







## Identificazione di germoplasma di mais [*Zea mays L.*] tollerante alle principali malattie nell'area tropicale nel sud-est del Messico

## Identificación de germoplasma de maíz [*Zea mays L.*] tolerante a las principales enfermedades en el área tropical del sureste de México

Sierra-Macías, Mauro \* <sup>a</sup>, Becerra-Leor Enrique Noé <sup>b</sup>, Gómez-Montiel, Noel Orlando <sup>c</sup> e Espinosa-Calderón Alejandro <sup>d</sup>

<sup>a</sup>  Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias  MGB-4829-2025  0000-0001-6476-2192 5116

<sup>b</sup>  Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias  0009-0000-0471-1596

<sup>c</sup>  Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias  MGB-4854-2025  0009-0006-1184-3806

<sup>d</sup>  Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias  0000-0002-7128-4712

**Classificazione:**

**DOI:** <https://doi.org/10.35429/P.2025.1.43.56>

Area: Biotecnologie e scienze agrarie

Campo: Scienze agrarie

Disciplina: Agronomia

Sottodisciplina: Miglioramento genetico e protezione delle piante

### Punti chiave del manuale

Lo scopo del presente studio era identificare germoplasmi di mais tropicale con resa elevata e tolleranza alle principali malattie che colpiscono questa coltura. Sono stati valutati gli ibridi H-520, H-518, H-513, H-562 e H-563 in diverse condizioni ambientali, tenendo conto della loro interazione genotipo-ambiente. I risultati hanno indicato che questi ibridi presentano una buona resa, adattabilità e tolleranza alla malattia “macchia d'asfalto” causata da *Phyllachora maydis* e alla ruggine fogliare provocata da *Helminthosporium turcicum*. Inoltre, H-520, H-518 e H-513 hanno mostrato resistenza al “rachitismo” e al marciume delle pannocchie. Il sito sperimentale di San Andrés Tuxtla ha registrato la percentuale media più alta di marciume delle pannocchie [29,88%], costituendosi in un ambiente utile per la selezione di genotipi tolleranti. Questo contributo fa parte delle ricerche del Programma Mais dell'INIFAP, istituzione pubblica nazionale dedicata al miglioramento genetico e sostenibile del mais.

**Area:** Sviluppo di tecnologie strategiche all'avanguardia e innovazione aperta per la trasformazione sociale.

**Citazione:** Sierra-Macías, Mauro, Becerra-Leor Enrique Noé, Gómez-Montiel, Noel Orlando e Espinosa- Calderón Alejandro. 2025. Identificazione di germoplasma di mais [*Zea mays L.*] tollerante alle principali malattie nell'area tropicale nel sud-est del Messico. 43-56. PIREQA.

\* ✉ [\[sierra.mauro@inifap.gob.mx\]](mailto:sierra.mauro@inifap.gob.mx)

**URL dello scaffale del manuale:** <https://www.pireqa.org/proceedings.php>



ISBN 978-607-8948-70-3 /©2009 Autore/i. Pubblicato da PIREQA-México, S.C. per la sua Holding Mexico per conto dell'Proceeding PIINI. Questo è un libro ad accesso libero con licenza CC BY-NC-ND [<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>]

Revisione tra pari sotto la responsabilità del Comitato Scientifico MARVID®- nel contributo al processo di revisione tra pari in ambito scientifico, tecnologico e dell'innovazione attraverso la formazione delle risorse umane per la continuità nell'analisi critica della ricerca internazionale.



## Sommario

Con l'obiettivo di sviluppare una diagnosi delle malattie più importanti del mais nell'area tropicale e subtropicale del Messico sud-orientale e di identificare il germoplasma tollerante, è stata condotta una revisione del lavoro sulle malattie del mais; l'identificazione del germoplasma tollerante ha tenuto conto dell'ambiente naturale con la presenza dell'agente causale; Ad "Achaparramiento", gli ibridi H-520, H-513, H-518 e C-343 erano tolleranti e le località con la più alta incidenza erano: Ignacio de la Llave e La Torrecilla, Tlalixcoyan, Veracruz, ambienti adatti alla selezione di genotipi tolleranti. Per quanto riguarda la carie della pannocchia, gli ibridi H-520, H-518, H-513 hanno registrato le percentuali di danno più basse. San Andrés Tuxtla ha registrato la percentuale più alta [29,88%], un ambiente che consente la selezione di genotipi tolleranti. Nella "Mancha de asfalto", durante la stagione autunnale-invernale negli stati di Veracruz e Guerrero, gli ibridi H-513, H-520, H-518, H-562 e H-563 hanno mostrato buone prestazioni e tolleranza a questa malattia.

