las semillas, en todos los casos, se colocaron en cámaras húmedas para que iniciaran la germinación. Posteriormente, se sembraron cinco semillas en cada maceta y al momento de establecer el ensayo sólo se dejó una planta por maceta.

Las plantas inoculadas fueron transferidas a un cobertizo protegido contra insectos, con temperatura controlada a 26-28 °C y 65-75 % HR. Fueron regadas diariamente y fertilizadas cada 15 d con una solución de una fórmula completa NPK (15-15-15) a razón de 2-3 g/L de agua. Como medida preventiva adicional se efectuaron aplicaciones quincenales de insecticidas (Pirimor, Anthio), acaricidas (Acarín, Omite) y fungicida (Derosal), para mantenerlas en un estado óptimo de crecimiento. Las plantas fueron cosechadas 115 d después de la siembra.

Aislamiento viral. Se utilizó un aislamiento obtenido de plantas de sorgo forrajero cv Stampede, colectado en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela en Maracay e identificado previamente como SYBV (10). Este aislamiento fue mantenido en plantas de sorgo cv QL-11 por transferencias periódicas, mediante inoculación mecánica.

Inoculación mecánica. Hojas jóvenes de plantas de sorgo exhibiendo síntomas característicos de la enfermedad, 3-4 semanas después de la inoculación, fueron cortadas finamente y maceradas en un mortero frío y estéril con buffer fosfato de potasio 0,05 M, pH 7,5 en la proporción 1:5 (p/v). El macerado se filtró a través de gasa para obtener el jugo

infectivo, el cual fue aplicado con el dedo índice a las hojas más nuevas de plantas sanas en estado de 3-4 hojas, previamente espolvoreadas con carborundo 600. Las plantas testigo sólo se inocularon con el buffer. Después de la inoculación se lavaron las hojas y las plantas se dejaron en el laboratorio a 21-23 °C y 65-70% hr por 24-30 h. Posteriormente, fueron trasladadas al cobertizo en las condiciones anteriormente descritas.

Diseño experimental y análisis estadístico. Se utilizó un experimento factorial 3 x 2 en un diseño completamente aleatorizado con cuatro repeticiones. El primer factor correspondió a los tres híbridos de sorgo utilizados (Himeca-303, Prosevenca-5 y Wac 8228) y el segundo factor al estado de la planta (sanas e inoculadas con el SYBV o factor inoculación), lo cual originaba seis tratamientos. La unidad experimental estuvo constituida por tres plantas (una planta/maceta). En total se tenían 24 unidades experimentales y 72 plantas (24 de cada cultivar). Los resultados obtenidos fueron analizados mediante la ayuda del programa estadístico SAS. El análisis de las medias se obtuvo a través de la prueba de la mínima diferencia significativa (mds).

Evaluaciones realizadas. Los parámetros biométricos evaluados fueron: altura de planta, días a floración, longitud de panoja, peso fresco y peso seco de panoja, materia verde, raíces y total. Para la determinación del peso seco se tomaron todas las partes de la planta, se colocaron en bolsas de papel y se pusieron en una estufa a 85 °C durante 72 h. Posteriormente, se pesaron y se colocaron nuevamente en la estufa hasta obtener un peso constante. La determinación del porcentaje de humedad del grano al momento de la cosecha se realizó sobre base húmeda. Para obtener el peso seco, los granos se llevaron a una estufa a 103 °C por 72 h; luego, se pesaron y fueron llevadas nuevamente a la estufa hasta obtener un peso constante.

Serología. Para constatar al momento de la cosecha que las plantas inoculadas estaban infectadas con el SYBV y las plantas testigo se encontraban sanas, se utilizó la prueba de Ouchterlony (1). Para ello, fueron tomadas al azar tres muestras de follaje de plantas enfermas y tres de plantas sanas de cada cultivar. El antisuero contra el SYBV fue suministrado por M. J. Garrido (UCV, Fac. Agronomía, Maracay).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las plantas de los tres cultivares de sorgo inoculados con el SYBV empezaron a mostrar los síntomas 15-20 d después de la inoculación. Los síntomas observados fueron estrías o bandas cloróticas, paralelas a las nervaduras, que en muchos casos coalescían originando un mosaico severo.

