

ESTABILIDAD FENOTÍPICA DEL RENDIMIENTO Y ADAPTACIÓN EN LÍNEAS DE CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum* L.) DURANTE LA ÉPOCA LLUVIOSA EN COSTA RICA

Carlos R. Echandi G.^{1/}

Palabras clave: Estabilidad fenotípica, líneas puras, chile jalapeño, análisis combinado, *Xanthomonas campestris*.

Keywords: Phenotypic yield stability, pure lines, jalapeño pepper, combined analysis, *Xanthomonas campestris*.

Recibido: 22/02/05

Aceptado: 27/06/05

RESUMEN

Se realizaron 3 experimentos durante la época lluviosa de los años 2001 al 2003, para evaluar la productividad, adaptación y estabilidad fenotípica de 25 líneas de chile en Sabanilla, Poás y Sarchí Norte, Provincia de Alajuela, respectivamente. Los genotipos junto con 2 testigos se dispusieron en un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones en una plantación de renovación de café. Las variables evaluadas fueron el peso y número de frutos tipo A, B y C, el rendimiento total de frutos y la incidencia e índice de daño de la mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris*). El análisis combinado permitió identificar la interacción línea por localidad en las variables de respuesta, por lo que se recurrió al análisis de estabilidad propuesto por Eberhart y Russell (1966), en el caso del rendimiento total de frutos comerciales. Las líneas 2 y 3 sobresalieron por su rendimiento promedio de frutos comerciales en las 3 localidades, con 10,57 y 12,38 t ha⁻¹, respectivamente. La línea 21 junto a las anteriores resultó ser una de las más aptas para la producción de chile jalapeño en la localidad más desfavorable de Poás. Las líneas 15 y 18, junto con la 2 y 3, incrementarían significativamente el ingreso del productor de café, en relación con los comparadores, en los ambientes más favorables de producción. La

ABSTRACT

Phenotypic yield stability and adaptation of jalapeño lines (*Capsicum annuum* L.) during the rainy season in Costa Rica. Three experiments were carried out during the 2001 through 2003 rainy seasons at Sabanilla, Poás and Sarchí Norte, (Alajuela Province), respectively, in order to analyze productivity, adaptability and phenotypic stability of 25 jalapeño pepper lines. The genotypes, along with 2 testers, were grown within a very young coffee plantation, following a randomized complete block design with 3 replications. The main response variables were number and weight of A, B and C type fruits, total yield as well as mean severity of leaf damage per plant due to bacterial leaf spot disease (*Xanthomonas campestris*). Combined analysis of variance revealed a line x location interaction, so the Eberhart and Russell (1966) stability analysis was performed, mainly for the total yield response of each line. Lines 2 and 3 were the best performers for total yield across locations: 10.57 and 12.38 t ha⁻¹, respectively. Line 21 along with 2 and 3 were identified as the best ones for productivity at the less favorable location of Poas. Lines 15 and 18, along with 2 and 3, would increase significantly the income of a coffee producer at favorable environments, as compared with tester cultivars. Mean response

1/ Programa de Hortalizas, Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno. Escuela de Agronomía,

Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. Correo electrónico: cechandi@cariari.ucr.ac.cr

reacción promedio de los genotipos al daño foliar por *X. campestris* en las 3 localidades fue de baja intensidad (20,3%). Este nivel de daño foliar no afectó el rendimiento de frutos; por lo que se recomienda evaluar la respuesta de estos materiales a presiones mayores de inóculo.

of genotypes to foliage damage by bacterial leaf spot was low across environments (20.3%). Since this discrete foliage damage did not affect fruit yield, it is recommended to evaluate the lines under higher inoculum pressure.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del chile jalapeño puede incrementar el ingreso del pequeño y mediano productor de café costarricense, al aprovechar los períodos de improductividad de este cultivo, cuando se recurre a lotes de renovación, o de poda.

En el país existen 113130 ha de café (SEPSA 2002), de las cuales un alto porcentaje está en manos de pequeños y medianos productores; para los cuales aprovechar su terreno con una actividad adicional, como chile jalapeño, sería de gran importancia. El chile jalapeño con el café permitiría un mejor manejo y aprovechamiento del suelo, se aprovecharía la mano de obra familiar y se tendría una entrada económica adicional a la unidad productiva. Lo anterior resulta particularmente importante en los momentos en que los precios del café están bajos.

En Costa Rica, la producción del chile jalapeño se da en respuesta tanto a las necesidades de la industria local, como a una tendencia expansiva dado su potencial de exportación. El mercado consumidor externo para el chile jalapeño se ubica en Centro América, el Caribe, y los Estados Unidos. La principal modalidad de consumo es en forma procesada, en donde la posibilidad de exportar un producto con mayor valor agregado resulta más atractiva (Cooper *et al.* 1993).

Actualmente, uno de los problemas para la producción de chile jalapeño en el país es la ausencia de cultivares que garanticen altas productividades sostenidas durante la época lluviosa. La razón principal es la aparición en el follaje de la mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris*), constituyéndose una enfermedad limitante para su producción comercial (Kousik *et al.* 1996). En nuestro medio, se dispone únicamente de

germoplasma exógeno mejorado en respuesta a otras condiciones agroecológicas, en donde la mejora genética no ha contemplado la adaptación a regímenes de alta pluviosidad del trópico. En respuesta a esta necesidad, desde el año 1995, en la Estación Experimental Fabio Baudrit (EEFBM) se iniciaron actividades de mejora genética con una población segregante promisorio de este tipo de chile. La intención fue obtener líneas puras a través de etapas sucesivas de selección y autofecundación. En la actualidad, se cuenta con 25 líneas seleccionadas por su mejor adaptación a las condiciones agroecológicas de la EEFBM durante la época lluviosa, localidad representativa de la zona media de Alajuela.

La estabilidad en el rendimiento de frutos de una hortaliza como el chile jalapeño, puede medirse para determinar la adaptación de líneas específicas avanzadas a un ámbito de ambientes productivos que incluyen plantaciones de café. Los ambientes pueden variar en prácticas de manejo de producción, la presión de agentes bióticos, así como en condiciones edáficas y climáticas. Las posiciones relativas entre los genotipos evaluados en diferentes ambientes a menudo difieren entre ellas, por lo que se dificulta la identificación del genotipo más deseable (Eberhart y Russell 1966, Poysa *et al.* 1986). Estos problemas se incrementan conforme el grado de variabilidad es mayor entre los ambientes o dentro de la especie (Allard y Bradshaw 1964). Los mejoradores disponen de los análisis de estabilidad, que les permiten determinar si los cultivares existentes o las líneas avanzadas se adaptan a condiciones ambientales favorables, desfavorables, o a ambas (Stoffella *et al.* 1995). La idea es identificar los sitios con condiciones óptimas para una

determinada línea, y reunir la mayor cantidad de información posible acerca de comportamiento en diversos ambientes con el fin de zonificar su explotación (Carrillo *et al.* 1991).

Desde la década de los 70s la interacción genotipo x ambiente ha sido estudiada en cultivos hortícolas tales como la papa (*Solanum tuberosum* L.) (Dhiman *et al.* 1986, Lynch y Kozub 1988, Tai 1971), el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) (Berry *et al.* 1988, Cuartero y Cubero 1982, Gualberto *et al.* 2002, Izquierdo *et al.* 1980, Poysa *et al.* 1986, Stofella *et al.* 1984) y el chile dulce (*Capsicum annuum* L.) (Carrillo *et al.* 1991 y Stofella *et al.* 1995). El uso de los parámetros de estabilidad del modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966) para el análisis de la interacción genotipo x ambiente se ha reportado en el tomate de mesa y el chile dulce (Carrillo *et al.* 1991, Dwain *et al.* 1989, Gualberto *et al.* 2002, Poysa *et al.* 1986, Stofella *et al.* 1984). Sin embargo, no existe información sobre los efectos de la interacción genotipo x ambiente en diferentes cultivares de chile jalapeño. El objetivo de esta investigación fue seleccionar las líneas de chile jalapeño con mejor adaptación y rendimiento a 3 ambientes diferentes en plantaciones de café. En el caso de encontrar una

interacción genotipo x ambiente significativa, se pretende identificar las líneas de mayor rendimiento en respuesta a la localidad de que se trate.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y manejo de los experimentos

Veinticinco líneas de chile jalapeño y 2 comparadores (población original de donde provienen y el cultivar comercial Jalapeño M), se evaluaron en 3 experimentos durante la época lluviosa, de junio a noviembre de los años 2001 al 2003; en lotes de renovación de café. En el 2001 la evaluación se realizó en Sabanilla a 1170 msnm, en el 2002 en Sarchí Norte a 1200 msnm y en el 2003 en Poas a 1250 msnm, todas localidades de la provincia de Alajuela. Los datos climáticos predominantes en las 3 localidades se presentan en el cuadro 1. La unidad experimental en los 3 experimentos consistió de 2 hileras de 14 plantas dispuestas a 0,4 m entre sí y a una distancia de 0,4 m en ambos lados de la hilera de café (10,36 m²). Bajo este sistema, el chile jalapeño se estableció a una densidad de siembra de 27027 plantas ha⁻¹.

