

Incidence of monkey's hand in maize germplasm from different locations in Mexico

Incidencia de la mano de chango en germoplasma de maíz (*Zea mays*) en diferentes localidades de México

José Jesús Márquez-Diego, Carlos De León-García de Alba*, Reyna Isabel Rojas-Martínez, ¹Programa de posgrado en Fitosanidad-Fitopatología; J. Concepción Rodríguez-Maciél, Programa de Posgrado de Fitosanidad-Entomología; ¹Cristián Nava-Díaz. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Km 36.5 Carretera México-Texcoco. Montecillo, Edo. de México, CP 56230.

*Corresponding author: cdeleon@colpos.mx.

Received: April 19, 2022.

Accepted: June 05, 2022.

Márquez-Diego JJ, De León-García de Alba C, Rojas-Martínez RI, Rodríguez-Maciél JC and Nava-Díaz C. 2022. Incidence of monkey's hand in maize germplasm from different locations in Mexico. Mexican Journal of Phytopathology 40(3).

DOI: <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2204-1>

First DOI publication: June 28, 2022.

Primera publicación DOI: 28 de Junio, 2022.

Abstract. The incidence of maize monkey's hand disease was determined in nine states of the Mexican Republic. The evaluation sites were georeferenced, and incidence was estimated along with the farmers to determinate the identity of the germplasm used. Monkey's hand was found affecting maize plants in localities of the States of Puebla with an incidence of 24%, Hidalgo (17.05%), Morelos (11.7%), Chiapas (7.28%), Tlaxcala (7.0%), Oaxaca (6.5%), Veracruz (6.3%), Mexico (6.2%), and Jalisco (3.0%). Data showed a low but positive correlation

Resumen. El objetivo de esta investigación, fue determinar la incidencia y distribución de la enfermedad mano de chango en maíz en nueve estados de la República Mexicana (Tlaxcala, Puebla, Edo. de México, Hidalgo, Veracruz, Morelos, Oaxaca, Chiapas y Jalisco). Los sitios de evaluación se georreferenciaron, se estimó la incidencia y se realizó una encuesta con los productores para determinar la identidad del germoplasma utilizado. La mano de chango se encontró afectando plantas de maíz en localidades de los estados de Puebla con incidencia de 24%, Hidalgo (17.05%), Morelos (11.7%), Chiapas (7.28%), Tlaxcala (7.0%), Oaxaca (6.5%), Veracruz (6.3%), Edo. de México (6.2%), y Jalisco (3.0%). Los datos mostraron una correlación baja, pero positiva ($r=0.30$) entre la altitud y la incidencia. Observaciones indicaron que el germoplasma nativo es más susceptible a la enfermedad que el mejorado.

Palabras clave: Proliferación de mazorcas, enfermedades de maíz, "bouquet ears".

($r = 0.30$) between altitude and incidence. Native germplasm is more susceptible to the monkey's hand disease than improved germplasm.

Key words: monkey's hand, maize diseases, bouquet ears.

Since 1997, maize cultivation has ranked first in planted area and production worldwide (CIMMYT, 2019). In 2021, 8.5 M ha were planted in Mexico with a per capita consumption of 297 kg. Despite the national importance of maize, the average national production is 3.47 t ha⁻¹, lower than the world average of 5.38 t ha⁻¹ and well below that of the United States of America, which produces an average of 10.96 t ha⁻¹ (CIMMYT, 2019). Mexico is one of the major importers of maize. In the 1980s, it imported 3 Mt, an amount that increased to 5 Mt in 2000 (Reyes-Santiago *et al.*, 2022). A record of more than 17 M t were imported in 2018 (CEDRSSA, 2019) and more than 16 M t in 2020 (SIAVI, 2021). In 2021, Mexico used more than US \$5000 000 to purchase white and yellow maize (GCMA, 2022).

One of the several maize diseases includes the Multiple Ears on Same Shank syndrome (Bonnet, 1966), known as MESS (Nielsen, 1999), or Bouquet Ears (Nielsen, 2014). There are only a few reports of this condition, all from recent years, due its low incidence and importance (Ortez *et al.*, 2022). Moreover, its etiology has not been determined yet (Elmore and Abendroth, 2006; Ciampitti, 2014; Thomison and Geyer, 2015; Moghadam *et al.*, 2022).