En las pruebas serológicas al final del cultivo, los antígenos de las plantas tomadas al azar de los diferentes tratamientos con síntomas de la enfermedad reaccionaron en forma positiva con el antisuero contra el SYBV, observándose una reacción de identidad entre ellos y su homólogo. Los antígenos correspondientes a las plantas testigo (sanas) no reaccionaron con el antisuero en cuestión. Esto permitió presumir que las plantas analizadas consideradas enfermas presentaban el virus y las que sirvieron como testigo se encontraban sanas.

Al momento de la cosecha, las plantas sanas presentaban un promedio de humedad del grano de 32,33% (Himeca-303: 30,09%; Prosevenca-5: 33,31%; Wac-8228: 33,58%), mientras que para las plantas enfermas el promedio de humedad fue de 32,26% (Prosevenca-5: 30,25%; Himeca-303: 32,68%; Wac-8228: 33,84%). La infección con el SYBV, aparentemente, no afectó a este parámetro, ya que el promedio de humedad del grano en las plantas sanas e infectadas fue similar.

Los cuadrados medios y significación de los análisis de la varianza de los parámetros biométricos asociados al rendimiento evaluados en el experimento, así como la comparación de las medias son presentados en los Cuadros 1 al 5. En el Cuadro 1 se presentan los cuadrados medios y significación de los análisis de la varianza para las variables en estudio. Se observaron diferencias altamente significativas entre tratamientos para todas las variables estudiadas. Al descomponer la fuente de variación tratamientos en sus diferentes componentes se evidenció lo siguiente:

1) Diferencias altamente significativas del efecto híbrido para días a floración (DAF), altura de plantas (AP), peso fresco de panoja (PFP), peso seco de panoja (PSP), peso fresco de materia verde (PFMV) y peso seco de materia verde (PSMV); para el peso fresco total (PFT) el efecto híbrido sólo presentó diferencias significativas. 2) Diferencias altamente significativas en todas las variables para el efecto inoculación (sanas y enfermas). 3) Diferencias altamente

Cuadro 1. Cuadros medios y significación de los análisis de la varianza de algunas características biométricas asociadas al rendimiento de plantas de sorgo cvs Himeca-303, Prosevenca-5 y Wac-8228, sanas e inoculadas mecánicamente con el virus del bandeo amarillo del sorgo (SYBV) a los ocho días después de la siembra, bajo condiciones de umbráculo.

F de V ⁽¹⁾	GL	DAF	AP	LP	PFP	PSP	PFMV	PSMV	PFR	PSR	PFT	PST
Tratamiento	5	255,52 **	2177,59 **	29,99 **	79,33 **	30,82 **	226,18 **	10,17 **	19,34 **	1,48 **	762,93 **	94,48 **
Híbrido	2	440,62 **	346,10 **	2,30 ns	9,00 **	2,25 **	29,82 **	1,91 **	0,28 ns	0,14 ns	28,37 *	2,21 ns
Inoculación	1	394,74 **	10085,32 **	130,67 **	369,84 **	143,39 **	1059,88 **	46,56 **	87,75 **	6,99 **	3739,84 **	459,78 **
Hib. x Inoc.	2	0,81 ns	55,21 ns	7,34 **	4,41 **	3,10 **	5,70 ns	0,24 ns	4,21 **	0,06 ns	9,04 ns	4,11 **
Error	18	3,71	19,47	0,98	0,68	0,32	3,67	0,14	0,63	0,05	7,83	0,76
Total	23											
C.V. (%)		2,57	6,23	5,96	10,94	12,34	9,23	8,02	15,33	16,34	8,36	8,26

⁽¹⁾ F de V = fuente de variación; GL = grados de libertad; DAF = días a floración; AP = altura de planta; LP = longitud de panoja; PFP = peso fresco de panoja; PSP = peso seco de panoja; PFMV = peso fresco de materia verde; PSMV = peso seco de materia verde; PFR = peso fresco de raíz; PSR = peso seco de raíz; PFT = peso fresco total; PST = peso seco total; CV = coeficiente de variación.

