

VARIABILIDAD PATOGENICA DEL HONGO *Fusarium oxysporum* EN EL CULTIVO DE FRIJOL VOLUBLE DEL VALLE DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO

Benjamin Sañudo Sotelo¹

German Chaves Jurado²

Walter Vallejo Calderon³

RESUMEN

El presente trabajo se realizó para evaluar las cepas F 9.1 y F 9.2 de *Fusarium oxysporum* que afectan plantas jóvenes de frijol voluble en el Valle de Sibundoy, Putumayo, con blanqueamiento de hojas y necrosis interna de tallos y ramas, determinando su virulencia en 14 materiales de frijol voluble, comparativamente con los aislamientos F 5 y F 8 típicos de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*, mediante inoculaciones en condiciones controladas.

El comportamiento de los materiales a las cuatro cepas, indica la posibilidad de que los aislamientos F 9.1 y F 9.2 pertenezcan a la forma *phaseoli* del patógeno, pero que correspondan a una raza diferente a la que pertenecen F 5 y F 8, observándose además diferencias de virulencia de los aislamientos de una misma raza, lo que permite suponer la presencia de biotipos.

Se destacan las líneas L 24 (Bola Roja x OBN 102) y L 43 selección individual de Bola Roja, por un comportamiento más resistente a los cuatro aislamientos.

1 Profesor asistente. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia

2 I A. Esp. Ecología. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia

3 Lic. Esp. Ecología. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia

ocasionando necrosis vascular de la región basal de las plantas. Además, se seleccionaron las cepas F 9.1 y F 9.2, aisladas de plantas jóvenes de frijol voluble del Valle de Sibundoy y con síntomas atípicos, reproducidos mediante inoculaciones.

Materiales de frijol voluble. Se contó con semilla de las variedades volubles Mortiño y Bola Roja como testigos susceptibles, además, de OBN 102 de grano blanco e ICA Rumichaca de grano rojo veteado como testigos resistentes y tolerantes, respectivamente (Guerrero y Angulo, 1991; Realpe y Navia, 1977).

Además, se tuvo las líneas L 17 y L 43 provenientes de selecciones individuales de Bola Roja y las líneas L 59 y L 60, como selecciones individuales de OBN 102, resistentes a aislamientos de Nariño (Convenio CORPOTRIGO - Universidad de Nariño, 1998; Benavides, 2000).

También se contó con las líneas L 3 (OBN 102 x Bolon Blanco) y L 4 (OBN 102 x ICA Rumichaca) de grano blanco, L 24 (Bola Roja x OBN 102) de grano rojo, L 87 (ICA Rumichaca x Conejo) de grano rojo oscuro veteado, L 89 (Conejo x OBN 102) de grano crema veteado y L 106 (Mortiño x ICA Rumichaca) de grano morado oscuro veteado y de comportamiento promisorio en regiones de Nariño con problemas de amarillamiento (CONVENIO CORPOTRIGO - UNIVERSIDAD DE NARIÑO, 1998).

Distribución experimental. Se trabajó con un diseño bifactorial totalmente al azar con dos errores, para cuatro tratamientos del factor A (aislamientos F5, F8, F 9.1 y F 9.2 de *Fusarium oxysporum*) y 14 tratamientos del factor B (materiales de frijol voluble), con cuatro repeticiones, para un total de 224 unidades experimentales.

Cada unidad experimental estuvo constituida por una bolsa de plástico negro, con capacidad de tres kilos, llena de un sustrato compuesto por tres partes de suelo y una de arena fina, previamente esterilizado un mes antes, con dazonet (Basamid) 0.25 g por kilo. En cada bolsa se transplantaron 10 plantas de frijol después de la inoculación, tratando de que quedaran equidistantes.

Inoculación. En bandejas plásticas de 0.50 x 1,0 m y 0.05 m de altura, llenas de sustrato estéril se sembraron 200 semillas germinadas de cada material de frijol, las cuales inicialmente se desinfectaron en hipoclorito de sodio al 3% por tres minutos, lavándose en agua destilada estéril, para colocarse en papel periódico humedecido por cinco días. Simultáneamente cada cepa de *Fusarium oxysporum* se sembró en cajas de Petri estériles, con agar peptona glucosa y cinco días después el crecimiento inicial se extendió en toda la superficie del medio por rayado denso con un asa de transferencia estéril.