Cuadro 1. Valores promedio de precipitación y temperatura durante el período experimental en las localidades de Sabanilla, Poás y Sarchí Norte de Alajuela. Períodos 2001-2003, respectivamente.

Mes	Precipitación (mm)			Temperatura (°C)								
				Máxima			Mínima			Media		
	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003
Junio	330	314	615	28,0	28,0	26,3	15,3	15,1	17,3	21,7	21,5	21,8
Julio	230	368	550	28,7	27,4	26,2	14,7	14,7	17,0	21,7	21,1	21,6
Agosto	236	318	376	28,3	27,5	25,7	14,2	15,0	18,0	21,3	21,2	21,8
Setiembre	542	627	691	26,1	28,2	27,8	15,6	14,3	17,0	20,9	21,3	22,4
Octubre	333	442	684	27,4	27,6	27,5	14,3	14,3	17,2	20,9	21,0	22,4
Noviembre	119	158	443	26,7	27,1	27,8	13,3	14,3	17,0	20,0	20,7	22,4

^{1/} Fuente: Estaciones climatológicas ubicadas en Cafetalera Santa Eduvigis (Sabanilla), Sociedad Agrícola Comercial La Hilda S.A. (Poás) y la Hacienda La Luisa S.A. (Sarchí Norte).

Las plántulas se trasplantaron después de permanecer 28 días en la etapa de almácigo en un ambiente protegido para insectos vectores de virus. Previo al período experimental, se hicieron los análisis físicoquímicos del suelo (Cuadro 2). El plan de fertilización se realizó de acuerdo con el análisis químico y las curvas de absorción de nutrimentos para las plantas de chile jalapeño (Azofeifa 2000) (Cuadro 3). En vista de la baja saturación de bases en los suelos cafetaleros de las 3 localidades, se decidió particionar las dosis mencionadas de fertilizante en 10 aplicaciones realizadas cada 15 días durante el desarrollo del cultivo. Los micronutrimentos se aplicaron al follaje previo a la floración, así como en la cuarta y octava cosechas. Para la neutralización del Al en la solución del suelo, se siguieron las recomendaciones propuestas por Bertsch (1995), usando en este caso, sulfato de calcio y magnesio.

El manejo de malezas se hizo en forma manual en la base de las plantas y en las entre calles, se hicieron aplicaciones alternas de paraquat (1,0 l en 200 l de agua) y glifosato (1,0 l en 200 l de agua) a la tercera y sexta cosechas. En el almácigo y 7 días posterior al transplante, se aplicó preventivamente imidacloprid (180 ml en 200 l agua); mientras que al transplante, se usó carbofurán (0,5 kg ha⁻¹).

Para controlar una infestación leve de *Anthonomus eugenii* durante la segunda cosecha en las localidades de Sabanilla y Sarchí Norte, se usó fipronil (150 ml en 200 l de agua), 7 días después decametrina (120 ml en 200 l de agua) y finalmente, acefato (480 ml en 200 l de agua) a los 14 días posteriores a la aplicación de fipronil. Para combatir una infestación moderada de *Anthonomus eugenii* que se presentó en la localidad de Poás después de la segunda cosecha,

Cuadro 2. Análisis físicoquímicos del suelo del área experimental para las localidades de Sabanilla, Poás y Sarchí Norte de Alajuela. Períodos 2001-2003.

Localidad	pH	cmol (+) l ⁻¹					mg l ⁻¹					M.O. %	Sat. Acidez	CICE
		Al	Acidez Extr.	Ca	Mg	K	P	Fe	Cu	Zn	Mn			
Sabanilla	4,72	1,0	1,57	3,39	0,45	0,50	21	96	9	2,3	16	7,6	26,5	5,93
Poás	4,80	---	0,18	2,90	0,50	0,16	9	52	6,6	4,8	2	8,5	4,8	3,73
Sarchí	5,20	0,8	1,37	1,67	0,23	0,37	9	167	7	1,7	25	10,4	37,6	3,64

Textura: Franco arcilloso (Sabanilla), Franco arenoso (Poás), Franco (Sarchí Norte).

Cuadro 3. Niveles de fertilización de los macronutrimentos (kg ha⁻¹) en las 3 localidades. Períodos 2001-2003.

Nutrimento	Localidad		
	Sabanilla	Poás	Sarchí Norte
N	210	304	302
P ₂ O ₅	99	133,5	134
K ₂ O	279	344	336
Ca	78	97	93
MgO	21	52	25
SO ₄	43	63	70

se aplicó fipronil (150 ml en 200 l de agua), 7 días después decametrina (120 ml en 200 l de agua), 14 días después acefato (480 ml en 200 l de agua) y finalmente fipronil a los 21 días posteriores de la primera aplicación. Con el fin de cortar el ciclo de vida del agente causal de la plaga, 2 veces por semana hasta la finalización del período reproductivo, se realizó una estricta colecta de frutos caídos.

Debido a la alta pluviosidad predominante durante los meses de setiembre a noviembre en las 3 localidades (Cuadro 1), se decidió realizar solo 3 aplicaciones de Mancozeb + Cu + Fe (0,6 kg en 200 l de agua), luego de la tercera, quinta y séptima cosechas, período cuando la planta de chile se susceptibiliza más a la infección por *X. campestris*. Con el uso discrecional del producto, se quiso controlar una eventual infección bacteriana en respuesta al desmedido salpique del inóculo proveniente del suelo. Al controlar la intensidad de infección, se pretendió observar el comportamiento relativo de la tolerancia de las líneas. Es pertinente mencionar que no se presentaron síntomas virales en las plantas durante el ciclo del cultivo en ninguna de las localidades.

VARIABLES DE RESPUESTA

Previo a la quinta cosecha, se registró la incidencia y severidad promedio por planta del daño causado en el follaje por la mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris*). Para cuantificar la severidad del daño en el follaje se utilizó una escala de 0 a 9, donde 0=0% del follaje afectado, 1<1%, 2=1-10%, 3=11-20%, 4=21-35%, 5=36-50%, 6=51-65%, 7=66-80%, 8=81-99% y 9=100% del follaje afectado (Kousik *et al.* 1996).

Durante el ciclo del cultivo, en las 3 localidades se realizaron de 10 a 12 cosechas espaciadas cada 7 días, dentro del período comprendido entre los meses de setiembre a noviembre. Para la evaluación del rendimiento de las líneas se registraron las siguientes variables:

1. Número, peso ($t\ ha^{-1}$) y porcentaje con base en el número de frutos tipo A (longitud 7-5 cm y ancho 3-2,5 cm).

2. Número, peso ($t\ ha^{-1}$) y porcentaje con base en el número de frutos tipo B (longitud 4,5-4 cm y ancho 2,5-2 cm).
3. Número, peso ($t\ ha^{-1}$) y porcentaje con base en el número de frutos tipo C (longitud <4 cm y ancho <2 cm).
4. Número y peso ($t\ ha^{-1}$) total de frutos.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los genotipos se dispusieron en el campo en un diseño experimental de bloques completos al azar con 3 repeticiones. Se utilizó la prueba de contrastes mutuamente ortogonales para determinar la diferencia entre los genotipos experimentales y el comparador comercial Jalapeño M; y la correspondiente entre las líneas en relación con la población original. Dada la alta correlación encontrada entre el número y el peso de frutos para todas las categorías comerciales ($r > 0,94$), se decidió realizar el análisis sólo para el peso de los frutos.