** = significativo al 1%; * = significativo al 5%; ns = no significativo

significativas en la interacción híbrido x inoculación para la longitud de panoja (LP), PFP, PSP, peso fresco de raíz (PFR) y peso seco total (PST). En las variables donde no se detectó interacción, los efectos principales serían las mejores estimaciones de los efectos, y sobre los cuales se basaron las interpretaciones. Donde hubo interacción fue necesario examinar e interpretar de manera independiente la naturaleza de la interacción (en cada híbrido).

El Cuadro 2 muestra los resultados de las comparaciones de medias de los tres híbridos probados para las variables DAF (días), AP (cm), PFMV (g), PSMV (g), peso seco de raíz (PSR)(g) y PFT (g). Para estas variables la interacción híbrido x inoculación no resultó significativa.

En la literatura revisada no se encontraron trabajos que trataran sobre el efecto del SYBV sobre los parámetros biométricos evaluados en este experimento. Por otra parte, los trabajos sobre el efecto de otros virus importantes en sorgo sobre parámetros asociados al rendimiento son muy escasos. Sólo se encuentran estudios de este tipo con MDMV y SCMV en maíz principalmente y muy pocos en sorgo. Por lo tanto, en la discusión de esta parte del trabajo se hará referencia a las publicaciones relacionadas con el experimento en cuestión.

En DAF se formaron dos grupos: a) Himeca-303; b) Prosevenca-5 y Wac-8228. El híbrido Himeca-303 resultó más tardío en florecer, mientras que los otros dos híbridos se comportaron de manera similar. El virus (efecto inoculación) ocasionó un retardo de 8 d en la floración, lo cual representa 10,26% de retraso entre plantas sanas y enfermas (Cuadro 3). Este retraso en la floración ocasionado por la infección viral ha sido citado por Leopardi (14) quien observó un retraso de 10 d en la floración de sorgo cv Chaguaramas III inoculado con SCMV-B y Rangel *et al.* (19) quienes determinaron que las plantas de tres cultivares de sorgo inoculados mecánicamente con MDMV-V florecían 4 d más tarde que las sanas.

Las variables AP, PFMV y PSMV se comportaron de manera similar en los tres híbridos, constituyendo dos grupos diferentes. Grupo a: Prosevenca-5 y Wac-8228; grupo b: Himeca-303. Estas variables fueron drásticamente afectadas por la inoculación en los tres híbridos, siendo Himeca-303 el más afectado. La infección con el SYBV causó una disminución del 44,91, 48,50 y 46,19 % en las variables AP,

Cuadro 2. Comparación de medias de algunos componentes del rendimiento de plantas de tres híbridos de sorgo, sanas e inoculadas mecánicamente con el virus del bandeo amarillo del sorgo, bajo condiciones controladas.

Híbrido	DAF ⁽¹⁾	AP	PFMV	PSMV	PSR	PFT
Prosevenca-5	70,67 b ⁽²⁾	76,20 a	22,57 a	4,96 a	1,41 a	35,65 a
Wac-8228	70,71 b	72,70 a	20,97 a	4,89 a	1,40 ab	32,38 b
Himeca-303	83,54 a	63,47 b	18,73 b	4,08 b	1,18 b	32,40 b
mds ($\alpha = 0,05$)	2,02	4,64	2,01	0,39	0,23	2,94

⁽¹⁾ DAF = días a floración (días); AP = altura de planta (cm); PFMV = peso fresco de materia verde (g); PSMV = peso seco de materia verde (g); PSR = peso seco de raíz (g); PFT = peso fresco total (g).

⁽²⁾ Medias con la misma letra dentro de una misma columna no son significativamente diferentes según la prueba de la Mínima Diferencia Significativa (mds).