Cuando las plántulas de frijol estuvieron emergidas y al observar extendimiento total de las hojas cotiledonales, se las sacó con su sistema radical intacto, el cual se lavó para cortar los extremos y se hizo la inmersión radical por 10 minutos en una suspensión del hongo 10^6 esporas/cc, para luego transplantarlas a los materos. Por material y cepa de hongo se inocularon 40 plántulas, con 10 por repetición, lo que indica que se contó con 160 plántulas para los cuatro aislamientos, que se distribuyeron en cuatro repeticiones, manteniendo una humedad adecuada del sustrato.

Evaluaciones. Al mes de la inoculación, en cada uno de los materos se contó el número de plantas afectadas, con amarillamiento y flacidez de las hojas, además, de necrosis de los haces vasculares en la raíz principal. El número se transformó a porcentaje, para la correspondiente interpretación estadística.

Análisis estadístico. Los datos de porcentaje se transformaron con la fórmula: $y = \arccoseno \sqrt{V\%}$, para hacer la interpretación estadística por medio del Análisis de Variancia y la prueba de significancia de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1, se presentan los porcentajes promedios de plantas de frijol voluble, afectados por *Fusarium oxysporum*, observándose diferencias en virulencia de los aislamientos y de reacción en los materiales de la leguminosa. En la Tabla 2 del Análisis de Variancia se encontraron diferencias altamente significativas entre cepas del hongo, entre materiales de frijol voluble y para la interacción de los dos factores, lo que está indicando variabilidad de virulencia y de reacción.

Tabla 1 Porcentajes promedios de plantas de 14 materiales de frijol voluble afectadas con la inoculación de 4 aislamientos de *Fusarium oxysporum*.

Materiales	AISLAMIENTOS				Promedio
	F 5	F 8	F 9.1	F 9.2	
Mortiño	77.50	42.50	57.50	82.50	65.00
Rumichaca	27.50	32.50	100.00	95.00	63.75
Bolon Rojo	75.00	82.50	62.50	77.50	74.38
OBN 102	2.50	2.50	17.50	57.50	20.00
L 17	2.50	5.00	22.50	20.00	12.50
L 24	0.00	0.00	2.50	2.50	1.25
L 43	5.00	7.50	12.50	7.50	8.13
L 3	2.50	5.00	40.00	22.50	17.50
L 4	0.00	0.00	45.00	57.50	25.63
L 59	2.50	10.00	17.50	32.50	15.63
L 60	2.50	12.50	20.00	17.50	13.13
L 87	42.50	65.00	75.00	92.50	68.75
L 89	10.00	17.50	70.00	82.50	45.00
L 106	7.50	15.00	92.50	82.50	49.38
Promedios	18.39	21.25	45.36	52.14	

Tabla 2. Análisis de variancia para los porcentajes transformados de plantas de 14 materiales de frijol voluble afectadas con la inoculación de 4 aislamientos *Fusarium oxysporum*

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Aislamientos	3	35899.16	11966.39	163.12**	3.49	5.95
Error A	12	880.26	73.36			
Materiales	13	78366.97	6028.23	55.99**	1.73	2.04
Aislamientos x						
Materiales	39	17886.67	458.63	4.26**	1.41	1.49
Error B	156	16795.74	107.67			

** Diferencias altamente significativas

Diferencias entre cepas. Los aislamientos de 9.1 y 9.2 de *Fusarium oxysporum* obtenidos del nuevo problema del Valle de Sibundoy mostraron mayor virulencia al afectar mas plantas con diferencias significativas respecto a los aislamientos típicos F 8 y F 5 de la forma *phaseoli* (Tabla 3). Además, entre los dos primeros, también se presentaron diferencias significativas, lo cual permite suponer que la variabilidad del hongo, va mas allá de la formación de razas, con la existencia de biotipos de diferente virulencia en una misma región, lo que puede complicar la búsqueda de resistencia en frijol, puesto que implica la necesidad de obtener materiales con reacción de resistencia estable a un alto número de aislamientos y no a uno solo (Otoya, Castellanos y Pastor - Corrales, 1988)

Diferencias entre materiales de frijol. En el análisis de la reacción de las variedades observado en la Tabla 3, se determinan grupos, de acuerdo con el número de plantas afectadas, encontrándose uno con bajo grado de ataque representado por L 24; otro con ataque moderado, con L 17, L 60, L 3, L 59, OBN 102 y L 4; uno con ataque intermedio, con L 89 y uno con ataque alto con Mortiño, Bola Roja, L 87 y Rumichaca. También, se presentan reacciones intermedias entre uno y otro grado, como en L 43 y L 106.