### Identificazione di germoplasma di mais (*Zea mays* L.) tollerante alle principali malattie nell'area tropicale del sud-est del Messico

Obiettivi	Metodologia	Contributo
<p>a) Elaborare una diagnosi delle malattie più importanti del mais nelle aree tropicali e subtropicali del sud-est e</p> <p>b) Identificare il germoplasma tropicale del mais con buona resa, adattabilità e tolleranza alle principali malattie.</p>	<p>È stata condotta una revisione degli studi sulle malattie del mais nella regione tropicale del Messico. Sono stati identificati germoplasma tollerante della razza Tuxpeño, varietà, sintetici, ibridi e genitori, tenendo conto dell'ambiente naturale con la presenza dell'agente causale. A "Achaparramiento", la valutazione è stata effettuata a Tlalixcoyan e Ignacio de la Llave, a Veracruz. Per quanto riguarda la carie della pannocchia causata da <i>Diplodia maydis</i> e <i>Fusarium moniliforme</i>, il sito principale di valutazione è stato San Andrés Tuxtla, Ver. A "Mancha de Asfalto", la valutazione è stata effettuata nella stagione autunnale-invernale a Veracruz e Guerrero, dove era presente questa malattia.</p>	<p>Gli ibridi di mais H-520, H-518, H-513, H-562, H-563 presentano buone prestazioni, adattabilità e tolleranza alla malattia "Mancha de asfalto" causata da <i>Phyllachora maydis</i>, <i>Helminthosporium turcicum</i>, importante nelle coltivazioni autunnali e invernali; inoltre, H-520, H-518, H-513 sono tolleranti al nanismo del mais e al marciume delle pannocchie.</p>

## Mais, Malattie, Tropic

### Resumen

Con los objetivos de elaborar un diagnóstico sobre las enfermedades del maíz más importantes en el área tropical y subtropical en el sureste de México e Identificar germoplasma tolerante, se realizó una revisión sobre trabajos de enfermedades en maíz; La identificación de germoplasma tolerante consideró el ambiente natural con la presencia del Agente causal; En "Achaparramiento", los híbridos H-520, H-513, H-518 y C-343 fueron tolerantes y las localidades con mayor incidencia fueron: Ignacio de la Llave y La Torrecilla, Tlalixcoyan, Ver., ambientes aptos para seleccionar genotipos tolerantes. En pudrición de mazorca los híbridos H-520, H-518, H-513, registraron los más bajos porcentajes de daño. San Andrés Tuxtla tuvo el porcentaje más alto [29.88%], ambiente que permite seleccionar genotipos tolerantes. En "Mancha de asfalto", durante el ciclo otoño invierno en los estados de Veracruz y Guerrero, Los híbridos H-513, H-520, H-518, H-562 y H-563 presentaron buen rendimiento y tolerancia a esta enfermedad.

### Identificación de germoplasma del maíz (*Zea mays* L.) tolerante a las principales enfermedades en área tropical del sureste de México

Objetivos	Metodología	Contribución
<p>a) Elaborar un diagnóstico sobre las enfermedades del maíz más importantes en el área tropical y subtropical en el sureste de México</p> <p>b) Identificar germoplasma de maíz tropical, con buen rendimiento, adaptación y tolerante a las principales enfermedades</p>	<p>Se realizó una revisión sobre trabajos de enfermedades de maíz en el trópico de México; La identificación de germoplasma tolerante de la raza tuxpeño, variedades, sintéticos, híbridos y progenitores, se consideró el ambiente natural con la presencia del Agente causal; En "Achaparramiento" la evaluación fue en Tlalixcoyan e Ignacio de la Llave, en Veracruz. En pudrición de mazorca causada por <i>Diplodia maydis</i> y <i>Fusarium moniliforme</i>, fue San Andrés Tuxtla el sitio principal de evaluación; En "Mancha de asfalto", se realizó en otoño invierno en Veracruz y Guerrero, donde esta enfermedad estuvo presente.</p>	<p>Los híbridos de maíz H-520, H-518, H-513, H-562, H-563 presentan buen rendimiento, adaptación y tolerancia a la enfermedad "Mancha de asfalto" causada por <i>Phyllachora maydis</i> y del tizon foliar causado por el hongo <i>Helminthosporium turcicum</i> importantes en siembras del ciclo otoño invierno adicionalmente, H-520, H-518, H-513 tolerantes al "achaparramiento" y pudriciones de mazorca</p>

## Maíz, Enfermedades, Trópico

## Introduzione

In Messico, il mais è la coltura più importante perché fa parte della dieta umana, occupa una vasta superficie coltivata e genera il 36% del valore della produzione agricola. Nel corso del 2022, in Messico sono stati seminati 7,47 milioni di ettari a mais, con una resa di 3,90 t ha<sup>-1</sup> e una produzione totale di 26,55 milioni di tonnellate, con un consumo apparente *pro capite* di 338,10 kg; della produzione totale, 19,35 milioni di tonnellate sono state utilizzate per il consumo diretto, di cui il 67% attraverso l'industria della masa e delle tortillas nel processo di nixtamalizzazione e il 33% attraverso l'industria della farina. Inoltre, nel corso del 2022, sono stati importati 17,40 milioni di tonnellate di grano giallo per l'industria e l'alimentazione animale [SIAP, 2022].