El análisis combinado se realizó primordialmente para identificar la existencia o no de la interacción genotipo x ambiente. Esta fuente de variación permite determinar la estabilidad fenotípica de las líneas a través de las 3 localidades empleando el Modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966). Los datos se analizaron siguiendo un arreglo de tratamientos en parcelas divididas, donde las localidades fueron las parcelas grandes y las variedades y variedades x localidades, las parcelas pequeñas. Para la asignación de los errores apropiados en la significancia estadística de las fuentes de variación, es pertinente anotar que las localidades y las variedades se consideraron como efectos fijos.

Previo al análisis, se realizó la prueba de Bartlett para determinar la homogeneidad de las varianzas de los errores experimentales en cada localidad. En vista de que se encontró heterogeneidad en las varianzas de los errores experimentales en la totalidad de las variables de respuesta, se decidió realizar la transformación de los datos individuales obteniendo los valores Z_{ijk} ; a partir del cociente de cada observación con su respectiva desviación estándar del error

experimental. Las observaciones Z_{ijk} tienen una varianza homogénea, aproximadamente igual a 1 (Martínez 1988).

Para el cálculo de las medias combinadas de las líneas para las 3 localidades, se usó un estimador insesgado, de la forma:

$$\bar{y}_k = \frac{\sum_{i=1}^q \bar{y}_{ik}}{\sum_{i=1}^q \frac{1}{s_i^2}}$$

donde las S_i^2 corresponden a los cuadrados medios del error en cada localidad "q", y Y_{ik} las medias respectivas sin transformar en cada localidad (Martínez 1988). No obstante, se usó la prueba de la diferencia mínima significativa para determinar diferencias estadísticas entre las líneas a partir de los datos transformados Z_{ijk} .

Una vez confirmada la existencia de una interacción línea por localidad en las variables de respuesta, se recurrió al análisis de estabilidad propuesto por Eberhart y Russell (1966), para analizar la interacción, primordialmente respecto al rendimiento total de frutos comerciales.

Este método permite estimar los parámetros de estabilidad para cada línea a partir del siguiente modelo de regresión lineal:

$$Y_{ij} = \mu_i + b_i I_j + \delta_{ij} + \epsilon_{ij}$$

donde Y_{ij} es la media del genotipo I en el ambiente j ; μ_i corresponde a la media del i -ésimo genotipo en todos los ambientes; b_i o coeficiente de regresión lineal, mide la respuesta del i -ésimo genotipo con la variación del ambiente; I_j corresponde al índice ambiental que se obtiene a partir de la diferencia de la media del j -ésimo ambiente con la correspondiente media general; δ_{ij} es la desviación de la regresión lineal del i -ésimo genotipo en el j -ésimo ambiente, y ϵ_{ij} , se refiere al error aleatorio asociado a la observación Y_{ij} .

Para cada línea se realizó un análisis de regresión, utilizando el índice ambiental como la variable independiente y el rendimiento total de

frutos como variable dependiente. De este modo, el efecto del ambiente puede ser descompuesto en 2 componentes, uno lineal y su residuo. El coeficiente de regresión b_i está asociado con el componente lineal, indicando la adaptación del genotipo, o bien, su capacidad de respuesta entre los distintos ambientes. Los desvíos de la regresión (S^2_{ij}) están asociados al componente no lineal e indican estabilidad genotípica. Un genotipo con un $S^2_{ij} = 0$, muestra un comportamiento predecible de acuerdo con la magnitud del índice ambiental. De acuerdo con este modelo, una línea estable se define como aquella que presente una media superior al promedio general, con un coeficiente ($b_i=1$) y desviaciones de la regresión lineal tan pequeñas como sea posible ($S^2 d_i = 0$). En tanto, una línea que muestre un coeficiente $b_i > 1$ se considera adaptada a ambientes favorables, mientras que si su $b_i < 1$, la adaptación corresponde a los ambientes desfavorables. La hipótesis de que cualquier coeficiente de regresión no fuese distinto a la unidad se evaluó mediante la prueba de t ; mientras que la hipótesis de que los desvíos de la regresión no fueran diferentes de 0 se verificó mediante la prueba de F .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Productividad y estabilidad del rendimiento

Los cuadros 4 al 6 presentan las medias del rendimiento total, la distribución de frutos por categoría comercial y la reacción al daño foliar debida a la mancha bacteriana en las 25 líneas de chile jalapeño y los testigos para las localidades de Sabanilla, Poás y Sarchí Norte, respectivamente. El análisis combinado de los datos para las 3 localidades reveló significancia estadística para la totalidad de las fuentes de variación y variables de respuesta, con excepción de la fuente de variación de las localidades en el porcentaje de frutos de la categoría C (Cuadro 7). Las medias de cada localidad para el rendimiento total de frutos comerciales variaron desde 14,03 t ha⁻¹ en Sabanilla hasta 5,74 t ha⁻¹ en Poás, casi una relación 2,5 veces mayor

Cuadro 4. Rendimiento, distribución de frutos por categoría y reacción al daño foliar por la mancha bacterial en 25 líneas de chile jalapeño. Sabanilla, Alajuela, 2001.

Cultivar	Rendimiento de frutos (t ha ⁻¹)				Frutos (%)			Daño foliar (%) <i>X. campestris</i>
	A	B	C	Total	A	B	C	
L 1	11,12	2,84	0,36	14,31	77,7	19,9	2,5	29,1
L 2	12,82	4,92	0,62	18,35	69,8	26,9	3,4	27,9
L 3	11,48	7,67	1,48	20,64	55,0	37,7	7,3	20,6
L 4	9,55	3,28	0,63	13,46	71,2	24,2	4,7	34,8
L 5	9,12	2,53	0,21	11,86	76,8	21,5	1,8	33,3
L 6	6,50	3,05	0,56	10,11	64,1	30,3	5,6	38,7
L 7	13,21	2,29	0,13	15,63	83,9	15,3	0,8	32,1
L 8	12,48	1,71	0,14	14,31	85,4	13,6	1,1	32,2
L 9	7,63	1,71	0,13	9,47	80,3	18,3	1,4	30,8
L 10	9,81	2,86	0,50	13,17	74,6	21,5	3,8	32,6
L 11	10,43	4,18	0,94	15,55	67,1	26,8	6,1	30,5
L 12	9,72	2,76	0,57	13,05	74,3	21,2	4,5	23,1
L 13	9,78	4,45	0,93	15,16	64,2	29,8	6,0	19,5
L 14	12,00	2,67	0,40	15,07	79,8	17,6	2,7	11,8
L 15	13,68	2,59	0,29	16,56	83,1	15,3	1,7	30,3
L 16	9,09	2,90	0,33	12,33	73,1	24,2	2,7	37,0
L 17	11,76	6,25	1,12	19,12	61,5	32,5	6,0	33,0
L 18	11,85	7,62	0,91	20,38	57,9	37,6	4,4	24,0
L 19	9,17	0,88	0,13	10,18	90,1	8,7	1,2	40,4
L 20	7,06	1,13	0,13	8,32	84,8	13,5	1,7	24,4
L 21	12,12	3,16	0,18	15,46	78,2	20,6	1,2	26,2
L 22	10,04	2,72	0,49	13,25	74,1	21,9	4,0	34,4
L 23	9,11	2,72	0,29	12,11	75,3	22,3	2,5	30,1
L 24	8,85	1,93	0,18	10,96	78,3	19,7	2,0	31,2
L 25	13,06	2,39	0,48	15,92	81,8	15,0	3,3	32,9
Media líneas	10,46	3,25	0,48	14,19	74,5	22,2	3,3	29,6
Población origen	9,96	2,60	0,26	12,83	77,3	20,7	2,0	22,2
Jalapeño M (P.S)	10,76	0,55	0,03	11,35	95,1	4,6	0,3	36,3
Media general	10,41	3,16	0,47	14,03	75,4	21,5	3,1	29,6
D.M.S. (p ≤0,05)	2,90	0,95	0,37	3,96	8,2	7,2	2,5	10,6
----- Diferencias entre medias ^{1/} -----								
Jal M v resto	0,33	-0,45*	-2,79*		20,5**	-17,6**	-2,9**	7,0
Líneas v Pob or.	0,49		0,22	1,36	-2,8	1,6	1,3	7,5*
C.V. (%)	18,40		27,50	17,30	6,6	20,6	49,5	21,8

^{1/} *,** Significativa al 5% y al 1%, respectivamente, según la prueba de contrastes mutuamente ortogonales.

