

# Estabilidad del rendimiento de chile tipo chilaca

## Yield stability of chile chilaca type

JUVENCIO GONZÁLEZ-GARCÍA<sup>1,2</sup> SERGIO GUERRERO-MORALES<sup>1</sup>, JOSÉ ÁLVARO ANCHONDO-NÁJERA<sup>1</sup>,  
JORGE IRAM SÁENZ-SOLÍS<sup>1</sup> Y JOSÉ EDUARDO MAGAÑA-MAGAÑA<sup>1</sup>

Recibido: Junio 26, 2014

Aceptado: Noviembre 20, 2014

### Resumen

Con el propósito de evaluar la estabilidad del rendimiento de ocho variedades de chile chilaca del programa de mejoramiento genético de la Universidad Autónoma de Chihuahua y un testigo de amplio uso estatal, se establecieron seis experimentos en igual número de ambientes de Chihuahua. Se utilizó la técnica propuesta por Eberhart y Russell teniendo como parámetros principales el valor de la pendiente ( $\beta_1$ ) y la desviación de la regresión ( $S_d$ ). Los mejores rendimientos se obtuvieron en las localidades del noroeste del estado, lugar de origen de las variedades; los coeficientes de regresión variaron desde 0.285<sup>ns</sup> (Harana 4), hasta 1.851\* (Harana 1), donde Harana 7, 6, 3, 4, 5 y Colegio 64 fueron estables con valores 0.759, 1.168, 0.621, 0.285, 0.772 y 0.464, respectivamente. Sólo Harana 2 resultó consistente ante los cambios de ambiente con  $S_d$  de 0.389. Harana 7 y 6 sobresalieron por su alto rendimiento en todos los ambientes, son estables pero no consistentes. Harana 1 es de alto rendimiento y no estable, se sugiere su siembra en ambientes con índices ambientales superiores a la media general. El único genotipo consistente es Harana 2, de rendimiento intermedio que reúne las características de mercado buscadas por el consumidor final (tamaño, forma y grosor de fruto, picor y sabor).

**Palabras clave:** *Capsicum annum* L., Anaheim, interacción G x A, chilaca, Chihuahua.

### Abstract

In order to evaluate the stability of the performance of eight varieties of chili chilaca of the genetic improvement program of the "Universidad Autónoma de Chihuahua" and a control state use, six experiments were established in the same amount of environments of Chihuahua. The technique proposed by Eberhart and Russell was used, having as main parameters the value of the slope ( $\beta_1$ ) and the regression standard deviation ( $S_d$ ). The best performances were obtained in the northeastern of the state, place of origin of the varieties; the regression coefficients varied from 0.285<sup>ns</sup> (Harana 4) to 1.851\* (Harana 1), where Harana 7, 6, 3, 4, 5 and Colegio 64 were stable with values of 0.759, 1.168, 0.621, 0.285, 0.772 and 0.464 respectively. Only Harana 2 resulted consistent on the environment changes with  $S_d$  of 0.389. Harana 7 and 6 excelled for their high performance in all of the environments, they are stable and not consistent. Harana 1 showed high performance and without stability, its sowing in environments superior to the general mean is suggested. The only consistent genotype is Harana 2 with the intermediate performance that gathers the sought market characteristics for the final consumer (size, form and thickness of the fruit, pungency and flavor).

**Keywords:** *Capsicum annum* L., Anaheim, G x A interaction, chilaca, Chihuahua.

## Introducción

La estabilidad de variedades e híbridos de plantas ante los cambios de ambientes, básicamente localidades y años de siembra, es una de las metas de toda empresa dedicada a la venta de semillas. De ahí que, cuando un material genético es de alto rendimiento, aceptado por el productor y estable en ambientes diferentes, la empresa asegura un mercado amplio para su semilla.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales. Km. 2.5 Carretera Delicias-Rosales, Cd. Delicias, Chih. C.P. 33000. Tel/Fax: (639) 472-1967.

<sup>2</sup> Dirección electrónica del autor de correspondencia: juvgonza@uach.mx.