In Mexico, in 1991, an abnormality was recorded in maize plants involving the development of multiple ears from the main one. Cruz (1991) called it "maize's little hand" (manita del maiz), while Hernández (1993) ruled it out as

Desde 1997, el cultivo de maíz ocupa el primer lugar en la superficie y producción a nivel mundial (CIMMYT, 2019). En 2021, en México se sembraron 8.5 M ha y su consumo *per cápita* fue de 297 kg. Pese a la importancia nacional, se tiene una media de producción nacional de 3.47 t ha⁻¹, inferior al promedio mundial de 5.38 t ha⁻¹ y muy abajo del de Estados Unidos de Norteamérica con una media de 10.96 t ha⁻¹ (CIMMYT, 2019). México es uno de los grandes importadores del cereal, puesto que en los 80s se importaban 3 Mt de maíz, ésta cantidad se incrementó a 5 Mt en el 2000 (Reyes-Santiago *et al.*, 2022). Fue en 2018 cuando se registraron compras históricas mayores a 17 M t (CEDRSSA, 2019) que se ha mantenido en más de 16 M t en 2020 (SIAVI, 2021), representando en 2021 más de \$5000 M USD involucrados en compras maíz blanco y amarillo (GCMA, 2022).

Dentro del complejo de enfermedades del maíz, existe un síntoma de producción múltiple de jilotes (Bonnet, 1966), denominada como MESS ("Multiple Ears on Same Shank") (Nielsen, 1999), o "Bouquet ears" (Nielsen, 2014), de la que existen pocos reportes debido a los bajos niveles de incidencia e importancia que se presentaron en los últimos años (Ortez *et al.*, 2022) y cuya etiología no ha sido determinada (Elmore y Abendroth, 2006; Ciampitti, 2014; Thomison y Geyer, 2015; Moghadam *et al.*, 2022).

En México, en 1991, se documentó un síntoma en plantas de maíz que desarrollaban mazorcas múltiples a partir de la principal, a la que Cruz (1991) llamó "manita del maíz", y Hernández (1993) descartó como enfermedad importante. Aguilar y Molina (1996), determinaron una correlación entre el uso de semillas procedentes de plantas sintomáticas con la incidencia de este problema y descartaron que la aplicación de fungicidas redujera los síntomas. En 2010, en un estudio realizado en Veracruz, México, se reportó el síntoma de producción múltiple de jilotes asociado al fitoplasma "maize bushy stunt" (Alcántara-Mendoza *et al.*, 2010). Márquez-Diego *et al.* (2021) indicaron que los productores

an important disease. Aguilar and Molina (1996) determined a correlation between the use of seeds from symptomatic plants and the incidence of this condition, ruling out that the application of fungicides could reduce the symptoms. In 2010, in a study carried out in Veracruz, Mexico, the symptom of multiple maize ears was reported in association with the phytoplasma “maize bushy stunt” (Alcántara-Mendoza *et al.*, 2010). Marquez-Diego *et al.* (2021) indicated that producers call this condition “monkey’s hand” (Figure 1) and determined that plants with this symptom show a decrease in grain yield ranging from 20 and 86%, depending on the germplasm evaluated. Singh and Pooja (2008) also argued that the incidence of this condition depends on the genetic material. Ortiz *et al.* (2022) found that plants with these symptoms lose between 30 and 90% of their grain. The present study aimed to determine the incidence and distribution of maize plants with symptoms of monkey’s hand at different altitudes and for different germplasms used by farmers.

The study was conducted in nine states of the Mexican Republic, including Tlaxcala, Puebla, State of Mexico, Hidalgo, Veracruz, Morelos, Oaxaca, Chiapas and Jalisco, during the 2021 autumn - winter season. Commercial plots of maize in stage R1 (Ritchie *et al.*, 1986) or later, were selected. Producers were interviewed to learn about the germplasm they had used. In each locality, the geographic coordinates, meters above sea level (masl), genetic material and incidence of the monkey’s hand symptom were determined in 100 plants in each of four rows in the center of the plot. The incidence per plot was estimated from four repetitions of 100 plants in each of the plots, using the formula:

$$I (\%) = n/N * 100$$



Figure 1. Symptom associated with ‘monkey’s hand’ in maize ears.