Nella regione tropicale del Messico, nel corso del 2022 sono stati seminati 2,8 milioni di ettari a mais, di cui un milione si trova in province agronomiche con produttività buona e ottima, e 91 mila ettari sono seminati in condizioni di irrigazione; In questa zona è possibile l'uso di sementi migliorate di ibridi, sintetici e varietà con un elevato potenziale di resa in condizioni favorevoli di clima, suolo e gestione da parte degli agricoltori [SIAP, 2022; Espinosa *et al.*, 2019; Sierra *et al.*, 2019].

Le malattie più importanti che colpiscono le colture di mais nella zona tropicale del Messico sud-orientale sono l'“Achaparramiento” [accartocciamento], la malattia dello stunt causata da un *Mycoplasma* e da uno *Spiroplasma* il cui vettore è la Chicharrita *Daldulus maydis* e il complesso “Mancha de asfalto”, associato ai funghi *Phyllachora maydis* [Maubl] e *Monographella maydis* Müller & Samuels, la ruggine fogliare causata dal fungo *Helminthosporium turcicum* e la carie delle spighe causata da *Diplodia maydis* e *Fusarium moniliforme*

La malattia dello stunt è causata da un *micoplasma* e da uno *spiroplasma*, il cui vettore è la chicharita *Daldulus maydis*. Questa malattia è comune nelle semine tardive e dove il mais viene piantato in date scaglionate per la produzione di mais: La malattia “Achaparramiento” è una delle più importanti che ha causato perdite in diversi paesi dell'America, tra cui: Stati Uniti, Messico, America Centrale e Caraibi, Perù e Argentina [Nault 1980, Bradfute *et al.*, 1981, Henríquez e Jeffers, 1997; Gordon *et al.*, 1997; Giménez *et al.*, 2002] ed è stata un fattore limitante nelle zone tropicali e subtropicali

Il complesso “Mancha de asfalto” [ABC], associato ai funghi *Phyllachora maydis* Maubl. e *Monographella maydis* Müller & Samuels, è una malattia che dall'inizio degli anni '90 è diventata il principale fattore limitante nella produzione di mais in alcune zone dei tropici umidi e subumidi e nelle zone di transizione in varie regioni del Messico e dell'America centrale [Hock *et al.*, 1989]. L'incidenza dell'ABC causa gravi perdite di resa, deteriora la qualità del foraggio e ha il potenziale di distruggere alcuni appezzamenti [Pereyda *et al.*, 2009]. In Messico, la malattia è considerata potenzialmente importante in circa 800.000 ettari distribuiti negli stati di Jalisco, Nayarit, Michoacán, Veracruz, Oaxaca, Chiapas e Guerrero [Gómez *et al.*, 2013].

La ruggine fogliare causata dal fungo *Helminthosporium turcicum* è presente in condizioni tropicali e subtropicali e richiede basse temperature e alta umidità relativa, come i requisiti del complesso della macchia d'asfalto. Queste condizioni sono particolarmente frequenti nel Messico sud-orientale nelle prime semine del ciclo autunno-inverno in condizioni di tonalmil, che si ottiene con l'umidità residua della tempesta e le piogge occasionali causate dai venti “del nord”.

La muffa della spiga è la malattia più comune in tutto il mondo nei climi caldi, umidi e secchi [De León 1984].

Le malattie che attaccano il chicco e la spiga possono ridurre significativamente la resa, la qualità e il valore nutrizionale. In Messico, è segnalata nei principali stati produttori di questo cereale. Nei tropici umidi del Messico, questo problema è comune nelle zone con elevata umidità relativa e nuvolosità [Betanzos, 2001]. Le condizioni che favoriscono l'infezione fungina patogena nella spiga sono un ambiente secco all'inizio della stagione, seguito da umidità prima e dopo la fioritura. Gli agenti causali che attaccano principalmente il chicco e la spiga appartengono ai generi: *Giberella* nei climi temperati, *Fusarium* nei climi temperati, subtropicali e tropicali di alta montagna; *Diplodia* nei climi subtropicali e *Botrydiplodia* durante l'estate nei climi tropicali.