El concepto de estabilidad está ampliamente ligado al fenómeno de interacción genotipo-ambiente (G x A), entendiéndose este último como el comportamiento diferencial de los genotipos a través de las condiciones ambientales cambiantes (Rodríguez-Pérez *et al.*, 2002). De esta manera, la estabilidad fenotípica se representa por un valor pequeño de la interacción genotipo-ambiente. Al respecto, ambos términos se pueden estimar mediante procedimientos univariados (Yates y Cochran, 1938; Finlay y Wilkinson, 1963; Eberhart y Russell, 1966) y multivariados (Mandel, 1971; Brennan *et al.*, 1981; Crossa *et al.*, 1990). El modelo de Finlay y Wilkinson (1963) define a un genotipo estable cuando su respuesta es paralela a la media de todos los genotipos ensayados. En cambio, Eberhart y Russell (1966) indican que un genotipo se considera estable cuando el valor de la pendiente ( $\beta_i$ ) es uno y el cuadrado de la desviación de regresión ( $Sd_i$ ) es cercano a cero y por lo tanto consistente, considerando al índice ambiental como variable independiente. Dentro de los modelos multivariados, Additive Main Effects and Multiplicative Interactions (AMMI) es uno de los más utilizados para estimar la G x A (Brancourt-Hulmel y Lecomte, 2003), al considerar que los efectos principales (genotipos y ambientes) son aditivos y lineales fácilmente estimables por el análisis de varianza, mientras que la interacción G x A se debe a efectos multiplicativos que se explican por el análisis de componentes principales (ACP). Por su parte, Gauch (1992) menciona que el modelo AMMI utiliza más de un procedimiento estadístico y facilita obtener valores de rendimiento aproximados a la realidad.

La diversidad de métodos existentes para estimar la interacción G x A ha permitido la comparación entre ellos. Alanís *et al.* (2010) evaluaron el rendimiento de grano y la estabilidad de 44 híbridos de sorgo con los modelos de Finlay y Wilkinson (1963) y AMMI en 16 ambientes durante los años 2001 y 2002, encontrando que el modelo AMMI fue más efectivo para caracterizar el comportamiento de los genotipos de sorgo. Por su parte Pérez-

López *et al.* (2007) estimaron la estabilidad de 10 genotipos de papa mediante 11 índices univariados en cinco ambientes del Estado de México. Encontraron que el parámetro  $\lambda_i$  de Tai (1971) clasificó a los genotipos en el mismo orden que los índices  $W_i$  de Wricke (1962),  $\sigma^2_i$  de Shukla (1972),  $S_i$  de Huehn (1990), y  $b_i$  y  $Sd_i$  de Eberhart y Russell (1966).

A la fecha, en revistas de índole científico no se han reportado estudios de estabilidad del rendimiento en chile tipo chilaca o también conocido como tipo Anaheim. Sin embargo, la chilaca es ampliamente cultivada en el estado de Chihuahua. En las principales zonas productoras se utilizan materiales de origen norteamericano y en menor escala materiales criollos. Con el propósito de disminuir la alta dependencia de semillas mejoradas de esta hortaliza del extranjero, el programa de mejoramiento genético de chile de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Autónoma de Chihuahua ha creado al menos 20 líneas de alto rendimiento. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue estimar la estabilidad y la interacción genotipo-ambiente del rendimiento en chile tipo chilaca, para identificar cuáles líneas pueden ser promovidas para su venta en las zonas productoras de chilaca del estado de Chihuahua.

## Materiales y Métodos

Para este estudio se consideró el rendimiento de ocho líneas de chilaca del programa de mejoramiento genético de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Autónoma de Chihuahua, más un testigo de amplio uso en el estado de Chihuahua. Las líneas se derivaron del cruzamiento entre las variedades comerciales Sandía y Colegio 64 y del material criollo denominado Chile Negro Vallero del Buenaventura, Chih., que después de cuatro ciclos de selección familiar de autohermanos y dos posteriores de selección uniseminal se detectaron como sobresalientes (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Principales características de nueve genotipos de chilaca evaluados en seis ambientes en el estado de Chihuahua, México.