Figura 1. Síntoma asociado a ‘mano de chango’ en jilote de maíz.

conocen a este problema como “mano de chango” (Figura 1) y determinaron que plantas con éste síntoma tienen una disminución de rendimiento de grano entre 20 y 86%, dependiendo del material genético utilizado. Singh y Pooja (2008) también sostienen que la incidencia es dependiente del material genético. Ortiz *et al.* (2022) encontraron que plantas con síntomas presentan pérdidas de grano que varían de 30 a 90%. El objetivo del presente trabajo fue determinar la incidencia y distribución de plantas de maíz con síntoma de mano de chango en diferentes altitudes y germoplasma sembrado por los agricultores.

El estudio se realizó en nueve estados de la República Mexicana, incluyendo Tlaxcala, Puebla, Edo. de México, Hidalgo, Veracruz, Morelos,

Where: I=incidence, n= number of plants with symptoms, N= total plants evaluated.

The incidence of the disease was associated with altitude (masl) using the covariance and correlation test. The incidence between native varieties and improved varieties was compared. The differences between the sampled states were compared using the Kruskal-Wallis test due to the abnormality of the data.

In studies carried out in India, Singh and Pooja (2010) reported that the “bouquet ears” disease had increased both in distribution and incidence. This information coincides with reports from farmers about a significant decrease in yield associated with the disease. In Mexico, initial reports described it as a symptom of little economic importance (Cruz, 1991; Hernández, 1993; Aguilar and Molina, 1996). However, Márquez *et al.* (2021) documented losses of up to 86% in plants with symptoms (with variations according to the genetic background) in the Mezquital region, in the state of Hidalgo. The data collected in the present study showed a similar behavior (Table 1). It was observed that, in 72 of the 74 localities sampled in the country, the incidence of symptoms indicated that the monkey’s hand was distributed in all the sampled states. Only the hybrid Aspros Gladiador and the native variety in Tlaxcala and Ciudad Mendoza, Veracruz, respectively, did not show symptoms of deformation.

Elmore and Abendroth (2006), Alcántara-Mendoza *et al.* (2010) Thomison (2015), Sravani *et al.* (2021), Márquez-Diego *et al.* (2021), and Moghadam *et al.* (2022) reported that the incidence of this disease depends on the germplasm used. In the present study, the native varieties showed a higher incidence of monkey’s hand symptom, with a mean of 12.06a, than the improved varieties, with 7.53b ($\chi^2 = 0.0367$) (Table 2). Variations in incidence were observed in the different states

Oaxaca, Chiapas y Jalisco, durante la época otoño – invierno 2021. Se seleccionaron parcelas comerciales de maíz en etapa R1 (Ritchie *et al.*, 1986) o posterior. Se hicieron entrevistas a los productores para conocer el germoplasma que habían utilizado. En cada localidad se determinaron las coordenadas geográficas, metros sobre el nivel del mar (msnm), material genético e incidencia del síntoma mano de chango en 100 plantas en cada uno de cuatro surcos en la parte central de la parcela. Para estimar la incidencia por parcela se utilizaron las cuatro repeticiones de 100 plantas en cada una de las parcelas usando la fórmula:

$$I (\%) = n/N * 100$$

Donde: I=incidencia, n= cantidad de plantas con síntomas, N= total de plantas evaluadas.

La incidencia de la enfermedad se asoció con la altitud (msnm) mediante la prueba de covarianza y correlación. La incidencia en las variedades nativas se comparó con las variedades mejoradas. Las diferencias entre las entidades federativas muestreadas se compararon mediante la prueba de Kruskal-Wallis debido a la anormalidad de los datos.

Singh y Pooja (2010), en estudios realizados en India, indican que la enfermedad “bouquet ears” ha incrementado tanto en distribución como en incidencia. Esta información coincide con reportes de agricultores sobre una importante disminución de rendimiento asociado a la enfermedad. En México, reportes iniciales la colocaban como un síntoma de poca importancia económica (Cruz, 1991; Hernández, 1993; Aguilar y Molina, 1996). Sin embargo, Márquez *et al.* (2021) documentaron pérdidas en la región del Mezquital, en Hidalgo, de hasta 86% en plantas con síntomas que variaban de acuerdo al material genético. Datos colectados en el presente estudio muestran un comportamiento similar (Cuadro 1). Se observó que, en 72 de las 74 localidades muestreadas del país, la incidencia de síntomas indicó que la mano de chango se encuentra distribuida