Cuadro 3. Comparación de medias de algunos componentes del rendimiento de plantas de sorgo cvs Himeca-303, Prosevenca-5 y Wac-8228, sanas e inoculadas mecánicamente con el virus del bandeo amarillo del sorgo, bajo condiciones controladas.

Plantas	DAF ⁽¹⁾	AP	PFMV	PSMV	PSR	PFT
Sanas	70,92 b ⁽²⁾	91,29 a	27,40 a	6,04 a	1,87 a	45,96 a
Enfermas	79,03 a	50,29 b	14,11 b	3,25 b	0,79 b	20,99 b
Diferencia(%)	10,26	44,91	48,50	46,19	57,75	54,33
mds ($\alpha = 0,05$)	1,65	3,78	1,64	0,32	0,19	2,40

⁽¹⁾ DAF = días a floración (días); AP = altura de planta (cm); PFMV = peso fresco de materia verde (g); PSMV = peso seco de materia verde (g); PSR = peso seco de raíz (g); PFT = peso fresco total (g).

⁽²⁾ Medias con la misma letra dentro de una misma columna no son significativamente diferentes según la prueba de la Mínima Diferencia Significativa (mds).

PFMV y PSMV, respectivamente, con relación a las plantas sanas (Cuadro 3).

La disminución de la altura de las plantas es uno de los síntomas más generalizados en plantas infectadas con virus (15). Varios autores han reportado una disminución del tamaño de las plantas de sorgo infectadas con MDMV y SCMV (6,14,19), lo cual coincide con los resultados de este trabajo. La disminución del tamaño de la planta afecta directamente el peso de la materia verde (PFMV y PSMV). La disminución en la altura de las plantas infectadas puede deberse a una alteración en el balance de los reguladores del crecimiento (15).

El PSR presentó tres grupos distintos: Prosevenca-5 formó el grupo a, Wac-8228 constituyó el grupo ab e Himeca-303 constituyó el grupo b. Este último cultivar resultó el más afectado por la infección. En esta variable se observaron diferencias entre plantas sanas y enfermas de 57,75% (Cuadro 3). Estos resultados difieren de los encontrados con otros virus en sorgo. Leopardi (14) y Rangel *et al.* (19) encontraron que raíces de plantas de sorgo sanas e inoculadas con SCMV-B o con MDMV-V presentaron pesos secos estadísticamente iguales al momento de la cosecha, concluyendo que no afectaron el peso radicular. No obstante, Leopardi (14) observó una disminución del crecimiento de las raíces durante los primeros días después de la inoculación, aunque al final no se detectaron diferencias con las plantas sanas.

En el PFT se observaron dos grupos: el grupo a representado por Prosevenca-5 y el grupo b constituido por Himeca-303 y Wac-8228 (Cuadro 2). El híbrido Prosevenca-5 presentó el mayor PFT. La diferencia para esta variable entre plantas sanas y plantas enfermas fue de 54,33% (Cuadro 3). Este resultado era de esperar, ya que tanto el PFMV como el PSR fueron afectados severamente por la infección con el SYBV. Rangel *et al.* (19) encontraron una reducción del 23,90% en el peso fresco de plantas de sorgo infectadas con MDMV-V. Josephson *et al.* (12) y Serra *et al.* (20) obtuvieron resultados similares con plantas de maíz infectadas con MDMV-A.

En el Cuadro 4 se muestran los resultados del efecto del SYBV sobre LP, PFP, PSP, PFR y PST de plantas de sorgo de los tres cultivares inoculados mecánicamente, en comparación con plantas sanas. La interacción híbrido por inoculación, para las variables mencionadas, arrojó diferencias altamente significativas; es decir, el factor

Cuadro 4. Efecto del virus del bandeo amarillo del sorgo sobre algunas características biométricas asociadas al rendimiento de plantas de sorgo de tres cultivares inoculadas mecánicamente, en comparación con plantas sanas, bajo condiciones controladas.