Genotipo	Fruto		Grado de picor†	Sabor†
	Largo (cm)	Forma		
Harana 1 (H1)	23	Alargado	Medio	Agradable-dulce
Harana 2 (H2)	22	Alargado	Medio	Agradable-dulce
Harana 3 (H3)	18	Alargado	Medio-alto	Agradable-dulce
Harana 4 (H4)	20	Alargado-puntiagudo	Alto	Agradable-dulce
Harana 5 (H5)	18	Alargado-triangular	Medio-alto	Agradable-dulce
Harana 6 (H6)	21	Alargado-triangular	Medio	Agradable-dulce
Harana 7 (H7)	22	Alargado-triangular	Alto	Agradable-dulce
Harana 8 (H8)	21	Alargado-triangular	Medio-alto	Dulce
Colegio 64	25	Alargado	Medio	Dulce

† Obtenido por pruebas organolépticas.

**Cuadro 2.** Ambientes de prueba, tipo de clima, datos de clima y altitud.

Localidad	Clima†	T	P	msnm
Ascensión	BSokw(e')	17.6	396.1	1,473
Ascensión	BSokw(e')	17.2	380.1	1,574
Ricardo Flores Magón	BWhw''(x')(e')	18.4	255.4	1,550
Delicias	BWhw(e')	19.3	275.2	1,171
Lázaro Cárdenas	BWhw''(e')	20.1	260.6	1,155
Camargo	BWhw(w)(e')	20.8	295.0	1,227

† Köppen, modificado por García (1973).

T = temperatura media anual (°C), P = precipitación media anual (mm), msnm = metros sobre el nivel del mar.

Los nueve materiales genéticos se establecieron en el año 2009 en seis localidades productoras de chile (Cuadro 2), bajo un diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones. La unidad experimental consistió de cinco surcos de 5 m de largo separados a 0.92 m, con una separación de 0.3 m entre plantas.

La plántula se produjo bajo condiciones de invernadero en charolas de 200 cavidades en la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales el 10 de febrero de 2009, dándole el manejo

recomendado por la institución. Posteriormente, cuando esta alcanzó el estado de cuatro hojas verdaderas, se trasladó para su trasplante definitivo entre el 2 y el 8 de abril de 2009. En las seis localidades de prueba, el terreno se preparó mediante un barbecho, dos pasos de rastra, nivelación, surcado, riego de presiembra, descopetado y surcado. El trasplante se llevó a cabo en la tarde (2, 3 y 4 de abril de 2009 en las localidades de Camargo, Delicias y Colonia Lázaro Cárdenas, Chih., respectivamente; 5, 7 y 8 de abril de 2009 en las localidades de Ascensión, Buenaventura y Ricardo Flores Magón, Chih., respectivamente) para aplicar el riego inmediatamente de éste. La fertilización y el manejo del cultivo se acondicionaron según lo recomendado por la guía técnica del CAEDEL-INIFAP (1984) y las posibilidades de cada agricultor cooperante. El rendimiento dado en kg por parcela, se obtuvo de tres cortes, considerando únicamente plantas de competencia completa y ajustándolo a un mismo número de plantas por unidad de superficie.

Se aplicó análisis de varianza por localidad y combinando las seis localidades. En ambos casos se utilizó la prueba de separación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), considerando en este último caso a variedades como factor aleatorio y a localidades como fijo. Los datos de rendimiento se analizaron con el modelo de parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell (1966) mediante el paquete estadístico elaborado por González y Ozaeta (2006). El modelo estadístico fue:

$$y_{ij} = \mu_i + b_i I_j + S_{ij}$$

donde:  $y_{ij}$  es el rendimiento medio de la  $i$ -ésima variedad en el  $j$ -ésimo ambiente;  $\mu_i$  es el rendimiento medio de la variedad  $i$  sobre todos los ambientes;  $b_i$  es el coeficiente de regresión que mide la respuesta de la variedad  $i$  en los ambientes de prueba;  $I_j$  es el índice ambiental obtenido de la diferencia entre el rendimiento medio de todas las variedades en el ambiente  $j$  y la media general;  $S_{ij}$  corresponde a la desviación de regresión de la variedad  $i$  en el ambiente  $j$ . En este modelo,  $b_i$  representa la respuesta de un genotipo ante el cambio de la

respuesta ambiental (valor de la pendiente), y  $S_{ij}$ , al ser una medida de variabilidad, mide la consistencia o inconsistencia de la respuesta de la variedad al cambiar de ambiente. Un genotipo es estable cuando su coeficiente de regresión es estadísticamente igual a 1.0 y las desviaciones de regresión son cercanas a cero. Para clasificar a las variedades en función de los valores de los parámetros mencionados, se utilizó el criterio de Carballo y Márquez (1970).

## Resultados y Discusión

El análisis de varianza combinado (Cuadro 3) detectó diferencias significativas entre ambientes, variedades e interacción variedades x ambientes. Un alto porcentaje (82.92%) de la variación en el rendimiento se atribuyó a variedades. Las fuentes de variación ambientes e interacción variedades x ambientes representaron 8.54% y 6.10% del total de la variación, respectivamente. La gran variabilidad genotípica se explica por el origen de los genotipos. Todas las variedades Harana se obtuvieron cruzando el genotipo regional Negro Vallero de Buenaventura con las variedades comerciales Sandía y Colegio 64, ambas de origen norteamericano. Algunos autores, entre ellos Márquez (1985), mencionan que es factible aumentar significativamente la variabilidad genotípica cuando se cruza germoplasma mejorado con variedades regionales y/o silvestres. Tanto la variación ambiental como la interacción variedades x ambientes se reflejan en lo contrastante de las dos grandes regiones ecológicas de Chihuahua donde se siembra el cultivo de chile. Por una parte, las localidades de Buenaventura, Flores Magón y Ascensión corresponden a la zona Noroeste, en tanto que Camargo, Delicias y Lázaro Cárdenas a la zona Centro-Sur del estado. Estas zonas difieren entre ellas, aunque no dentro de las mismas (Cuadro 2); adicionalmente, las medias de rendimiento por ambiente mostradas en el Cuadro 4 reflejan valores parecidos dentro de cada región agroecológica, aunque diferentes entre ellas. Desde el punto de vista estadístico, los porcentajes de variación pequeños documentados en las fuentes ambientes e interacción variedad x

ambiente se explican por este hecho, tal y como lo menciona Kuehl (1994) cuando indica que las fuentes de variación simples y de interacción miden la variabilidad entre y no dentro. Al comparar las dos zonas agrícolas, se observa que los parámetros estadísticos para el Noroeste de Chihuahua (media = 40.8 kg parcela<sup>-1</sup>, error estándar = 2.1 kg parcela<sup>-1</sup> y C.V. = 26.5%) difieren de los correspondientes a la región Centro-Sur (media = 34.9 kg parcela<sup>-1</sup>, error estándar = 1.9 kg parcela<sup>-1</sup> y C.V. = 28.4%). Prácticamente, la variación dentro y entre regiones es pequeña con rendimientos ligeramente superiores en el Noroeste de Chihuahua.

**Cuadro 3.** Análisis de varianza combinado del rendimiento de fruto de nueve genotipos de chile tipo chilaca en seis ambientes del estado de Chihuahua.