Table 1. Incidence of ‘monkey’s hand’ symptoms in maize plants in different locations in Mexico.**Cuadro 1. Incidencia con síntomas de ‘mano de chango’ en plantas de maíz en diferentes localidades muestreadas en México.**

Estado	Localidad	Coordenadas	Msnm	Germoplasma ^a	Incidencia ^b
Tlaxcala	La Venta	19°33'28.2"N 98°42'16.4"W	2785	Nativo morado	12.5
	La Venta	19°33'56.5"N 98°41'04.2"W	2780	Nativo	13.0
	Calpulalpan	19°35'05.7"N 98°37'44.9"W	2618	Trébol amarillo	0.25
	San Felipe Sultepec	19°35'19.8"N 98°37'02.2"W	2600	Nativo	11.25
	Calpulalpan	19°35'35.7"N 98°35'26.2"W	2620	Nativo	4.0
	Calpulalpan	19°36'30.9"N 98°33'37.8"W	2600	Nativo morado	16.5
	Tlaxco	19°37'11.3"N 98°07'44.8"W	2550	Local	0.5
	Tlaxco	19°36'16.7"N 98°09'10.0"W	2500	Aspros Gladiador	0
Hidalgo	Tetlán de Solidaridad	19°28'35.4"N 98°02'55.5"W	2400	Asgrow H48	5.75
	Emiliano Zapata	19°40'05.8"N 98°33'01.3"W	2500	Nativo	9.5
	Tlanalapa	19°49'40.3"N 98°35'26.2"W	2450	Cacahuacintle amarillo	21.75
	Singuilucan	19°56'06.0"N 98°33'34.5"W	2580	Nativo	23.5
	Cinta larga	20°11'20.7"N 99°13'25.9"W	2005	Nativo	14.0
Puebla	Cinta larga	20°11'20.7"N 99°13'25.9"W	2005	Aspros Hc8	16.5
	Chignahuapan	19°49'20.9"N 98°01'32.9"W	2670	Nativo	22.0
	Chignahuapan	19°47'06.4"N 98°02'20.7"W	2670	Nativo	12.75
	Camino Chignahuapan-Tlaxco	19°44'54.8"N 98°03'26.0"W	2300	Asgrow Rinoceronte	6.00
	San José Chiapa	19°14'11.3"N 97°44'52.4"W	2380	Asgrow H48	39.75
	Sierra de Soltepec	19°06'00.9"N 97°40'03.5"W	2355	Nativo	36.25
	Cerca de Nicolás Bravo	18°40'05.9"N 97°22'15.1"W	2620	Híbrido	3.75
	Cañada de Morelos	18°44'46.1"N 97°24'59.3"W	2323	Nativo	42.25
	Palmar de Bravo	18°50'19.0"N 97°31'15.8"W	2199	Nativo	30.0
	Morelos	Ayala	18°46'23.6"N 98°53'48.7"W	1147	Antílope
Tlayecac		18°45'24.1"N 98°52'16.7"W	1360	Nativo	7.75
Jantetelco		18°44'33.3"N 98°50'10.4"W	1436	Asgrow Berrendo	24.25
Jantetelco		18°43'17.1"N 98°50'58.4"W	1430	Unisem Ares	0.75
Yecapixtla		18°53'26.0"N 98°52'51.3"W	1500	Dekalb 2037	27.5
Atlahuacán		18°57'47.2"N 98°52'22.2"W	1610	Brevant B3916	8.0
Oaxaca		Tuxtepec	18°08'29.8"N 96°10'59.9"W	20	Nativo
	Tuxtepec	18°08'06.9"N 96°10'59.9"W	35	Nativo	3.5
	San Juan Bautista	18°08'04.3"N 96°10'57.5"W	20	Papaloapan	4.5
Jalisco	Autlán de Navarro	19°45'16.6"N 104°21'43.1"W	900	Asgrow 7573	2.0
	Autlán de Navarro	19°45'16.6"N 104°21'43.1"W	900	Asgrow 7573	3.0
	Unión de Tula	19°58'45.7"N 104°15'40.4"W	1349	Asgrow 7573	4.25
Veracruz	Rancho viejo	18°47'02.2"N 97°12'22.0"W	1260	Nativo	20.75
	Nueva Rosita	18°47'47.7"N 97°11'35.6"W	1320	Xalapeño	0.5
	Cd. Mendoza	18°48'53.9"N 97°10'51.2"W	1280	Nativo	0
	Emiliano Zapata	18°43'56.2"N 97°16'31.4"W	1630	Poncho	12.5
	Cosamaloapan de Carpio	18°09'01.5"N 96°10'29.5"W	10	Nativo	9.25
	Cosamaloapan de Carpio	18°08'45.3"N 96°10'31.0"W	15	Nativo	11.5
	Cosamaloapan de Carpio	18°08'44.7"N 96°10'27.8"W	10	Nativo	2.25
	Cosamaloapan de Carpio	18°08'43.6"N 96°10'29.2"W	10	Nativo	0.25
	Cosamaloapan de Carpio	18°08'33.8"N 96°10'30.6"W	10	Papaloapan	6.25
	Cosamaloapan de Carpio	18°08'44.1"N 96°09'42.6"W	20	Papaloapan	10.75
	Cosamaloapan de Carpio	18°08'45.0"N 96°09'44.9"W	20	H-520	3.5
	Cosamaloapan de Carpio	18°09'00.0"N 96°09'45.0"W	10	Nativo	3.75