Cuadro 5. Rendimiento, distribución de frutos por categoría y reacción al daño foliar por la mancha bacterial en 25 líneas de chile jalapeño. Poás, Alajuela, 2002.

Cultivar	Rendimiento de frutos (t ha ⁻¹)				Fruta (%)			Daño foliar (%) <i>X. campestris</i>
	A	B	C	Total	A	B	C	
L 1	4,46	1,54	0,25	6,25	70,6	25,0	4,3	13,5
L 2	5,55	2,11	0,24	7,90	69,4	27,0	3,6	8,3
L 3	5,94	3,28	0,76	9,98	57,5	34,3	8,2	5,2
L 4	3,36	1,40	0,37	5,13	66,2	26,7	7,1	2,5
L 5	3,39	1,00	0,13	4,52	75,2	21,7	3,1	9,9
L 6	1,85	2,75	0,77	5,37	32,4	53,1	14,5	18,8
L 7	2,90	1,23	0,10	4,23	68,7	28,6	2,7	14,7
L 8	4,38	1,92	0,18	6,49	63,9	33,1	2,9	9,2
L 9	3,23	1,41	0,14	4,78	66,3	30,7	3,0	23,4
L 10	3,37	1,21	0,20	4,79	69,6	26,6	3,8	13,5
L 11	2,58	1,73	0,35	4,65	55,4	37,1	7,5	7,3
L 12	2,67	2,11	0,40	5,17	50,2	42,1	7,6	10,9
L 13	3,00	1,97	0,60	5,57	50,5	36,5	13,0	7,1
L 14	3,32	0,96	0,09	4,37	75,6	22,3	2,1	4,6
L 15	3,39	0,94	0,08	4,41	75,5	22,8	1,8	14,0
L 16	5,47	1,38	0,22	7,07	77,4	19,4	3,2	13,7
L 17	3,12	2,14	0,57	5,83	53,7	36,5	9,8	6,1
L 18	3,56	2,91	0,47	6,94	49,5	43,0	7,5	12,4
L 19	3,55	0,95	0,15	4,65	75,6	21,1	3,3	8,6
L 20	3,10	1,00	0,10	4,20	70,9	26,1	3,0	9,6
L 21	5,89	1,81	0,28	7,98	73,9	22,6	3,5	7,8
L 22	4,11	1,79	0,26	6,15	65,7	29,6	4,8	17,6
L 23	3,09	2,02	0,28	5,40	57,8	36,7	5,4	12,7
L 24	3,75	1,16	0,15	5,06	72,8	23,7	3,5	11,3
L 25	3,42	1,14	0,11	4,70	72,7	24,6	2,6	8,7
Media líneas	3,70	1,67	0,29	5,66	64,7	30,0	5,3	10,9
Población origen	4,36	1,76	0,36	6,48	67,0	27,3	5,7	14,5
Jalapeño M (P.S.)	6,01	0,88	0,09	6,98	85,5	13,2	1,3	20,5
Media general	3,75	1,69	0,30	5,74	65,5	29,3	5,1	11,3
D.M.S. (p ≤ 0,05)	2,07	0,76	0,17	2,69	13,8	12,3	3,6	8,6
----- Diferencias entre medias ^{1/} -----								
Jal M v resto	2,29**	-0,79**	-0,20**	1,29	20,8**	-16,8**	-4,0**	9,5**
Líneas v Pob or.	-0,66	-0,08	-0,07	-0,81	-2,3	2,7	-0,4	-3,7
C.V. (%)	35,8	31,4	41,0	28,7	12,9	25,6	43,2	46,5

^{1/} ** Significativa al 1% según la prueba de contrastes mutuamente ortogonales.

Cuadro 6. Rendimiento, distribución de frutos por categoría y reacción al daño foliar por la mancha bacteriana en 25 líneas de chile jalapeño. Sarchí Norte, Alajuela, 2003.

Cultivar	Rendimiento de frutos (t ha ⁻¹)				Frutos (%)			Daño foliar (%) <i>X. campestris</i>
	A	B	C	Total	A	B	C	
L 1	7,75	1,26	0,52	9,53	80,4	14,0	5,6	4,6
L 2	7,13	1,90	0,82	9,85	73,0	18,8	8,2	13,6
L 3	6,45	3,19	1,67	11,30	57,7	27,6	14,7	4,3
L 4	4,15	1,73	1,54	7,42	56,1	23,0	21,0	12,7
L 5	5,76	1,08	0,50	7,35	80,2	14,4	5,4	9,6
L 6	4,65	1,88	0,77	7,29	62,1	27,4	10,6	9,9
L 7	8,84	1,66	0,68	11,18	79,9	14,3	5,8	14,4
L 8	9,49	1,37	0,24	11,10	85,0	12,8	2,2	7,7
L 9	5,54	1,04	0,23	6,81	81,4	15,2	3,5	9,0
L 10	6,70	1,18	0,70	8,58	78,8	13,4	7,9	15,4
L 11	6,54	1,25	0,80	8,58	74,8	15,3	9,9	7,5
L 12	6,61	1,42	0,61	8,64	76,5	16,7	6,8	19,5
L 13	6,32	2,27	1,24	9,82	63,6	23,8	12,7	11,0
L 14	6,56	1,31	0,61	8,48	77,7	15,2	7,0	5,0
L 15	8,74	1,30	0,35	10,39	84,2	12,5	3,3	12,2
L 16	8,05	1,09	0,71	9,85	80,8	11,7	7,6	14,1
L 17	5,55	1,14	0,33	7,02	79,1	16,2	4,7	8,1
L 18	7,57	2,75	0,79	11,10	68,3	24,6	7,1	12,9
L 19	6,24	0,87	0,20	7,31	85,6	11,7	2,7	19,6
L 20	3,94	0,77	0,36	5,07	76,9	15,7	7,5	10,5
L 21	7,85	1,34	0,39	9,58	81,4	14,4	4,1	4,9
L 22	5,45	1,14	0,29	6,88	79,1	16,7	4,2	13,5
L 23	6,58	0,78	0,39	7,75	85,1	10,0	5,0	9,7
L 24	7,18	1,32	0,39	8,89	80,8	14,8	4,4	5,4
L 25	7,07	1,79	1,17	10,03	70,6	17,8	11,6	3,8
Media líneas	6,67	1,47	0,65	8,79	76,0	16,7	7,3	10,4
Población origen	6,58	1,18	0,27	8,04	82,2	14,5	3,2	25,1
Jalapeño M (P.S)	6,06	0,72	0,22	7,00	86,2	10,5	3,4	8,1
Media general	6,64	1,44	0,62	8,70	76,6	16,4	7,0	10,8
D.M.S. (p ≤ 0,05)	2,03	0,77	0,48	2,35	11,4	8,5	5,1	13,8
----- Diferencias entre medias ^{1/} -----								
Jal M v resto	-0,61	-0,74	-0,42	-1,76*	10,0*	-6,1*	-3,8*	-2,8
Líneas v Pob or.	-0,09	-0,29	-0,38	-0,75	6,2	-2,2	-4,1*	14,7**
C.V. (%)	19,1	34,3	50,4	16,6	9,1	31,7	44,0	78,3

^{1/} *,** Significativa al 5% y al 1%, respectivamente, según la prueba de contrastes mutuamente ortogonales.

Cuadro 7. Cuadrados medios del análisis de varianza combinado para el rendimiento total de frutos, las variables de distribución del rendimiento comercial y la reacción a la mancha bacteriana. Período 2001-2003.

Fuente Variación	g.l.	Rendimiento Total (t ha ⁻¹)	Frutos A	Frutos B	Frutos C	Daño foliar
			%			
Localidad (Loc)	2	160,71**	1070,39**	66,72**	2,02	237,22**
Error (a)	6	5,47	2,67	21,13	0,93	10,68
Variedad (Var)	26	7,64**	15,55**	12,56**	12,73**	3,28**
Loc x Var	52	1,77**	2,49**	2,44**	2,02**	1,73**
Regresión lineal	26	2,06**				
Desviaciones	26	1,47				
Error (b)	156	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Coef. Var. (%)		19,6	8,9	25,4	45,4	37,5

** Significancia al 1%.

de la primera respecto a la segunda; sugiriendo la ocurrencia de ambientes favorables como desfavorables ($p \leq 0,01$) (Cuadro 8).