Fuente de Var	GL	SC	Porcentaje <sup>‡</sup>	CM
Ambientes (A)	5	2633.56	8.54	526.711**
Repeticiones (R)	24	134.51	0.44	5.6043*
Variedades (V)	8	25578.90	82.92	3197.3624**
V x A	40	1880.82	6.10	47.0205**
Error	192	620.77	2.01	3.2332
R <sup>2</sup>				0.9798
C.V. (%)				4.7471
Media				37.87

<sup>‡</sup> Valor obtenido con base en la Suma de Cuadrados Total

\* Significativo con  $p \leq 0.05$

\*\* Significativo con  $p \leq 0.01$

Con relación al análisis por ambiente, se observó que las variedades Harana 7, Harana 1 y Harana 6 mostraron los rendimientos promedio más altos en las seis localidades (Cuadro 4). Según Hermosillo-Cereceres *et al.* (2008), las tres variedades están fuertemente relacionadas y provienen de cruza entre tipos Sandía y Negro Vallero que se distinguen por su alta aceptación por los productores del noroeste del estado de Chihuahua, no sólo por su calidad sino también por su rendimiento, picor y aroma. Asimismo, Harana 8, Harana 5, Harana 4 y el testigo Colegio 64 fueron las variedades de menor rendimiento. Estas cuatro variedades están ampliamente mezcladas entre los tipos Sandía, Colegio 64 y Negro Vallero.

**Cuadro 4.** Prueba de separación de medias de Tukey por ambiente para el rendimiento (kg parcela<sup>-1</sup>) en nueve genotipos de chilaca.

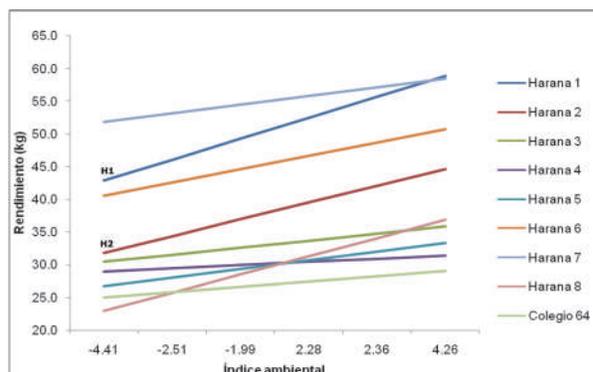
Genotipo	Ascensión	Buenaventura	Flores Magón	Delicias	Lázaro Cárdenas	Camargo
Harana 1	57.8b	57.9a	54.9a	45.2b	43.8b	46.6b
Harana 2	44.4d	43.2c	40.9c	34.3c	32.4c	34.8d
Harana 3	36.9e	34.3de	32.5ef	32.1c	28.1d	35.2d
Harana 4	30.1g	30.2f	31.5ef	34.3c	25.3d	29.9e
Harana 5	35.4ef	31.6ef	30.0f	26.1d	27.8d	29.6e
Harana 6	53.0c	47.0b	46.7b	45.4b	41.3b	40.9c
Harana 7	60.5a	55.3a	54.7a	56.7a	50.2a	53.7a
Harana 8	34.2f	36.2d	36.4d	25.5d	25.9d	22.0f
Colegio 64	26.9h	26.4g	33.8de	23.3d	26.4d	25.6ef
Media	42.1	40.2	40.2	35.9	33.5	35.4
DMSH (p 0.05)	2.5	2.8	3.2	5.1	3.8	4.7

† Misma letra en columna indica diferencia no significativa entre variedades ( $p \leq 0.05$ ).

El análisis de parámetros de estabilidad (Cuadro 5) mostró diferencias estadísticas entre genotipos, indicando amplia variabilidad genotípica, así como en la interacción genotipo x ambiente como se había mostrado en el análisis combinado (Cuadro 3). También se observó que la diferencia de los genotipos evaluados por su coeficiente de regresión con los índices ambientales fue significativa, lo que se atribuye en gran medida a los contrastes en temperaturas y precipitación entre las regiones agrícolas Centro - Sur y Noroeste del estado de Chihuahua (Cuadro 2). De acuerdo con la información del Cuadro 6, y siguiendo la clasificación de estabilidad y adaptabilidad de genotipos propuesta por Carballo y Márquez (1970), las variedades Harana 7, 6, 3, 4 y 5 y colegio 64 se consideran como variedades de buena respuesta en todos los ambientes (estables) cuyo rendimiento no es predecible o inconsistente ( $b_i = 1$ ,  $Sd_i > 0$ ). Harana 1 brinda mejor respuesta en buenos ambientes como los del Noroeste de Chihuahua, aunque su rendimiento no es predecible ( $b_i > 1$ ,  $Sd_i > 0$ ). Harana 2 es la única variedad de rendimiento consistente y/o predecible y se espera que sobresalga en ambientes favorables ( $b_i > 1$ ,  $Sd_i = 0$ ). Sólo