Table 1 (Cont.). Incidence of ‘monkey’s hand’ symptoms in maize plants in different locations in Mexico.
Cuadro 1 (Cont.). Incidencia con síntomas de ‘mano de chango’ en plantas de maíz en diferentes localidades muestreados en México.

Estado	Localidad	Coordenadas	Msnm	Germoplasma ^a	Incidencia ^b	
Chiapas	Cosamaloapan de Carpio	18°08'43.4"N 96°10'33.3"W	10	Nativo	5.5	
	Cosamaloapan de Carpio	18°08'43.4"N 96°10'33.3"W	10	Nativo	5.5	
	Cosamaloapan de Carpio	18°08'43.4"N 96°10'33.3"W	10	Nativo	5.5	
	Cosamaloapan de Carpio	18°08'43.4"N 96°10'33.3"W	10	Nativo	5.5	
	Siltepec	15°27'42.0"N 92°23'29.5"W	790	Christian	10.25	
	Motozintla	15°25'22.8"N 92°21'22.9"W	830	Dekalb 7500	15.0	
	Motozintla	15°25'33.0"N 92°21'50.9"W	866	Pioneer	15.75	
	Motozintla	15°26'06.6"N 92°21'48.8"W	879	Nativo	2.25	
	Siltepec	15°27'26.3"N 92°22'58.5"W	986	Híbrido amarillo	0.5	
	Siltepec	15°27'26.3"N 92°22'58.5"W	986	Pioneer	1.75	
	Siltepec	15°27'26.3"N 92°22'58.5"W	987	Christian	5.0	
	Siltepec	15°26'40.5"N 92°22'30.5"W	1056	Pioneer	5.0	
	Montecristo de Guerrero	15°39'00.0"N 92°43'12.0"W	1215	Nativo	5.5	
	El Nominado	15°36'00.0"N 92°43'12.0"W	1215	Pioneer	0.75	
	El Nominado	15°36'00.0"N 92°43'12.0"W	1223	Pioneer	16.75	
	El Nominado	15°36'00.0"N 92°43'12.0"W	1223	Jarocho	9.75	
	Edo. de México	Motozintla	15°23'34.5"N 92°25'50.6"W	1226	Nativo	12.75
		Motozintla	15°23'29.6"N 92°24'18.1"W	1250	Nativo	3.5
Motozintla		15°25'11.1"N 92°23'01.9"W	1343	Pioneer	4.75	
Colpos		19°28'06.6"N 98°54'03.5"W	2250	MO19:15# Bco (Colpos)	3.5	
Colpos		19°28'06.6"N 98°54'03.5"W	2250	MO19:19+2# Bco (Colpos)	0.75	
Colpos		19°28'06.6"N 98°54'03.5"W	2250	MO19:Elvia 3 TSR# Bco (Colpos)	5.25	
Colpos		19°28'06.6"N 98°54'03.5"W	2250	MO19:11# Amar. (Colpos)	0.5	
Colpos		19°28'06.6"N 98°54'03.5"W	2250	MO19:CP-Vero1 Bco (Colpos)	5.0	
Colpos		19°28'06.6"N 98°54'03.5"W	2250	MO19:CP Hilda 2 Amar. (Colpos)	1.0	
Chapingo		19°29'30.5"N 98°52'30.7"W	2250	Mejorado	7.0	
Chapingo	19°29'30.5"N 98°52'30.7"W	2250	Mejorado	16.0		
Tepetlixpa	19°00'57.9"N 98°49'49.8"W	2330	Nativo	17.0		

^a According to the interview with the owner of the plot. ^b Average of four replications. / ^a De acuerdo con la entrevista con el dueño de la parcela. ^b Promedio de cuatro repeticiones.