El menor rendimiento de frutos registrado por las plantas en la localidad de Poás, podría deberse a un crecimiento y desarrollo insuficientes de las mismas, en respuesta a un pobre desarrollo radical observado desde las etapas iniciales del establecimiento en el campo. Aún cuando se realizaron las correspondientes medidas correctivas de neutralización del pH en la solución del suelo, junto a un fraccionamiento de la fertilización en 10 aplicaciones, las características físicas del suelo en esta localidad (suelo arenoso con escasa capacidad de adsorción de

cationes) no permitieron una adecuada corrección de su fertilidad. Consecuentemente, la alta concentración de H⁺ en la solución del suelo debida a un bajo contenido de bases (Cuadro 2), pareciera que indujo un inadecuado crecimiento radical, al no permitir la absorción de los nutrimentos por la raíz (Bertsch 1995).

Para el rendimiento total de frutos comerciales hubo significancia estadística únicamente en el componente de la regresión lineal de la interacción localidad x variedad (Cuadro 7). Estos resultados sugieren que el rendimiento total de frutos varió linealmente en cada genotipo a través de las localidades, la magnitud de ese comportamiento también fue distinto.

Cuadro 8. Rendimiento promedio, índice ambiental y coeficiente de variación en cada una de las diferentes localidades.

Localidad	Rendimiento ^{1/} (t ha ⁻¹)	Índice ambiental	Coeficiente variación (%)
Sabanilla	14,03 a	4,43	17,3
Poás	5,74 b	-3,70	28,7
Sarchí Norte	8,70 a	-0,74	16,6
Media general	9,41		

^{1/} Las medias con letras distintas son estadísticamente diferentes según la prueba de la D.M.S. para los datos transformados ($p \leq 0,05$).

La información presentada en el cuadro 9 permite analizar los valores estimados de los parámetros de estabilidad para el rendimiento total de frutos comerciales en cada una de las 25 líneas de chile jalapeño y los 2 comparadores incluidos. Atendiendo al criterio de Eberhart y Russell (1966), para definir la estabilidad de una línea ($b_i=1$ y $S^2d_i=0$), se puede afirmar que las líneas 7, 15, 18, 20, 25 y el comparador Jalapeño M, mostraron un coeficiente de regresión estadísticamente diferente a 1,0, de modo que se consideran genotipos inestables. Únicamente el parámetro de las desviaciones de la regresión (S^2d_i) para la línea 17 resultó significativamente diferente de 0. Consecuentemente, esta línea también debe considerarse inestable.

Dado que el componente lineal de la interacción variedad x localidad para el rendimiento total de frutos fue el único que mostró significancia estadística, es posible comparar la relativa estabilidad de las líneas a partir del parámetro b_i en respuesta al cambio de localidad (Cuadro 7). Al respecto, Lin *et al.* (1986) y Kempton y Fox (1997), recomiendan el empleo de la regresión lineal como la mejor opción en el examen de la interacción variedad x localidad, siempre y cuando la fracción de la suma de cuadrados explicada por los desvíos de la regresión fuese pequeña. Similar criterio es seguido por diversos autores

citados por Stofella *et al.* (1995), que en cultivos igualmente distintos, reportan que el parámetro S^2d_i no resultó de utilidad para identificar la estabilidad de los materiales evaluados.

La crítica al parámetro de estabilidad S^2d_i consiste en que corresponde a una desviación del ajuste lineal de los datos y no a un indicador de estabilidad genética (Lin *et al.* 1986).

Usando los restantes 2 criterios propuestos por Eberhart y Russell (1966) (línea con una media superior al promedio general y con un coeficiente $b_i=1$), es posible investigar la estabilidad en el rendimiento de las distintas variedades mediante la graficación del rendimiento promedio (eje x) versus el coeficiente de regresión (b_i). Dibujando una línea vertical que intersecta el rendimiento promedio de las variedades (eje x) y otra horizontal a partir del valor $b_i=1$ en el eje de las "y", se establecen 4 cuadrantes (Eberhart y Russell 1966, Carrillo *et al.* 1991, Stoffella *et al.* 1984).

La información presentada en la figura 1 relaciona los coeficientes de regresión de las 25 líneas de chile jalapeño con sus respectivas medias transformadas del rendimiento y el promedio general del rendimiento de frutos.

Si bien las líneas 4, 5, 12 y 24 mostraron una estabilidad similar a la de las líneas 1, 2, 3 y 17, las primeras se caracterizaron por tener una

Cuadro 9. Valores estimados de los parámetros de estabilidad para el rendimiento total de frutos ($t\ ha^{-1}$) en 25 líneas de chile jalapeño. ^{1/}

Cultivar	y_i/n	b_i	S^2d_i	Cultivar	y_i/n	b_i	S^2d_i	Cultivar	y_i/n	b_i	S^2d_i
L 1	5,44	1,03	0,10	L 10	4,77	1,16	0,03	L 19	4,03	0,77	0,23
L 2	6,40	0,96	0,47	L 11	5,07	1,36	0,32	L 20	3,17	0,38	0,00
L 3	7,47	0,85	0,39	L 12	4,84	1,06	0,06	L 21	5,96	0,69	0,00
L 4	4,61	0,90	0,20	L 13	5,49	1,31	0,03	L 22	4,66	0,54	0,34
L 5	4,25	0,93	0,00	L 14	4,92	1,38	0,23	L 23	4,55	0,79	0,02
L 6	4,16	0,58	0,28	L 15	5,58	1,79	0,00	L 24	4,59	0,98	1,00
L 7	5,59	1,89*	0,36	L 16	5,41	0,74	1,24	L 25	5,46	1,61	0,00
L 8	5,85	1,23	1,13	L 17	5,44	1,07	5,44**	Pob. original	4,93	0,62	0,01
L 9	3,85	0,60	0,23	L 18	6,78	1,55	0,59	Jalapeño M	4,60	0,22*	0,01

^{1/} Los parámetros se estimaron a partir de los datos transformados. Media general: 5,11, D.M.S 0,93.

*,** significativamente diferentes a 1 y 0, para los parámetros de estabilidad b_i y S^2d_i , respectivamente.

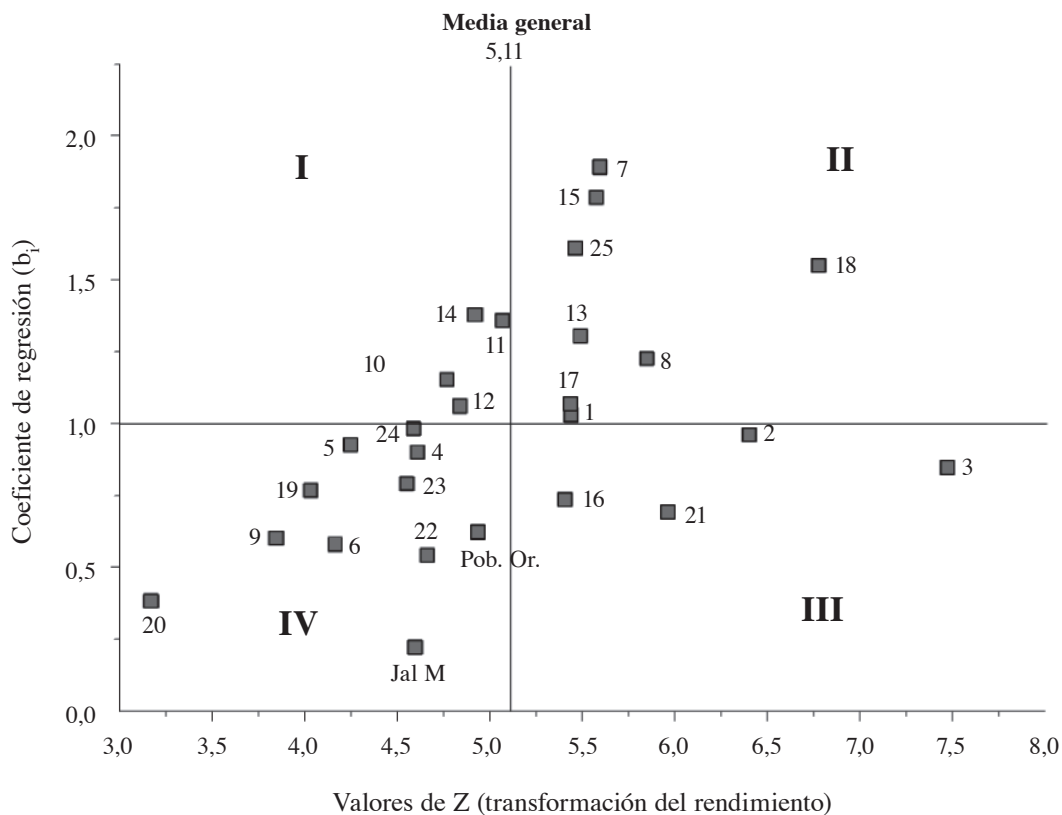


Fig. 1. Relación entre la media del rendimiento total de frutos comerciales en 25 líneas de chile jalapeño con sus respectivos coeficientes (b_1) y la media general.