Harana 8 muestra mejor comportamiento en buenos ambientes pero su rendimiento, además de ser bajo, es no consistente ( $b_i > 1$ ,  $Sd_i > 0$ ). En este sentido, Harana 2 es la variedad a recomendarse para el Noroeste de Chihuahua, mientras que Harana 7, Harana 6 y Harana 1, por sus altos rendimientos promedio, deben continuar en el Programa de Mejoramiento Genético de Chilaca donde se buscará que sean variedades sensibles a la mejora de las condiciones ambientales y de comportamiento altamente previsibles. La información proporcionada en este escrito se puede corroborar gráficamente en la Figura 1.

**Figura 1.** Rendimiento de nueve genotipos de chile tipo chilaca en función del índice ambiental



**Cuadro 5.** Cuadrados Medios del Análisis de Varianza bajo el Modelo de Eberhart y Russell (1966) para chilaca en el estudio de parámetros de estabilidad.

Fuente de Variación	GL	CM
Total	53	
Variedades	8	640.58**
Residual	45	
Ambiente (Lineal)	1	
Var x Amb (Lineal)	8	17.55*
Desv. Ponderadas	36	
Harana 1	4	3.27*
Harana 2	4	1.04 ns
Harana 3	4	6.00*
Harana 4	4	9.46*
Harana 5	4	4.23*
Harana 6	4	4.62*
Harana 7	4	6.03*
Harana 8	4	11.65*
Colegio 64	4	12.49*
Error ponderado	192	

ns Diferencia no significativa; \* Diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ).

**Cuadro 6.** Rendimiento medio de los nueve genotipos de chilaca y parámetros de estabilidad en el estudio.

Variedad	Rendimiento (kg parcela <sup>-1</sup> )	Valor Pendiente (b <sub>i</sub> )	Desv. de Reg. (S <sub>d</sub> )
Harana 7	55.2 a	0.759 ns	5.379*
Harana 1	51.0 b	1.851*	2.627*
Harana 6	45.7 c	1.168 ns	3.974*
Harana 2	38.3 d	1.471*	0.389 ns
Harana 3	33.2 e	0.621 ns	5.349*
Harana 4	30.2 f	0.285 ns	8.815*
Harana 5	30.1 f	0.772 ns	3.588*
Harana 8	30.2 f	1.608*	11.04*
Colegio 64	27.1 g	0.464 ns	11.84*
Media General	37.9		
DMSH ( $p = 0.05$ )	2.2		

<sup>†</sup> Misma letra en columna indica diferencia no significativa entre variedades ( $p \leq 0.05$ ).

ns Diferencia no significativa; \* Diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ).

## Conclusiones

Los genotipos Harana 7 y 6 fueron los de mayor rendimiento promedio en todos los ambientes de prueba. Se consideran no consistentes y sensibles a la mejora de las condiciones ambientales.

Harana 1 sobresalió por su alto rendimiento, no es estable y se sugiere se siembre en ambientes favorables (Nuevo Casas Grandes, Flores Magón y Ascensión), dado que su coeficiente de regresión es estadísticamente mayor a 1.

Harana 2 es considerado como la mejor variedad del estudio, de rendimiento intermedio que reúne las características de mercado buscadas por el consumidor final (tamaño, forma y grosor de fruto, picor y sabor).