D'altra parte, menziona che la putrefazione si verifica durante i periodi molto umidi durante la formazione del chicco e suggerisce che i funghi più frequenti sono: *Fusarium moniliforme*, *Diplodia maydis*, *Nigrospora orizae*, *Cladosporium herbarum* e diverse specie di *Penicillium*, *Aspergillus* e *Rhizopus*

Nel miglioramento genetico del mais per i tropici, è stato identificato germoplasma derivato dalla razza Tuxpeño, con tolleranza alle principali malattie [Reyes, 1985]; Pertanto, nel nord dello stato di Veracruz durante il ciclo autunno-inverno, sotto la pressione naturale della “Mancha de asfalto” causata dal fungo *Phyllachora maydis* e della ruggine fogliare causata dal fungo *Helminthosporium turcicum*, è stato identificato l'ibrido H-513, la cui genealogia corrisponde al semplice incrocio LT154xLT155, definito tollerante alla “Mancha de asfalto” e alla ruggine fogliare; in particolare, questo semplice incrocio è il genitore femminile degli ibridi H-520, H-518 rilasciati a Cotaxtla, Ver e H-562 rilasciati a Iguala Guerrero per la regione della costa del Pacifico; Inoltre, H-565, H-563 sono tolleranti alla “Mancha de asfalto” e la cui genealogia è [CML-311-5-1-3-1 x CML-269-1-2-1-3-1]xLT154 [Sierra et al., 2008; Sierra et al., 2016; Gómez et al., 2008; Gómez et al., 2013].

Per quanto riguarda la tolleranza al nanismo del mais, gli ibridi H-513, H-520, H-518, [CML264xCML150]CML491, H-564C hanno presentato una minore incidenza e una minore gravità dei danni causati dal nanismo del mais alla pianta e alla pannocchia [Sierra et al., 2010; Sierra et al., 2007]; Infine, gli ibridi H-513, H-520, H-518, H-371C, CML146xCML142, CML176xCML144, CLQ6203xCML150, CLQ6601xCML172, hanno mostrato una buona copertura delle pannocchie, un buon aspetto e una buona salute delle piante e delle pannocchie, e un minor danno da marciume delle pannocchie [Sierra et al., 2004]. Gli obiettivi di questo lavoro erano: a) diagnosticare le malattie più importanti delle colture di mais nell'area tropicale e subtropicale nel sud-est del Messico, b) compilare studi sulla tolleranza alle principali malattie del mais e c) identificare il germoplasma con tolleranza alle principali malattie del mais

## Materiali e metodi

**Localizzazione e area di influenza.** La ricerca sulla tolleranza all'arresto della crescita e alla putrefazione delle pannocchie è stata condotta presso la stazione sperimentale di Cotaxtla, che appartiene all'Istituto Nazionale di Ricerca Forestale, Agricola e Zootecnica [INIFAP] e nelle località di Tlalixcoyan, Ignacio de la Llave, San Andrés Tuxtla, Papantla, Isla a Veracruz e Huimanguillo, Tabasco, che si trovano nell'area di influenza dei tropici umidi del Messico e appartengono al gruppo climatico A [Aw, Am e Af], secondo García [2004]. La stazione sperimentale si trova a 18° 50' di latitudine nord e 96° 10' di longitudine ovest, a 15 metri sul livello del mare, con una temperatura media annuale di 25 °C e una piovosità annuale di 1.400 mm distribuita da giugno a ottobre. Il suolo è di origine alluvionale, profondo, con tessitura media in tutto il profilo, buon drenaggio, pH leggermente acido [6,6] e pendenza inferiore all'1%.

**Germoplasma** Il germoplasma utilizzato nella ricerca appartiene alla razza Tuxpeño, integrata con varietà a impollinazione libera, sintetiche, ibride e linee parentali di ibridi, rilasciate per i tropici umidi del Messico.

**Variabili e registrazione dei dati.** Durante lo sviluppo della coltura sono state registrate le seguenti variabili agronomiche: resa in granella e caratteristiche agronomiche. Inoltre, per identificare il germoplasma tollerante, sono state registrate le seguenti variabili: percentuale di piante con danni da arresto della crescita, gravità dei danni da arresto della crescita su una scala da 1 a 9, dove 1 rappresenta il danno minore e 9 il danno maggiore, tenendo conto della colorazione giallo-rossastra delle foglie, della riduzione dell'altezza della pianta e della proliferazione delle spighe, della percentuale di spighe con danni da arresto della crescita [spighe piccole e con meno chicchi], altezza della pianta e della pannocchia, giorni alla fioritura maschile e femminile, aspetto e salute della pianta e della pannocchia su una scala da 1 a 5, dove 1 è il migliore e 5 è il peggiore.