Híbrido	LP ⁽¹⁾		PFP		PSP		PFR		PST	
	PS	PE	PS	PE	PS	PE	PS	PE	PS	PE
Himeca-303	20,56 a ⁽²⁾	13,81 a	13,29 a	3,75 a	8,13 a	1,81 a	6,26 b	4,04 a	15,43 a	5,04 b
Prosevenca-5	18,14 b	15,16 a	11,37 b	4,07 a	6,96 b	2,64 a	7,89 a	2,84 b	15,23 a	7,09 a
Wac-8228	18,25 b	13,98 a	9,78 c	3,05 a	5,99 c	1,96 a	7,09 ab	2,89 ab	14,14 a	6,41 a
mds ($\alpha = 0,05$)		1,47		1,23		0,84		1,18		1,30

⁽¹⁾ LP = longitud de panoja (cm); PFP = peso fresco de panoja (g); PSP = peso seco de panoja (g); PFR = peso fresco de raíz (g); PST = peso seco total (g); PS = plantas sanas; PE = plantas enfermas (inoculadas).

⁽²⁾ Medias con la misma letra dentro de una misma columna no son significativamente diferentes según la prueba de la Mínima Diferencia Significativa (mds).

inoculación generó un comportamiento diferencial de los híbridos para esas variables, afectándoles severamente en la mayoría de los casos.

La LP fue más afectada en el híbrido Himeca-303; aunque las plantas sanas presentaban las panojas de mayor tamaño, cuando las plantas eran inoculadas con el virus las panojas mostraban el menor tamaño. El híbrido Prosevenca-5 fue el menos afectado, aunque no presentó diferencias significativas con Wac-8228. Esta disminución en el tamaño de las panículas de plantas infectadas con virus ha sido reportada. Rangel *et al.* (19) encontraron que las panículas de plantas de sorgo infectadas con MDMV-V fueron de menor tamaño (12,07%) que las de plantas sanas. Leopardi (14) encontró que el SCMV-B ocasionaba una reducción en la longitud de las panículas de sorgo, pero el tamaño de éstas era proporcional a la planta. En trabajos donde se ha señalado el efecto del MDMV sobre el tamaño de las plantas de maíz y sorgo, también han citado una disminución del tamaño de las mazorcas y panojas (6,17).

Los tres híbridos probados presentaron un comportamiento similar para las variables PFP y PSP (Cuadro 4). Sin embargo, los híbridos Himeca-303 y Wac-8228 fueron los más afectados por la inoculación, mientras que el híbrido Prosevenca-5 fue relativamente menos afectado. Aunque el híbrido Himeca-303 presentó los mayores valores para PFP y PSP cuando las plantas estaban sanas, cuando las plantas eran infectadas por el SYBV los valores para estas variables eran intermedio y el más bajo. En ambas variables los tres híbridos enfermos no mostraron diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, el virus generó una disminución del PSP en Himeca-303 de 77,74% (Cuadro 5).

En los tres cultivares se observó que las panículas de las plantas infectadas con el SYBV presentaban una alta proporción de granos vanos. No obstante, los granos bien

formados tenían una apariencia normal y un mayor peso. Probablemente, el mayor peso de los granos de las panículas de plantas enfermas se deba a la menor competencia entre ellos por el menor número de granos formados por panoja. Resultados similares han sido mencionados por otros investigadores. Rangel *et al.* (19) encontraron que las panículas de plantas infectadas con MDMV-V redujeron su peso fresco en 48,71% y su peso seco en 51,16% con relación a las plantas sanas, siendo el componente más afectado por la infección viral. Leopardi (14) encontró que las plantas de sorgo cv Chaguaramas III infectadas con SCMV-B presentaban panojas de menor peso y con menor número de semillas que las plantas sanas. Edmunds y Niblett (4) determinaron que plantas de sorgo inoculadas con MDMV justo antes o después de la emergencia de la panícula presentaron una reducción de hasta 40% en los rendimientos, debido a una disminución del tamaño de los granos.