Table 2. Covariance of altitude variables (masl) and incidence of monkey hand disease in maize.
Cuadro 2. Covarianza de las variables de altitud (msnm) e incidencia de la enfermedad mano de chango en maíz.

Variables	R	p-value	Significancia
Correlación Msnm – incidencia (Spearman) = 0.3038984	27.03%	0.01984	*
Covarianza: 2716.052			

sampled. The most affected states were: Puebla, with a percentage greater than 24a, Hidalgo (17ab) and Morelos (11.7b). The states with the lowest incidence were Chiapas (7.2b), Tlaxcala (7.0b), Oaxaca (6.5b), Veracruz (6.3b), State of Mexico (6.2b), and Jalisco with 3.0b % (DMS 5 %: 4.537).

The covariance has a positive value (Table 2) and the correlation a percentage of 30.38, indicating a direct correlation. As the altitude of the location increased, the incidence tended to increase (Figure 2).

The results showed that monkey's hand was found in all the states evaluated, with Puebla having the highest incidence (24 %). The native varieties were more susceptible to the disease than the improved ones. The different altitudes of the localities did not influence the incidence of monkey's hand.

en todos los estados muestreados. Solamente el híbrido Aspros Gladiador y la variedad nativa en Tlaxcala y Ciudad Mendoza, Veracruz, respectivamente, no mostraron síntomas de la deformación.

Elmore y Abendroth (2006), Alcántara-Mendoza *et al.* (2010) Thomison (2015), Sravani *et al.* (2021), Márquez-Diego *et al.* (2021), Moghadam *et al.* (2022) reportaron que la incidencia es dependiente del germoplasma utilizado. En la presente investigación, las variedades nativas presentaron mayor incidencia del síntoma de mano de chango con una media de 12.06a, que las variedades mejoradas con 7.53b ($\chi^2 = 0.0367$) (Cuadro 2). Se observaron variaciones en incidencia en los diferentes estados muestreados. Los estados más afectados fueron: Puebla, con un porcentaje mayor a 24a, Hidalgo (17ab) y Morelos (11.7ab), y los de menor incidencia en Chiapas (7.2b), Tlaxcala (7.0b), Oaxaca (6.5b), Veracruz (6.3b), Estado de México (6.2b) y Jalisco con 3.0b% (DMS 5%: 4.537).

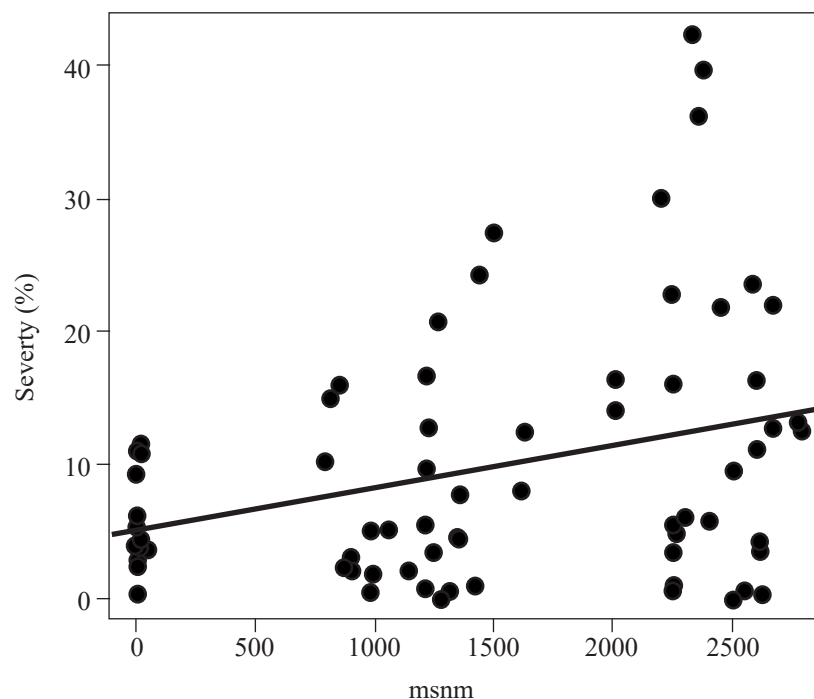


Figure 2. Correlation between the variables of altitude (masl) and the incidence of monkey's hand disease in maize.
Figura 2. Correlación entre las variables de altitud (msnm) y la incidencia de la enfermedad mano de chango del maíz.