Nell'identificazione dei genotipi per la tolleranza al marciume della pannocchia, sono state registrate anche le seguenti variabili: aspetto e salute della pianta e della pannocchia, percentuale di piante allettate, percentuale di pannocchie con scarsa copertura, percentuale di pannocchie marce e resa in granella

**Procedura.** Per identificare il germoplasma tollerante alle principali malattie del mais nei tropici, è stato preso in considerazione l'ambiente naturale con la presenza dell'agente causale. Pertanto, per il rachitismo, la valutazione è stata effettuata a Tlalixcoyan e Ignacio de la Llave, nella regione centrale di Veracruz, una zona di coltivazione del mais, dove esistono date di semina scaglionate a livello commerciale e dove l'incidenza del rachitismo e il vettore erano naturalmente presenti; Per la putrefazione delle pannocchie causata da *Diplodia maydis* e *Fusarium moniliforme*, il sito di valutazione principale è stato San Andrés Tuxtla, dove i danni da putrefazione sono frequenti e significativi durante il ciclo primaverile-estivo e in condizioni di coltivazione pluviale; Per il complesso "Mancha de asfalto", la valutazione è stata effettuata durante la stagione autunnale-invernale negli stati di Veracruz e Guerrero, dove questa malattia era naturalmente presente.

Queste informazioni sono state precedentemente documentate e sono riassunte in questo contributo: Inoltre, l'aspetto delle piante e delle spighe e le variabili relative alla salute vengono registrati continuamente durante ogni stagione di semina in esperimenti con linee, incroci o varietà a impollinazione libera. Ciò si riferisce all'espressione totale e alla salute della pianta e della spiga utilizzando una scala di valutazione da 1 a 5, dove 1 corrisponde alla migliore espressione fenotipica e 5 alla peggiore.

**Metodi statistici.** Sono state effettuate analisi individuali della varianza per le variabili dello studio e analisi combinate per la resa, la percentuale di piante e la gravità del rachitismo delle piante, nonché la percentuale di danni da rachitismo delle pannocchie [Reyes, 1990]. I dati registrati in percentuale sono stati trasformati in gradi angolari [bliss] per l'analisi della varianza. Sono state effettuate correlazioni fenotipiche tra le seguenti variabili: resa con percentuale di danno da arresto della crescita delle piante e delle spighe, gravità, percentuale di danno alle piante con percentuale di danno alle spighe e quest'ultima con aspetto e salute delle spighe. Per determinare il comportamento dei genotipi nei tre ambienti di valutazione, è stato applicato il modello del parametro di stabilità proposto da Eberhart e Russell [1966] per la variabile della resa in granello

## Risultati e discussione

In Messico, sono stati segnalati danni nella penisola dello Yucatán e nella regione della costa del Golfo, mentre danni superiori al 25% sono stati registrati nelle colture commerciali di Veracruz [Sierra *et al.*, 2004]. Questa malattia è causata dall'interazione di tre agenti patogeni sulla pianta: il virus della striatura fine del mais [MRFV], lo spiroplasma del mais CSS [*Spiroplasma kunkelii*] e il fitoplasma del mais nano cespuglioso MBSM [Bradfute *et al.*, 1981].

In Messico, l'MBSM è più diffuso del CSS ad altitudini elevate di 2.000 metri, mentre è vero il contrario ad altitudini medie e basse inferiori ai 2.000 metri. Entrambi gli agenti patogeni sono trasmessi dalle cicaline dei generi *Dalbulus* e *Baldulus*. *D. maidis* [Madden e Nault, 1983].

Quando sono stati valutati 10 ibridi con e senza infestazione da *D. maydis* a Cotaxtla, Veracruz, è stato determinato che l'ibrido H-371C ha prodotto 4,66 t ha<sup>-1</sup> e l'ibrido H-513 ha registrato una resa di 2,27 t ha<sup>-1</sup>. Questa tolleranza era dovuta principalmente ai genotipi che mostravano una percentuale inferiore di piante e pannocchie con sintomi di complesso di arresto della crescita [Sierra *et al.*, 2004].

L'INIFAP ha generato gli ibridi H-518 e H-520, che sono ibridi trilineari che utilizzano l'ibrido H-513 come genitore femminile. L'H-520 ha dimostrato tolleranza alla malattia dell'arresto della crescita [Sierra *et al.*, 2004; Sierra *et al.*, 2008; Sierra *et al.*, 2016].

## Rese in granello

Per quanto riguarda la resa in granello degli ibridi e delle varietà di mais [Tabella 1], l'ibrido trilineare H-520 ha registrato la resa media più elevata per località e tra le località [6,98 t ha<sup>-1</sup>] nelle tre località. Cotaxtla ha registrato la resa media più elevata [7,46 t ha<sup>-1</sup>], mentre Tlalixcoyan e Ignacio de la Llave hanno registrato le rese più basse [3,81 e 3,32 t ha<sup>-1</sup>], con una perdita rispettivamente del 51% e del 44% per ciascuna località, a causa della presenza della malattia del rachitismo.