De acuerdo con lo expuesto, es probable que la herencia de la reacción a *Fusarium oxysporum* no es tan simple, sino que de acuerdo con el ataque parecen existir un número alto de genes responsables y la activación del sistema genético total permitirá total resistencia, lo que implica que a mayor represamiento genético por falta de inductores, mas alta será la susceptibilidad (Robeiro y Hagedor, 1979). La anterior hipótesis, determinaría en la búsqueda de resistencia, encontrar genotipos con el sistema genético activo, lo que implicaría una estabilidad frente a la variabilidad existente en el patógeno en cuanto a razas y biotipos.

Diferencias en la interacción cepas por materiales. En la Tabla 4, aparecen las comparaciones de promedios de plantas de frijol afectadas, con la inoculación de cada una de las cepas de *Fusarium oxysporum*. Con los aislamientos F 5 y F 8 , típicos de la forma especial *phaseoli*, se tienen ciertas semejanzas generales, en cuanto a que los materiales L 24, L 4, L 60, L 59, L 3, L 17, OBN 102, L 43, L 106 y L 89, corresponden a un grupo menos afectado sin diferencias significativas entre ellos, observándose, además, total resistencia de L 24 y L 4 sin plantas afectadas.

Tabla 3. Comparación de los porcentajes promedios transformados de plantas de frijol afectadas por *Fusarium oxysporum* (Prueba de Tukey)

Entre aislamientos			Entre Materiales		
F 9.2	47.55	A	Rumichaca	59.85	A
F 9.1	42.61	B	L 87	58.33	A
F 8	21.64	C	Bola Roja	56.83	AB
F 5	18.56	C	Mortiño	55.05	AB
			L 106	45.91	B
			L 89	41.38	C
			L 4	23.15	D
			OBN 102	20.92	D
			L 59	20.53	D
			L 3	20.37	D
			L 60	19.05	D
			L 17	18.27	D
			L 43	13.87	DE
			L 24	2.80	E
Tukey 5% = 4.81			Tukey 5% = 12.30		

Promedios con la misma letra no tienen diferencias significativas

Además, un grupo más afectado conformado por Mortiño, Bola Roja y L 897, sin diferencias significativas, con similar comportamiento de ICA Rumichaca. Entonces, algunas diferencias estadísticas obtenidas, se deben a que posiblemente son biotipos de la misma raza, con distinto grado de virulencia. Por el mismo comportamiento general de los materiales de frijol voluble en cuanto a grupos mas afectados y menos afectados, existe una posibilidad grande de que los aislamientos F 9.1 y F 9.2 corresponden a la forma especial phaseoli de *Fusarium oxysporum*, pero con una raza diferente a la de los aislamientos F 5 y F 8, porque es muy agresiva frente a ICA Rumichaca, y menos virulenta frente a L24 y L 43. Sin embargo, entre los aislamientos F 9.1 y f 9.2 se dan algunas diferencias sobresalientes en cuanto a virulencia, lo que indica la existencia de dos biotipos (Woo *et. al.*, 1996).

Independientemente de la formación de razas y biotipos en el hongo *Fusarium oxysporum*, es importante observar que hay una norma general, que implica que las líneas L 24 y L 43, muestran estabilidad en cuanto a ser menos afectadas por los aislamientos típicos y atípicos, lo cual lleva a fundamentar más la hipótesis de que tienen activado un número mayor de factores dentro del sistema genético de resistencia, con la posesión de un sistema inductor amplio que funciona ante la presencia de cualquier aislamiento del hongo.

Tabla 4. Comparación de los promedios transformados de plantas de 14 materiales de frijol voluble afectadas por 4 aislamientos de *Fusarium oxysporum*.

Con aislamiento F 5			Con aislamiento F 8		
Mortiño	61.77	A	L 87	53.84	A
Bola Roja	60.11	A	Bola Roja	49.39	AB
L 87	40.61	AB	Mortiño	40.61	AC
Rumichaca	31.55	BC	Rumichaca	34.50	ACD
L 89	16.00	CD	L 89	24.16	BCDE
L 106	13.97	CD	L 106	22.50	CDE
L 43	9.50	CD	L 60	20.46	CDE
OBN 102	5.04	D	L 59	18.43	CDE
L 17	5.04	D	L 43	13.97	E
L 3	5.04	D	L 17	9.50	E
L 59	5.04	D	L 3	9.50	E
L 60	5.04	D	OBN 102	5.04	E
L 4	0.57	D	L 4	0.57	E
L 24	0.57	D	L 24	0.57	E
Rumichaca	90.00	A	Rumichaca	83.36	A
L 106	78.75	AB	L 87	78.75	A
L 87	60.11	BC	L 106	68.41	AB
L 89	56.95	BD	L 89	68.41	AB
Bola Roja	52.56	CD	Mortiño	68.41	AB
Mortiño	49.39	CDE	Bola Roja	65.25	AB
L 4	42.05	DF	OBN 102	49.45	BC
L 3	39.11	DF	L 4	49.39	BC
L 17	27.70	EFG	L 59	34.50	CD
L 60	26.19	EFG	L 17	30.86	CD
L 59	24.16	FG	L 3	27.85	CE
OBN 102	24.16	FG	L 60	24.53	CE
L 43	20.46	FG	L 43	11.53	DE
L 24	5.04	G	L 24	5.04	E