CITED LITERATURE

- Alcántara-Mendoza S, Téliz-Ortiz D, De León C, Cárdenas-Soriano A y Hernández-Anguiano A. 2010. Detección y evaluación del fitoplasma maize bushy stunt en el estado de Veracruz, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 97: 34–43. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmfi/v28n1/v28n1a4.pdf>
- Aguilar RVH and Molina GJD. 1996. Factors influencing the presence of ear prolificacy (“Manita”) in maize. *Agrociencia* 30: 569–572.
- Bonnet OT. 1966. Inflorescences of Maize, Wheat, Rye, Barley and Oats: Their Initiation and Development. Univ. of Illinois, College of Agriculture, Agricultural Experiment Station. Bulletin 721. <http://hdl.handle.net/2142/27945>
- CEDRSSA, Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. 2019. Producción de granos básicos y suficiencia alimentaria 2019–2024. <http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/39ProduccionGranosBásicos.pdf>
- Ciampitti I. 2014. Abnormal Corn Ears. *Infection* 2373: 2373. <https://bookstore.ksru.edu/pubs/EP169.pdf>
- CIMMYT. 2019. Maíz Para México. Plan Estratégico 2030. <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/20219/60937.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cruz SPEV. 1991. La proliferación de jilotes en la mazorca (manita) y el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.). Tesis profesional de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. 61 p.
- Elmore RW and Abendroth LJ. 2006. Multiple ears per node. Iowa State University Agronomy Extension Corn Production. <https://crops.extension.iastate.edu/corn/production/management/mid/multiple.html>
- GCMA, Grupo Consultor de Mercados Agrícolas. 2022. Comportamiento de comercio exterior de granos y oleaginosas. <https://gcm.com.mx/reportes/comercio-exterior/granos-y-oleaginosas/>
- Hernández AM. 1993. Evaluación de algunos componentes del rendimiento en cuatro variedades de maíz (*Zea mays* L.) con proliferación en el nudo de la mazorca (manita) en Chapingo México. Tesis profesional de Licenciatura Universidad Autónoma Chapingo. 59 p
- Márquez-Diego JJ, De León-García de Alba C, Rojas-Martínez RI and Sánchez-Pale JR. 2021. Incidence and Effect on Grain Yield of the “Monkey’s Hand” Disease in 29 Maize Genotypes. *Mexican Journal of Phytopathology* 39(3): 1–9. doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2106-2.
- Moghadam HH, Najafinezhad H and Shirkhani A. 2022. Bouquet ears in maize inbred lines as affected by agronomic factors. *Crop Improvement* 1–17. <https://doi.org/10.1080/15427528.2022.2063776%0ABouquet>
- Nielsen RLB. 1999. What a MESS! Corny news network. Purdue University. <https://www.agry.purdue.edu/ext/corn/news/articles/99/990823b.html>
- Nielsen RLB. 2014. Multiple Ears of Corn on the Same Shank. <http://www.kingcorn.org/news/timeless/MessyEars.html%0AMultiple>.
- Ortiz OA, McMechan AJ, Hoegemeyer T, Rees J, Jackson ZT and Elmore RW. 2022. Abnormal ear development in corn: A field survey. *Agrosystems, Geosciences & Environment* 5(1): 1–12. <https://doi.org/10.1002/agg2.20242>
- La covarianza tiene un valor positivo (Cuadro 2) y la correlación un porcentaje de 30.38, indicando una correlación directa ya que al aumentar la altitud de la localidad existe una tendencia de incremento en la incidencia (Figura 2).
- Los resultados obtenidos mostraron que la mano de chango se encontró en todos los estados evaluados, siendo Puebla el que presentó mayor incidencia (24%) y que las variedades nativas fueron más susceptibles que las mejoradas. Las diferentes altitudes de las localidades no influenciaron la incidencia de la mano de chango.

~~~~~ Fin de la versión en Español ~~~~~