Ciò suggerisce l'importanza di ottenere genotipi con un elevato potenziale di resa e tolleranza a questa malattia. [Sierra *et al.*, 2004; Henriquez and Jeffers, 1997; De León, 1984; Gordon *et al.*, 1997]

**Scatola 1****Tabella 1**

Resa in granello negli ibridi e nelle varietà di mais. Veracruz 2005B

Genealogia	Cotaxtla	Tlalixcoyan	Ignacio de la Llave	Media	Bi	S <sup>2</sup> di	T C	Descrizione
H-520	9.81*	5.81*	5.26*	6.98**	1.10	-0.35	37.38*	BAC
H-513	7.54	5.48*	5.04*	6.02	0.59	-0.34	-12.17	S
H-518	8.79*	4.38**	3.92*	5.70	1.19	-0.34	7.00	S
C-343	9.36*	4.49**	2.41	5.42	1.55	0.54	1.87	S
H-519C	7.98**	2.43	3.51**	4.64	1.24	1.09	0.65	BAI
SINT 3	6.48	3.73	3.39**	4.53	0.75	-0.35	-43.45	DAC
VS-536	6.21	3.32	3.27	4.27	0.74	-0.30	-3.74	S
A-7573	7.95**	3.25	1.26	4.15	1.49	0.45	1.76	S
V-537C	5.87	2.80	2.98	3.88	0.75	-0.20	-2.04	S
V-556AC	4.62	2.40	2.16	3.06	0.60	-0.35	-34.06	DAC
Mean	7.46	3.81	3.32	4.86	---	---	---	---
CV [%]	8.26	12.86	19.52	12.67	---	---	---	---
MSE	0.38	0.24	0.42	0.35	---	---	---	---

\* e \*\*=Significatività per valori pari a 0,05 e 0,01 di probabilità, rispettivamente; CV = Coefficiente di variazione; MSE = Errore quadratico medio, BAC = Risposta migliore in ambienti favorevoli e costanti; S= Stabile; BAI = Buona risposta in ambienti favorevoli ma incostanti; DAC = Risposta migliore in ambienti sfavorevoli e costanti.

Fonte: Elaborazione propria

**Danni da acrobazie**

I sintomi principali osservati erano una colorazione rossastra e la proliferazione delle pannocchie di mais, corrispondenti all'agente patogeno Phytoplasma [CMBD] responsabile della malattia del mais cespuglioso; in misura minore, erano presenti sintomi di bande bianche e gialle, corrispondenti alla presenza dell'agente patogeno Spiroplasma [CSS] [De León, 1984; Bradfute et al., 1981; Giménez et al., 2002; e Henriquez e Jeffers, 1997]. Sierra et al., [2010], hanno riportato informazioni sui danni causati dall'arresto della crescita sia alla pianta che alla pannocchia. La percentuale di danni da arresto della crescita nelle piante di mais nelle località di La Torrecilla, Comune di Tlalixcoyan, Ignacio de la Llave e Cotaxtla, Veracruz, ha registrato una percentuale media di danni rispettivamente del 21,44%, 47,45% e 6,57% in ciascuna località. I genotipi che hanno registrato i danni minori da questa malattia a un livello di significatività dello 0,01% sono stati: gli ibridi H-520, H-513, H-518 e C-343 con rispettivamente il 14,57%, il 16,91%, il 17,74% e il 21,97% per ciascun genotipo [Figure 1 e 2 e Tabella 2].

**Scatola 2****Figure 1 e 2**

Sintomi della malattia del nanismo del mais

Fonte: Elaborazione propria

**Scatola 3****Tabella 2**

Percentuale di danno e gravità del nanismo del mais nelle piante e nelle pannocchie in tre ambienti a Veracruz nel 2005B

Genotipo	Piccola torre			Ignacio de la Llave			Cotaxtla			Media		
	PPA	S	PDM	PPA	S	PDM	PPA	S	PDM	PPA	S	PDM
H-520	7.86*	3.5*	22.17*	32.49*	2.5*	24.99*	3.35*	1.5*	1.35	14.57*	2.5*	16.18*
H-513	11.77*	4*	36.94*	34.69*	3*	10.94*	4.28*	1.5*	6.10	16.91*	2.83*	17.99*
H-518	15.22*	5	40.36*	34.19*	3.5	25.62*	3.82*	3.5	8.72	17.74*	4	24.90**
C-343	15.46*	3*	64.27	47.27*	6.5	44.47	3.19*	2*	6.27	21.97**	3.8**	38.34
SINT 3	18.75**	5	52.38	46.78*	5*	24.96*	6.18*	3**	9.50	23.90	4.33	28.95
VS536	24.26	7	59.66	45.96*	5*	25.73*	6.37*	4	5.60	25.53	5.33	30.33
H519C	28.15	7	65.26	58.33	6**	38.30	4.69*	2.5*	12.96	30.39	5.17	38.83
A-7573	25.57	4*	99.10	58.04	6.5	92.80	15.07	4	11.57	32.89	4.83	67.83
V537C	35.88	7	64.43	57.06	7.5	24.80*	6.14*	4	5.28	33.03	6.17	31.50
V556AC	31.53	6.5	45.88**	59.75	8.5	34.32	12.61	3.5	5.15	34.63	6.17	28.45
Media	21.44	5.20	55.05	47.45	5.4	34.69	6.57	2.95	7.25	25.16	4.52	32.33
CV [%]	8.57	15.7	8.35	8.28	21.2	19.13	18.25	17.61	16.83	10.19	19.15	15.59