media inferior a la media general. Ocho materiales, entre ellos los comparadores Jalapeño M y la población original se ubicaron en el cuadrante IV. Estos presentaron una respuesta inferior del rendimiento de frutos con el cambio ambiental en relación con el comportamiento promedio de las líneas ($b_1 < 1$), pero al mismo tiempo, mostraron un rendimiento de frutos inferior a la media general. Por su parte, las líneas 10, 11 y 14, ubicadas en el cuadrante I, además de presentar un rendimiento de frutos comerciales inferior a la media general, mostraron una mayor respuesta del rendimiento con el cambio ambiental ($b_1 > 1$), en comparación con el comportamiento promedio de la totalidad de materiales. Junto con las líneas 3, 2, 1 y 17, aquellas que se encuentran en los cuadrantes II y III, presentaron un rendimiento de frutos superior

a la media general. En el primer caso, el rendimiento total de frutos de las líneas 7, 8, 13, 15, 18 y 25, se incrementó más que el correspondiente al promedio de todos los materiales al pasar de la localidades desfavorables de Poás y Sarchí Norte a la más favorable de Sabanilla ($b_1 > 1$). Mientras que en el segundo, el rendimiento total de frutos de las líneas 16 y 21 (Cuadrante III) se caracterizó por responder menos que el promedio de la totalidad de variedades en respuesta al cambio ambiental (del menos al más favorable) ($b_1 < 1$).

En resumen, el análisis de estabilidad permitió la identificación de las líneas 1, 2, 3 y 17 como las más recomendables para las 3 localidades incluidas en esta investigación, mientras que las líneas 16 y 21 podrían recomendarse únicamente para los ambientes más desfavorables de

producción; y los materiales 7, 8, 13, 15, 18 y 25 para los más favorables. Una discusión posterior en cada uno de estos 3 grupos que incluya un análisis de la distribución del rendimiento por categoría comercial, arrojaría criterio adicional para identificar aquellas líneas que podrían incrementar el ingreso económico del productor.

Análisis de la distribución del rendimiento comercial

La figura 2 permite analizar tanto el rendimiento total como su distribución en las diferentes categorías comerciales para las líneas con mayor estabilidad en relación con los comparadores a través de las 3 localidades evaluadas. Únicamente 2 de las 4 líneas estables, a saber, las líneas 3 y 2, mostraron un rendimiento total promedio estadísticamente superior al correspondiente de los comparadores ($p \leq 0,05$). Si bien la línea 3

tiende a superar a la 2 en el rendimiento total, esta última muestra un fruto de mayor tamaño, y por ende, mejora la distribución del rendimiento en las categorías comerciales ($p \leq 0,05$). Consecuentemente, en términos económicos, el ingreso que pudiera obtener el productor si se decidiera por la línea 2 debería ser similar al escoger la línea 3. A pesar que el testigo Jalapeño M presentó una mejor distribución del rendimiento total de frutos en las 3 categorías comerciales en relación con las línea 3 y 2 ($p \leq 0,05$), esta última supera tanto a la población original como al Jalapeño M en 2,3 y 3 t ha⁻¹ para el rendimiento total de frutos, respectivamente ($p \leq 0,05$).

La información consignada en la figura 3 permite identificar las líneas que podrían obtener un mayor ingreso económico en respuesta a la localidad más desfavorable de Poás de Alajuela. Al igual que en la figura 2, se incluyen en este caso los materiales con mayor estabilidad bajo

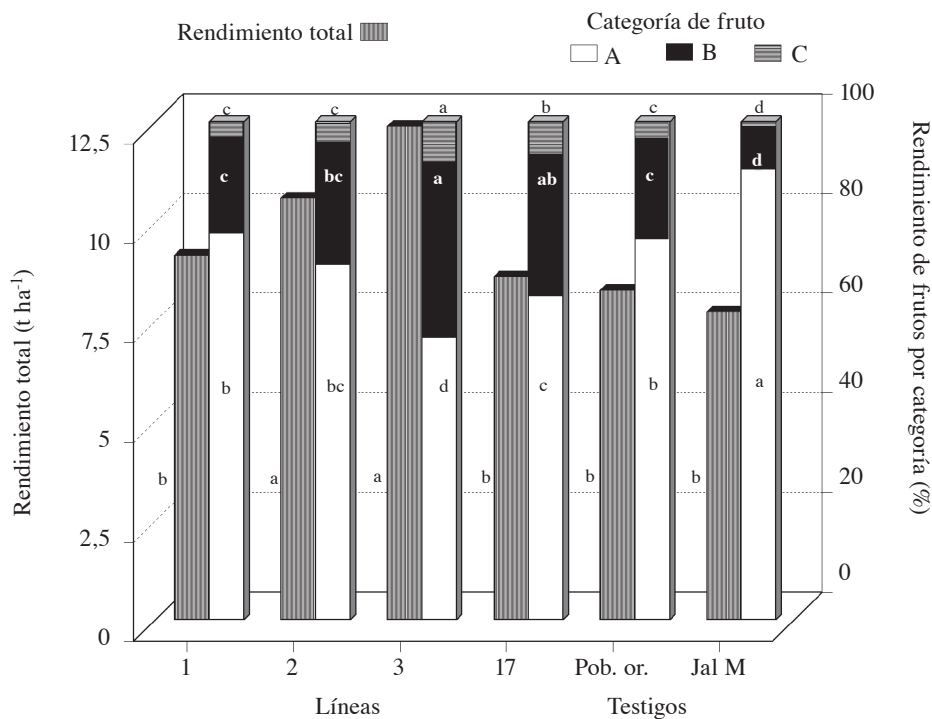


Fig. 2. Rendimiento total y su distribución por categoría de fruto (%) en las líneas más estables y en los comparadores a través de las 3 localidades. Las medias con letras distintas son estadísticamente diferentes según la prueba de la D.M.S ($p \leq 0,05$).

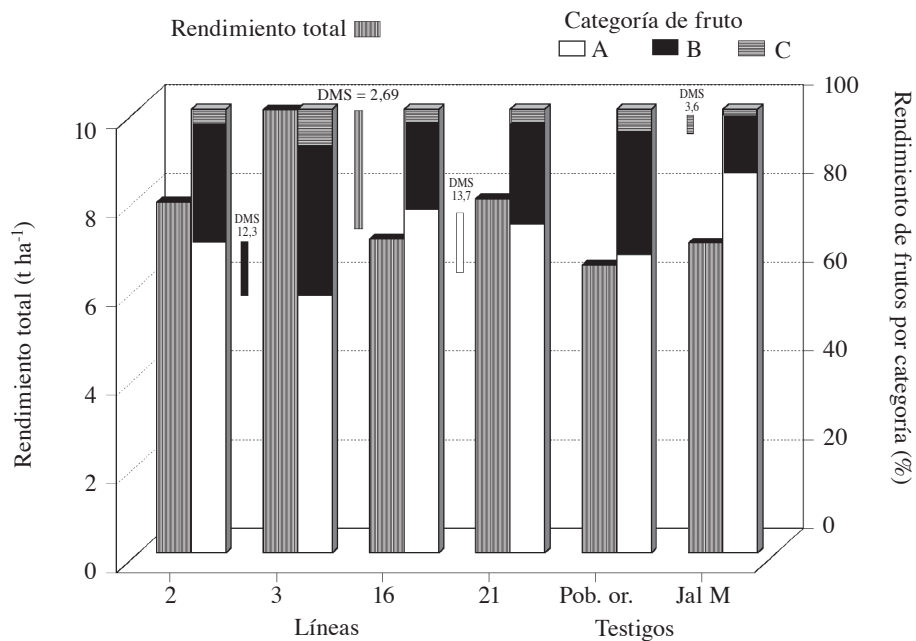


Fig. 3. Rendimiento total y su distribución por categoría de fruto (%) en las líneas de mayor estabilidad, en las 2 que respondieron mejor al ambiente más desfavorable, y en los 2 comparadores. Poás, Alajuela.

estas condiciones, así como a los comparadores. A pesar que la línea 3 presenta un fruto de menor tamaño comercial, muestra un rendimiento total de frutos superior a la 16 y los comparadores ($p \leq 0,05$). Dado que los rendimientos totales de las líneas 21 y 2 tienden a ser mayores a aquellos de la línea 16 y los comparadores, al mismo tiempo muestran una distribución de frutos que se venden a un mejor precio que la línea 3 ($p \leq 0,05$).