Tukey 5% = 4.59

Promedios con la misma letra no tienen diferencias significativas

CONCLUSIONES.

A través de los resultados obtenidos en la presente investigación, existe la posibilidad de que los aislamientos F 9.1 y F 9.2 de *Fusarium oxysporum* causando síntomas de blanqueamiento de hojas, necrosis interna de tallos y ramas, así como muerte de plantas jóvenes de frijol voluble en el Valle de Sibundoy, Putumayo, correspondan a la forma especial phaseoli de la cual son representantes los aislamientos F 5 y F 8, debido a una tendencia de comportamiento similar en 14 materiales evaluados de la leguminosa.

Los aislamientos F 5 y F 8 parecen corresponder a una misma raza, siendo más virulentos sobre los materiales Mortiño, Bola Roja, y L 87 y menos afectados L 24, L4, L 60, L 59, L 3, L 17, OBN 102, L 43, L 106 y L 89, con un comportamiento intermedio de ICA Rumichaca, Los aislamientos F 9.1 y F 9.2 parecen pertenecer a otra raza más agresiva, muy virulenta para ICA Rumichaca y menos virulenta para L 24 y L 43.

Las diferencias de virulencia que hay entre aislamientos de una misma raza, permite suponer la existencia de biotipos en *Fusarium oxysporum*.

Los materiales L 24 y L 43 muestran una reacción estable de mayor resistencia a los cuatro aislamientos, lo que indica que en *Phaseolus vulgaris* existe posibilidades de encontrar germoplasma con amplia resistencia, a pesar de la variabilidad del patógeno.

De acuerdo con los resultados, es necesario probar otros aislamientos del hongo, con una mayor número de variedades de frijol voluble y establecer la genética de la resistencia, con el fin de iniciar un programa de mejoramiento para este aspecto.

BIBLIOGRAFIA

BENAVIDES, H. Evaluación por componentes de rendimiento de ocho líneas de frijol voluble resistentes a *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* bajo condiciones de inóculo natural. Tesis Ingeniero Agrónomo. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, FACIA, 2000. 77 p.

CONVENIO CORPOTRIGO - UNIVERSIDAD DE NARIÑO. Informe de actividades. Segundo Semestre de 1997. Pasto, Colombia, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1998. 34 p.

GUERRERO, O. y ANGULO, N. Evaluación de germoplasma de frijol voluble por resistencia a *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* en el Departamento de Nariño. En: RELEZA II, Segunda Reunión de leguminosas de granos en la zona andina. Cali, Colombia, CIAT, 1991. 32 p.

LEDESMA, J. y RENDON, R. Estudio sobre el marchitamiento del frijol de enredadera en el Municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Tesis Ingeniero Agrónomo. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, FACIA, 1980. 43 p.

OTOYA, M., CASTELLANOS, G. y PASTOR-CORRALES, M. Reacción de líneas seleccionadas de frijol a la infección de aislamientos brasilero y colombiano de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. En IX Congreso de ASCOLFI, Pasto, Colombia, 1988. 23 p.

REALPE, C. y NAVIA, E. Evaluación de 23 materiales de frijol voluble por resistencia al amarillamiento causado por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, FACIA, 1997. 104 p.

ROBEIRO, R. and HAGEDOR, D. Inheritance and nature of resistance in beans to *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* Phytopathology (USA) 69: 859 - 861. 1979

SAÑUDO, B. y ZUÑIGA, D. Informe preliminar sobre una variedad de frijol voluble tolerante al amarillamiento por *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* en el Departamento de Nariño. ASCOLFI informa (Colombia) 8 (3): 3 - 5. 1978

WOO, S. I., ZOINA, A., DEL SORGO, G., LORITO, M., NANNI, B., SCALA, F. and NOVELLO, C. Characterization of *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* by pathogenic races, VCGs, RFLPs and RAPD. Phytopathology (USA) 86 (9): 996- 973. 1996.