\* e \*\*=Significatività delle voci con probabilità pari a 0,05 e 0,01; PPA = Percentuale di piante con danni da arresto della crescita; S = Gravità; PDM = Percentuale di pannocchie con danni da arresto della crescita; CV = % Coefficiente di variazione

Fonte: Elaborazione propria

Per quanto riguarda le località, Cotaxtla ha registrato una resa media di granella pari a 7,46\*\* t ha<sup>-1</sup>; nella variabile percentuale di danno alle piante dovuto al rachitismo, Ignacio de la Llave ha registrato il valore medio più alto con il 47,45%\*\*; seguito da La Torrecilla, nel comune di Tlalixcoyan, con il 21,44%, mentre il valore più basso è stato registrato a Cotaxtla, con il 6,57%; Allo stesso modo, nella variabile della gravità, Ignacio de la Llave e La Torrecilla, Veracruz, hanno registrato i valori più alti, rispettivamente 5,4 e 5,2 per ciascuna località.

Tlalixcoyan e Ignacio de la Llave sono zone in cui la coltivazione del mais per la produzione di mais è importante e le date di semina scaglionate non consentono di interrompere il ciclo del vettore, la cicalina *D. maydis*

### Correlazioni fenotipiche

Il lavoro riportato da Sierra *et al.*, [2010], ha trovato una correlazione negativa e altamente significativa tra la resa in granella e la percentuale di arresto della crescita delle piante [-0,78\*\*], la gravità del danno alle piante [-0,81\*\*] e la percentuale di arresto della crescita delle pannocchie [-0,71\*\*]. Ciò indica che maggiore è il danno di arresto della crescita delle piante e delle pannocchie e maggiore è la gravità, minore è la resa in granella.

La variabile “percentuale di arresto della crescita delle piante” ha registrato una correlazione positiva e altamente significativa con la gravità del danno [0,77\*\*], la percentuale di pannocchie con arresto della crescita [0,44\*] e la salute delle piante [0,81\*\*]. Infine, è stata riscontrata una correlazione positiva e altamente significativa tra la percentuale di pannocchie con arresto della crescita e le variabili aspetto delle pannocchie [0,84\*\*] e salute delle pannocchie [0,81\*\*].

Questi valori suggeriscono che la malattia dell'arresto della crescita influisce sulla resa in granella e sulla qualità delle pannocchie e della granella [Gordon, *et al.* 1997].

### Marciume delle spighe

Il marciume delle spighe è la malattia più comune in tutto il mondo nei climi caldi, umidi e secchi [De León 1984]. Le malattie che attaccano il chicco e la spiga possono ridurre significativamente la resa, la qualità e il valore nutrizionale. In Messico, è stata segnalata nei principali stati produttori di mais. Nei tropici umidi del Messico, questo problema è comune nelle zone con maggiore umidità relativa e nuvolosità [Betanzos 2001].

Le condizioni che favoriscono l'infezione da funghi patogeni nella spiga sono un ambiente secco all'inizio della stagione, seguito da umidità prima e dopo la comparsa della seta. Gli agenti causali che attaccano maggiormente il grano e la pannocchia appartengono ai generi: *Giberella* nei climi temperati, *Fusarium* negli altipiani temperati, subtropicali e tropicali; *Diplodia* nei climi subtropicali e *Botrydiplochia* durante l'estate nei climi tropicali. D'altra parte, menziona che la putrefazione si verifica quando ci sono periodi molto umidi durante la formazione del chicco e suggerisce che i funghi più frequenti sono: *Fusarium moniliforme*, *Diplodia maydis*, *Nigrospora orizae*, *Cladosporium herbarum* e diverse specie di *Penicillium*, *Aspergillus* e *Rhizopus*. *Diplodia maydis* è molto importante nella maggior parte delle zone in cui il mais è coltivato in modo estensivo.