En la figura 4 se presenta el rendimiento total y la correspondiente distribución en las diferentes categorías comerciales para los materiales que respondieron mejor que el promedio de las líneas en el ambiente favorable como el de Sabanilla de Alajuela. De igual forma se incluyen los 2 testigos y las líneas que mostraron la mayor estabilidad en el rendimiento de frutos. Si bien las líneas 3 y 18 mostraron una distribución desfavorable por categoría de fruto ($p \leq 0,05$), también presentaron un rendimiento total de frutos mayor en relación con el resto de los materiales ($p \leq 0,05$). Las líneas 2 y 15 rindieron por encima de las 16 t ha⁻¹ (rendimiento total estadísticamente superior

a los comparadores), y a la vez, presentaron un mejor patrón de distribución en la producción de frutos comerciales en relación con la 3 y 18 ($p \leq 0,05$). Este comportamiento representa para el productor una compensación del ingreso, al poder vender una mayor cantidad de frutos que se pagan a un mejor precio en el mercado.

Reacción a la mancha bacteriana

La información consignada en el cuadro 7 permite analizar estadísticamente la magnitud promedio del daño foliar en las 3 localidades indistintamente del genotipo considerado en el análisis combinado. El mayor daño foliar se presentó en Sabanilla (29,6%) (Cuadro 4) en relación con Poás y Sarchí Norte (11,1%) ($p \leq 0,01$) (Cuadros 5 y 6). De acuerdo con Kousik *et al.* (1996), estos valores de severidad observados se consideran de baja intensidad. Si bien es cierto que la mancha bacteriana se favorece por la incidencia de fuertes precipitaciones, junto a un régimen de temperaturas más cálidas de las que

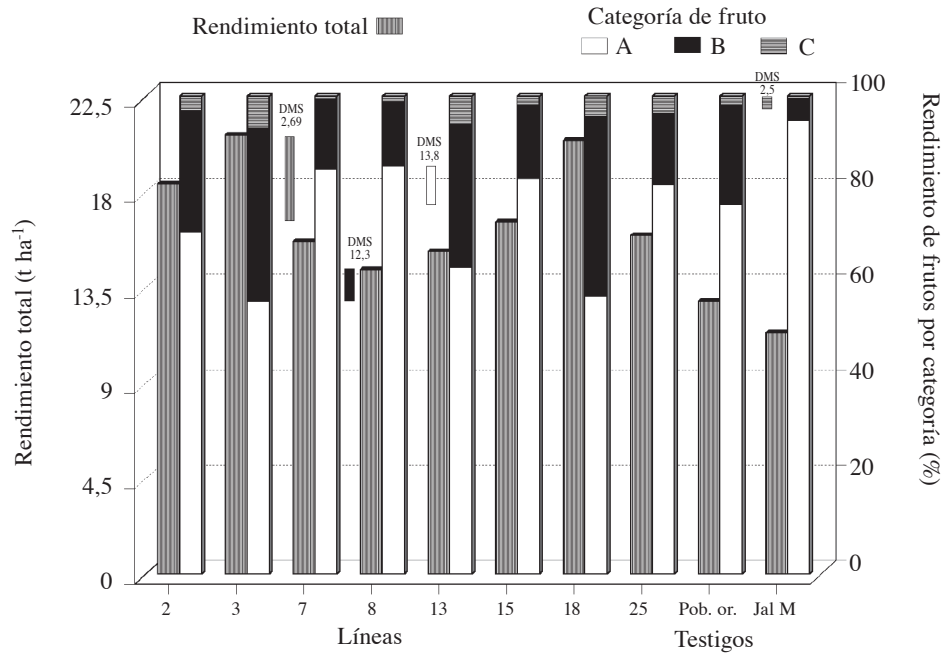


Fig. 4. Rendimiento total y su distribución por categoría de fruto (%) en las 6 líneas que respondieron mejor al ambiente más favorable, en los 2 comparadores y en las de mayor estabilidad. Sabanilla, Alajuela.

prevalecieron durante el período reproductivo de los materiales en las 3 localidades (AVRDC 1996, Kousik *et al.* 1996); parece ser que las diferencias encontradas podrían deberse más a las variaciones relativas de inóculo en el suelo entre las localidades que a las condiciones climáticas imperantes (Cuadro 1). Es pertinente anotar también que se presentaron diferencias entre las líneas en la reacción promedio a la mancha bacteriana a través de las 3 localidades ($p \leq 0,01$) (Cuadro 7). Cabe resaltar la consistencia mostrada por las líneas 3 y 14 así como 6 y 22, las cuales estuvieron entre las líneas con menor y mayor reacción a *X. campestris* en cada una de las localidades, respectivamente (Cuadros 4 al 6).

La respuesta diferente de los materiales en relación con el daño foliar por *X. campestris* en cada una de las 3 localidades ($p \leq 0,01$), se explica en su mayor parte por la tendencia mostrada por los comparadores, así como las líneas 4, 17 y 24 en relación con los demás genotipos ($p \leq 0,01$). Se presentó menor daño foliar en las líneas 4 y 17 en relación con los demás genotipos en la localidad

de Poás; reacción no observada en Sabanilla ni en Sarchí Norte. En tanto, la línea 24 y el comparador Jalapeño M mostraron menor reacción a la bacteria en relación con el resto de los materiales en Sarchí Norte; comportamiento ausente en Sabanilla y en Poás. Por último, la población original presentó mayor daño foliar en relación con los demás materiales en la localidad de Sarchí Norte (localidad con el nivel de inóculo menor), respuesta no observada en Sabanilla y Poás (Cuadros 4 al 6). Este fenómeno resulta difícil de explicar, fundamentalmente porque se esperaba un comportamiento más estable de este material en relación con las líneas que derivan de ella.

Tal y como se observó en la evaluación agronómica en cada una de las localidades, la información consignada en la figura 5 confirma la relación ausente entre el área foliar afectada por *X. campestris* sobre el rendimiento total de frutos entre las líneas de mayor estabilidad, aquellas que mostraron consistentemente el mayor y menor daño foliar (líneas 6 y 14, respectivamente) y los 2 testigos a través de las 3 localidades.