## Literatura citada

- Alanís, H.W., V Pecina Q., F Zavala G., N. Montes G., A.J. Gámez V., G. Arcos C., M.A. García G., S. Montes H., y L. Alcalá S. 2010. Modelo de Finlay y Wilkinson vs el modelo AMMI para analizar la interacción genotipo-ambiente en sorgo. *Revista Fitotecnia Mexicana* 33(2):117-123.
- Brancourt-Hulmel, M., C. Lecomte. 2003. Effect of environmental variates on genotype environment interaction of winter wheat: A comparison of biadditive factorial regression to AMMI. *Crop Sci.* 43:608-617.
- Brennan, P. S., D. E. Byth, D. W. Draker, I. H. De Lacy, D. G. Butler. 1981. Determination of the location and number of test environments for a wheat cultivar evaluation program. *Austr. J. Res.* 32:189-201.
- Carballo, C. A., F. Márquez S. 1970. Comparación de variedades de maíz de El Bajío y la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. *Agrociencia* 5:129-146.
- Crossa, J., H. G. Gauch Jr., R. W. Zobel. 1990. Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international maize cultivar trials. *Crop Sci.* 30:493-500.
- Eberhart, S. A., W. A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6:36-46.
- Finlay, K. W., A. A. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding program. *Austr. J. Agric. Res.* 14:742-754.
- Gauch, H. G. Jr. 1992. Statistical analysis of regional yield trials: AMMI analysis of factorial designs. Elsevier, New York, New York. 278 p.
- González, G., J. y R. Ozaeta. 2006. Parámetros de estabilidad (S. A. Eberhart and W. Russell). Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales. Cd. Delicias, Chih. México. Versión 1.0 en disco compacto.
- Gurung, T., T. Suchila, S. Bhalang, T. Sungcom. 2012. Stability analysis of yield and capsaicinoides content in chili (*Capsicum* spp.) grown across sin environments. *Euphytica* 187:11-18.
- Hermosillo-Cereceres, M. A., J. González G., S.J. Romero G., M. Luján F., A. Hernández M., S. Arévalo G. 2008. Relación genética de materiales experimentales de chile tipo chilaca con variedades comerciales. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 14(3):301-307.

- Huehn, M. 1990. Nonparametric measures of phenotypic stability. Part I: Applications. *Euphytica* 47:195-200.
- Kuehl, R.O. 1994. Statistical principles of research design and analysis. Duxbury Press. CA, USA. 686 p.
- Mandel, J. 1971. A new analysis of variance model for non-additive data. *Technometrics* 13:1-18.
- Márquez, S. F. 1985. Genotecnia Vegetal. Métodos, teoría, resultados. Tomo I. AGT Editor, S.A. México. 358 p.
- Pérez-López, D. J., L. M. Vázquez G., J. Sahagún C., y A. Rivera P. 2007. Estabilidad del rendimiento de genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Revista Fitotecnia Mexicana* 30(3):279-284.
- Rodríguez-Pérez, J. E., J. Sahagún C., H. E. Villaseñor M., J.D. Molina G., A. Martínez G. 2002. Estabilidad de siete variedades comerciales de trigo (*Triticum aestivum* L.) de temporal. *Revista Fitotecnia Mexicana* 25(2):143-151.
- Shukla, G. K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. *Heredity* 28:237-245.
- Tai, G. C. C. 1971. Genotypic stability and its application on potato regional trials. *Crop Science* 11:184-190.
- Yates, F., W. G. Cochran. 1938. The analysis of groups of experiments. *J. Agric. Sci. (Cambridge)* 28:556-580.
- Wricke, G. 1962. Über eine methode zur erfassung der ökologischen streubreite in field versuchwn. *Z. Pflanzenzüchtg* 47:92-96.
- Zewdie, Y., P. W. Bosland. 2000. Evaluation of genotype, environment, and genotype-by-environment interaction for capsacinoids in *Capsicum annuum* L. *Euphytica* 111:185-190. 

Este artículo es citado así:

González-García, J., S. Guerrero-Morales, J.A. Anchondo-Nájera, J.I. Sáenz-Solís y J.E. Magaña-Magaña. 2015. Estabilidad del rendimiento de chile tipo chilaca. *TECNOCENCIA Chihuahua* 9(1): 15-21.