Las plantas de Prosevenca-5 y Wac-8228 presentaron la mayor disminución del PFR al ser inoculados con el SYBV, disminuyendo el peso en ca 62% (Cuadro 5), mientras Himeca-303 fue el híbrido menos afectado (35%). Leopardi (14) también encontró que las plantas de sorgo disminuyeron el peso fresco de las raíces durante los primeros días posteriores a la inoculación con SCMV-B, mientras que Rangel *et al.* (19) no encontraron diferencias en el peso fresco de raíces de plantas de sorgo sanas e inoculadas con MDMV-V.

Con relación al PST, los híbridos Prosevenca-5 y Wac-8228 se comportaron de manera similar. En cambio, Himeca-303 que presentó el mayor PST en plantas sanas, al ser inoculado con el SYBV las plantas presentaron el menor PST; el efecto de inoculación le causó una reducción de 67,34% en esta variable (Cuadro 5). Sobre la base de este análisis, pareciera que el híbrido causante de la interacción significativa que se observa para las variables LP, PFP, PSP, PFR y PST es Himeca-303.

En este trabajo se ha determinado que todos los parámetros asociados con el peso de la planta fueron afectados drásticamente, lo que ocasionó una disminución tanto en el peso fresco como en el peso seco. La disminución del contenido de materia seca pudiera estar asociada con la disminución de la fotosíntesis y un incremento en la respiración, lo cual ocasiona una reducción en los niveles de carbohidratos. Además, podrían presentarse alteraciones en el metabolismo del nitrógeno, acumulación de elementos y disminución de la transpiración, tal como ha sido descrito en experimentos realizados con maíz y sorgo infectados con MDMV (11).

Cuadro 5. Diferencias (%) entre plantas sanas e inoculadas mecánicamente con el virus del bandeo amarillo del sorgo en algunos parámetros asociados al rendimiento de tres cultivares de sorgo bajo condiciones controladas.

Híbrido	LP ⁽¹⁾	PFP	PSP	PFR	PST
Himeca-303	32,83	71,78	77,74	35,46	67,34
Prosevenca-5	16,43	64,20	62,07	64,00	53,45
Wac-8228	23,40	68,81	67,28	59,24	54,67

⁽¹⁾LP = longitud de panoja (cm); PFP = peso fresco de panoja (g); PSP = peso seco de panoja (g); PFR = peso fresco de raíz (g); PST = peso seco total (g).

Como conclusión de los resultados de estos experimentos podríamos presumir que las siembras de sorgo infectadas con el SYBV en etapas tempranas del cultivo presentarían una merma considerable en el rendimiento. Sin embargo, es necesario validar esta información con experimentos de campo, que permitan conocer el efecto del virus sobre el rendimiento de este cereal en condiciones naturales.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela por la subvención parcial de esta investigación.