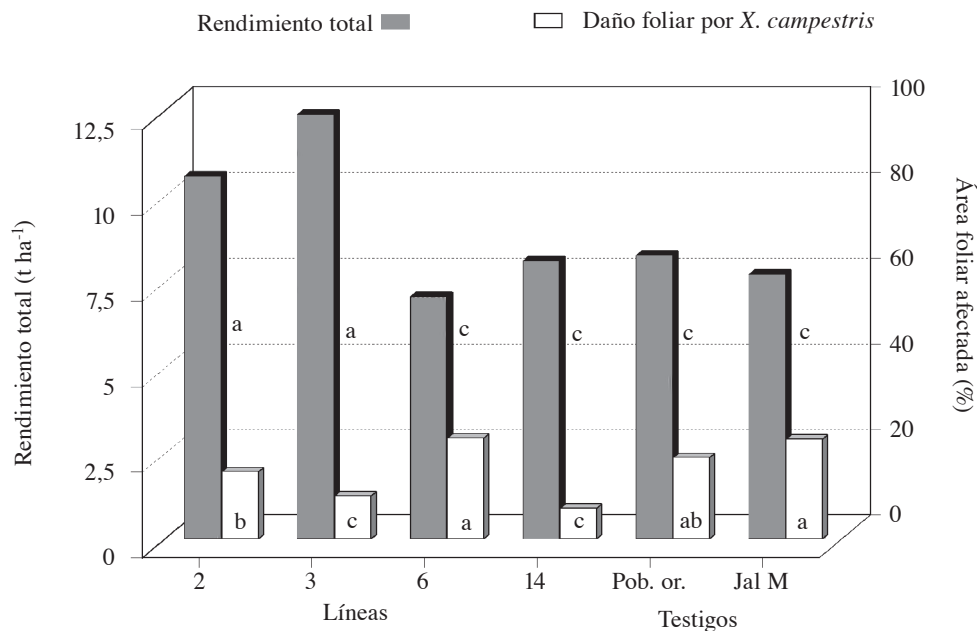


Fig. 5. Rendimiento total y severidad del daño foliar causado por la mancha bacteriana (*X. campestris*) en las líneas más estables, en la de mayor y menor daño foliar, así como en los comparadores a través de las 3 localidades. Las medias con letras distintas son estadísticamente diferentes según la prueba de la D.M.S ($p \leq 0,05$).

Esta observación se fundamenta por el hecho de que la severidad promedio en el daño foliar alcanzó apenas el 20% entre los materiales, por lo que sugiere que además del efecto negativo ya mencionado de la temperatura ambiental sobre la bacteria, el nivel de inóculo natural en las 3 localidades pudo también ser insuficiente para afectar significativamente a las plantas de chile jalapeño y en consecuencia su rendimiento. La figura 5 permite observar también la menor reacción promedio al daño foliar por *X. campestris* por parte de las líneas 3 y 14 en relación con las líneas 2 y 6 y los comparadores ($p \leq 0,05$).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se identifica a las líneas 3 y 2 como las más aptas para la producción de chile jalapeño durante la época lluviosa, en las tres localidades. El uso de estas líneas generaría un mayor ingreso económico que la variedad original o el Jalapeño M.

Adicionalmente a las líneas 3 y 2, la línea 21 podría recomendarse para la producción de chile jalapeño durante la época lluviosa, principalmente en la localidad desfavorable de Poás, Alajuela.

En Sabanilla, las líneas 15 y 18, junto a las 3 y 2, incrementarían significativamente el ingreso del productor de café en relación con la variedad original o el Jalapeño M.

El comportamiento agronómico de las 25 líneas de chile jalapeño durante la época lluviosa en respuesta a las localidades de Sabanilla, Poás y Sarchí Norte, se desarrolló bajo presiones de inóculo de moderadas a bajas del patógeno responsable de la mancha bacteriana (*X. campestris*). No se conoce, por tanto, el efecto que pudiese tener esta bacteria sobre el rendimiento de las líneas, si la presión de inóculo fuese mayor y el régimen de temperatura superior a la temperatura media imperante en las 3 localidades incluidas en esta investigación. Se recomienda evaluar la respuesta de estos materiales a presiones mayores de inóculo de la mancha bacteriana y en localidades con temperaturas más cálidas.

En respuesta a las características físico-químicas particulares del suelo de la localidad de Poás (suelo arenoso con escasa CICE), se dificultó el manejo de la nutrición y la concentración de H^+ en la solución del suelo durante la época lluviosa, factor abiótico determinante para optimizar el rendimiento comercial de las líneas de chile jalapeño.

AGRADECIMIENTOS

A los Ingenieros Geiner Chacón de la Cafetalera Santa Eduvigés S.A., Edgardo Alpízar de la Sociedad Agrícola Comercial La Hilda S.A. y José Luis Corrales de la Hacienda La Hilda S.A., por la valiosa colaboración prestada en la autorización del uso de sus lotes de renovación de café, y en la cooperación brindada en el campo durante la ejecución de la presente investigación. Asimismo, a FITTACORI por el respaldo financiero en la ejecución del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- ALLARD R.W., BRADSHAW A.D. 1964. Implications of genotype-environment interactions in applied plant breeding. *Crop Sci.* 4: 503-507.
- ASIAN VEGETABLE RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTER. 1996. Suggested cultural practice for chilli and sweet peppers. 5 p.
- AZOFEIFA A. 2000. Análisis de crecimiento y de la absorción de nutrientes en dos tipos de chile (*Capsicum annuum* L.) en Alajuela. Tesis Lic. Universidad de Costa Rica. Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Escuela de Agronomía. 123 p.
- BERRY S.Z., RAFIQUE UDDIN M., GOULD W.A., BISGES A.D., DRYER G.D. 1988. Stability in fruit yield, soluble solids, and citric acid of eight machine-harvested processing tomato cultivars in northern Ohio. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113: 604-608.
- BERTSCH F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José Costa Rica. 157 p.
- CARRILLO N.C., VALLEJO F.A., ESTRADA E.I. 1991. Adaptabilidad y estabilidad fenotípica de líneas e híbridos de pimentón, *Capsicum annuum*, L. *Acta Agronómica* 41(1-4) 21-36.
- COOPER E., RODRÍGUEZ R., CANESSA J. 1993. Cultivo del chile picante. CINDE/Departamento de Desarrollo. Sección Agrícola. 50 p.
- CUARTERO J., CUBERO J.I. 1982. Cultivar-environment interactions in tomato. *Theoretical Applied Genet.* 61: 273-277.
- DHIMAN K.R., BARUA B.L., GUPTA H.S. 1986. Phenotypic stability analyses of tuber yield in potato. *Crop Improvement* 13: 226-227.
- DWAIN D.G., STOFFELLA P.J., LOCASCIO S.J., OLSON S.M., BRYAN H.H., EVERETT P.H., HOWE T.K., SCOTT J.W. 1989. Stability differences among fresh-market tomato genotypes: II. Fruti quality. *J. Amer. Hort. Sci.* 114(6): 950-954.
- EBERHART S.A., RUSSELL W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science* 6:36-40.
- GUALBERTO R., TREVIZAN BRAZ L., BANZATTO D.A. 2002. Produtividade, adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de tomateiro sob diferentes condições de ambiente. *Pesq. Agropec. Bras.* 37(1): 81-88.
- IZQUIERDO J.A., MAESO C.R., VILLAMIL J. 1980. Stability in the production of eight cultivars of canning tomatoes. *Investigaciones Agronómicas* 1: 47-51.
- KEMPTON R.A., FOX P.N. 1997. Statistical methods for plant variety evaluation. Chapman & Hall, London. 191 p.
- KOUSIK C.S., SANDERS D.C., RITCHIE D.F. 1996. Mixed genotypes combined with copper sprays to manage bacterial spot of bell peppers. *Phytopathology* 86(5): 502-508.
- LIN C.S., BINNS M.R., LEFKOVITCH L.P. 1986. Stability analysis: Where do we stand? *Crop Science* 26: 894-900.
- LYNCH D.R., KOZUB G.C. 1988. An analysis of the response of nine potato cultivars to five prairie environments. *Can. J. Plant. Sci.* 68: 1219-1228.
- MARTINEZ A. 1988. Diseños experimentales. Métodos y elementos de teoría. Trillas. México. 756 p.
- POYSA V.W., GARTON R., COURTNEY W.H., METCALF J.G., MUEHMER J. 1986. Genotype-environment interactions in processing tomatoes in Ontario. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111(2): 293-297.

- SEPSA 2002. Boletín Estadístico. Número 12. San José, Costa Rica. 57 p.
- STOFFELLA P.J., BRYAN H.H., HOWE T.K., SCOTT J.W., LOCASCIO S.J., OLSON S.M. 1984. Stability differences among fresh-market tomato genotypes: I. Fruit yields. *J. Amer. Hort. Sci.* 109(5): 615-618.
- STOFFELLA P.J., LOCASCIO S.J., HOWE T.K., OLSON S.M., SHULER K.D., VAVRINA CH.S. 1995. Yield and fruit size stability differs among bell pepper cultivars. *J. Amer. Hort. Sci.* 120(2): 325-328.
- TAI G.C. 1971. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials. *Crop Science* 11: 184-190.