## Resumen curricular del autor y coautores

**JUVENCIO GONZÁLEZ GARCÍA.** Obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista en 1981 en la Universidad Autónoma Chapingo. En febrero de 1987 recibió el Grado de Maestro en Ciencias en Genética en el Colegio de Postgraduados y el de Doctor en Filosofía (Ph. D.) en Agronomía con mayor en Plant Breeding en 1997 por parte de la New Mexico State University en Las Cruces, Nuevo México, EEUU. A partir de agosto de 1983, está adscrito a la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Autónoma de Chihuahua, actualmente con Categoría de Académico Titular C. Formó parte del Sistema Nacional de Investigadores durante el periodo 1988-1994. Durante su carrera como docente e investigador, ha dirigido 20 tesis de licenciatura y 15 a nivel de Maestría en Ciencias en Horticultura, así como 10 Estudios de Caso en la Maestría en Agronegocios de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Es autor del libro Genética Estadística y coautor en tres libros más. Publicó artículos como autor en revistas como Agrociencia, Chapingo Sección Horticultura, Revista Fitotecnia Mexicana y Revista Mexicana de Agronegocios de difusión nacional e internacional, así como en dos revistas internacionales (*Euphytica* y *Plos One*). De 2000 a la fecha ha coordinado varios proyectos de investigación con financiamiento externo con empresas transnacionales de semillas y agroquímicos (Bayer, Syngenta, Gowen Mexicana, Basf, DowAgrosciences, entre otras), así como con Fundación Chihuahua, Fomix, todos en convenio con la UACH. Forma parte del equipo de revisores de artículos de la Revista Mexicana de Fitotecnia (Sociedad Mexicana de Fitogenética).

**SERGIO GUERRERO MORALES.** Terminó su licenciatura en 1980, en 1984 le fue otorgado el título de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista por la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Realizó su posgrado en El Colegio de Postgraduados de Montecillos Estado de México, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en Fertilidad de Suelos en 1987. El grado de Doctorado en Agricultura y Horticultura lo obtuvo en el 2001 por la Universidad Estatal de Nuevo México en USA. Desde Agosto de 1977 labora en la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales y posee la categoría de Académico Titular C. Fue miembro del Sistema Nacional de Investigadores de 1978 a 1993 como Candidato a Investigador. Su área de especialización es la Fertilidad de Suelos, con énfasis en fertilización orgánica en cultivos horticolas y nogal. Ha dirigido más de 60 tesis de licenciatura, 3 de Maestría en Ciencias. Ha participado en 10 artículos científicos, 20 ponencias en congresos, ha dirigido más de 50 proyectos de investigación.

**JORGE IRAM SÁENZ SOLÍS.** Terminó la licenciatura en 1985, y se le otorgó el título como Ingeniero Agrónomo Fitotecnista en 1987 por la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la UACH. Realizó su posgrado en la misma institución obteniendo el grado de Maestro en Ciencias en "Producción Agrícola en Áreas de Temporal Deficiente" en 2005. Desde febrero de 1986 labora en la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales y posee la categoría de "Académico Titular C", actualmente cuenta con Perfil Deseable (2013- 2016). Posee el Nivel VIII del Programa de Estímulos al Desempeño Docente. Pertenece al Cuerpo Académico en Consolidación UACH-107 "Unidades de Producción Intensiva". Su área de especialización es Fisiología Vegetal y ha dirigido cinco tesis de licenciatura y 10 asesoradas. Ha participado en proyectos de investigación con financiamiento externo (CIMMYT) y ha sido coautor en cuatro artículos científicos en revistas arbitradas. Actualmente imparte las clases de Fisiología Vegetal, Nutrición Vegetal e Invernaderos y es responsable del Laboratorio de Fisiología y Nutrición Vegetal e Invernaderos de la FCAYF-UACH. Responsable de dar servicio a los productores en los análisis de germinación de semillas y Producción de plántulas de hortalizas.