LITERATURA CITADA

- Ball, E. M. 1990. Agar double diffusion, plates (Ouchterlony): viruses. *In* Serological methods for detection and identification of viral and bacterial plant pathogens. R. Hampton, E. Ball, and S. De Boer (eds.). Minnesota. APS-Press. pp. 111-120.
- Blanco, R. A., Garrido, M. J. y Herrera, L. 1995. Reacción de cultivares de sorgo forrajero a los virus del mosaico enanizante del maíz y del mosaico de la caña de azúcar. *Fitopatol. Venez.* 8: 19.
- Brunt, A. A., Crabtree, K., Dallwitz, M. J., Gibbs, A. J., and Watson, L. 1996. Viruses of Plant. CAB International, Oxon, UK. 1484 pp.
- Edmunds, L. K. and Niblett, C. L. 1973. Occurrence of panicle necrosis and small seeds as manifestation of maize dwarf mosaic virus infection in otherwise symptomless grain sorghum plants. *Phytopathology* 63: 388-392.
- Ferreira, I., Garrido, M. J. y Trujillo, G. E. 1989. Virus de la hoja blanca del maíz infectando sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) en Maracay, Aragua. *Fitopatol. Venez.* 2: 23.
- Frederiksen, R. A. and Odvody, G. N. 2000. Compendium of sorghum diseases. 2nd. ed. St. Paul, MN. APS Press. 78 pp.
- Garrido, M. J. 2000. First report of sugarcane mosaic virus strain MB infecting sorghum in Venezuela. *J. Plant Pathol.* 82: 65.
- Garrido, M. J. and Trujillo, G. E. 1993. Occurrence of johnsongrass mosaic virus on sorghum in Venezuela. *Plant Dis.* 77: 847.
- Garrido, M. J. y Trujillo, G. E. 1988. Identificación de una nueva raza del virus del mosaico enanizante del maíz (MDMV) en Venezuela. *Fitopatol. Venez.* 1: 77-81.
- Garrido, M. J., Trujillo, G. E. y Cuello de Uzcátegui, R. 2000. Ocurrencia del virus del bandeo amarillo del sorgo en Venezuela. *Interciencia* 25: 321-327.
- Gudauskas, R. T. and Ford, R. E. 1981. Physiology of diseases. *In* Virus and viruslike diseases of maize in the United States. D. T. Gordon, J. K. Knoke, and G. E. Scott (eds.). Wooster, Ohio. Southern Cooperative Series Bulletin 247: 85-87.
- Josephson, L. M., Hilty, J. W., Arnold, J. M., Kincer, H. C. and Overion, J. 1969. Grain yield of corn reduced by maize dwarf mosaic virus infection. *Plant Dis. Repr.* 53: 61-63.
- Klaassen, V. A. and Falk, B. W. 1989. Characterization of a California isolate of sorghum yellow banding virus. *Phytopathology* 79: 646-650.
- Leopardi, F. 1987. Efecto de la infección del virus del mosaico de la caña de azúcar raza B sobre el rendimiento y algunos parámetros fisiológicos del sorgo híbrido Chaguaramas III. Tesis Lic. Biol. Caracas, Venezuela, Universidad Simón Bolívar. 119 pp.
- Matthews, R. E. F. 1991. *Plant Virology*. 3rd. ed. New York, Academic Press. 835 pp.
- Méndez, M., Figueroa, R., Garrido, M. J. y Pacheco, T. 2000. Reacción de diez cultivares de sorgo al virus del mosaico de la caña de azúcar raza MB. *Fitopatol. Venez.* 13: 44.
- Mikel, M. A., D'Arcy, C. J., Rhodes, A. M., and Ford, R. E. 1981. Yield loss in sweet corn correlated with time of inoculation with maize dwarf mosaic virus. *Plant Dis. Repr.* 65: 902-904.
- Rangel, E. A., Garrido, M. J. y Wiedenhoffer, H. 1995. Evaluación de la reacción de cultivares de maíz y sorgo a la inoculación mecánica con el virus del mosaico enanizante del maíz raza A. *Fitopatol. Venez.* 8: 37-41.
- Rangel, Y., Garrido, M. J. y Monteverde, E. 1996. Efecto del virus del mosaico enanizante del maíz raza venezolana sobre algunas características biométricas asociadas al rendimiento de tres cultivares de sorgo. *Fitopatol. Venez.* 9: 36-41.
- Serra, R., Puertas, G., Serra, J., Medina, V. y Achon, A. 1991. Efecto sobre el rendimiento en maíz de maize dwarf mosaic virus (MDMV). Resúmenes III Reunión Científica de la Sociedad Española de Fitopatología. Zaragoza, España. p. 47.
- Toler, R. W. 1980. Virus and viral diseases of sorghum. *In* Sorghum Diseases, A World Review. Patancheru, India. ICRISAT. pp. 395-408.
- Toler, R. W. and Giorda, L. M. 1992. Detection and identification of viruses and virus diseases of sorghum. *In* Sorghum and millets diseases: A second world review. W. A. J. de Milliano, R. A. Frederiksen, and G. D. Bengston (eds.). Patancheru, India. ICRISAT. pp. 153-159.