Il fungo è la causa di una quantità considerevole di macchie fogliari, rotture dello stelo, caduta delle pannocchie, scarsa qualità dei chicchi e basse rese. Questi agenti patogeni si trovano generalmente in luoghi temperati e caldi con abbondante umidità. Il marciume inizia alla base della pannocchia e si diffonde a tutti i chicchi man mano che progredisce verso la punta [Figura 3]. I sintomi iniziali sulla pannocchia includono una decolorazione grigio-verde delle spate, che poi si raggrinziscono e si seccano; l'infezione precoce provoca il marciume completo della pannocchia, che diventa raggrinzita e di colore grigio-marrone o giallastro, con una crescita cotonosa tra i chicchi.

## Scatola 4

**Tabella 3**

Resa in granella t ha<sup>-1</sup> e parametri di stabilità degli ibridi di mais proteico di qualità in diversi ambienti CIRGOC 2001B e 2002B

Entrata	Genealogia	Media	%				Descrizione
			Relativo	Bi	S <sup>2</sup> Di	Tcalc	
60	REMACO38	7.12*	112	1.34	-0.31	1.96	S
33	CLQ6203XCML150	7.10*	112	1.30	-0.27	1.60	S
36	CML146XCML142	7.08*	111	1.51	0.45	1.50	S
59	REMACO37	6.93*	109	1.16	-0.25	0.81	S
58	H-520	6.87*	108	1.66	-0.13	2.93*	BAC
39	CML176XCML142	6.87*	108	1.25	-0.04	1.02	S
53	H-553 C	6.79*	107	1.15	-0.44	1.16	S
43	H-363 C	6.75*	106	1.12	0.38	0.36	S
1	[CML141XCML144]XCML142	6.73*	106	1.14	0.66	0.36	S
40	CML176XCML144	6.67*	105	0.97	0.47	-0.08	S
55	H-559 C	6.64*	104	0.92	-0.22	-0.40	S
10	[CML144XCML159]XCML186	6.54**	103	1.30	0.10	1.09	S
62	PANTERA	6.53**	103	1.15	0.43	0.43	S
12	[CML149XCML186]XCML142	6.53**	103	1.15	-0.38	1.00	S
34	CLQ6601XCML172	6.51**	102	1.28	-0.39	1.85	S
15	[CML149XCML186]XCML176	6.49**	102	0.78	-0.32	-1.26	S
30	[CML186XCML142]XCML176	6.44**	101	0.80	-0.08	-0.83	S
26	[CML177XCML186]XCML142	6.41**	101	0.63	-0.30	-2.05	S
17	[CML158XCML144]XCML176	6.40**	101	0.75	-0.33	-1.51	S
31	[CML186XCML146]XCML142	6.36	100	1.10	0.45	0.29	S
63	H-513	6.36	100	1.05	-0.50	0.53	S
19	[CML173XCML142]XCML186	6.33	100	1.52	-0.00	2.03	BAI
11	[CML146XCML142]XCML159	6.25	98	0.89	0.09	-0.38	S
50	H-519 C	6.06	95	0.95	-0.37	-0.34	S
56	H-516	5.80	91	0.90	-0.50	-1.07	S
	Media	6.15					
	CV [%]	12.38					
	DMS0.05	0.56					
	DMS0.01	0.74					

S = Stabile; BAC = Risposta migliore in ambienti favorevoli e costante; BAI = Risposta favorevole in tutti gli ambienti ma incostante

Fonte: Elaborazione propria

La marciume delle spighe è più comune durante i periodi di impollinazione secchi seguiti da tempo umido, e le spighe sono più suscettibili all'infezione due o tre settimane dopo la fioritura femminile. Sierra et al., [2004], da una valutazione degli ibridi di mais per la loro tolleranza al marciume delle pannocchie, è stato individuato un gruppo di 11 ibridi eccellenti per la resa in granella

[Tabella 3] e 9 eccellenti per la percentuale di pannocchie marce con una probabilità dello 0,05 [Reyes, 1990] [Tabella 4], di cui H-520 e H-518 sono ibridi trilineari normali e 7 sono ibridi con elevata qualità proteica, quali: CLQ6203 x CML150, CLQ6601 x CML172, H-371C, CML176 x CML144, H-554C, CML146 x CML142 e H-551C.

## Scatola 5



**Figure 3**

Marciume dell'orecchio causato dai funghi del mais *Diplodia maydis*, *Fusarium moniliforme* e, in misura minore, *Nigrospora orizae*

Fonte: Elaborazione propria

Per quanto riguarda la percentuale di pannocchie marce, San Andrés Tuxtla ha registrato la percentuale media di danno più elevata [29,88%]. Ciò è dovuto al fatto che la località presenta condizioni climatiche che favoriscono la presenza dei funghi *Fusarium moniliforme* e *Diplodia maydis*, agenti causali del marciume delle pannocchie, quali: elevata umidità relativa e forte nuvolosità durante la fioritura e il periodo di riempimento del chicco [Betanzos 2001] [Tabella 4]. Gli agenti causali del marciume delle spighe nella località di San Andrés

Tuxtla, Veracruz were *Fusarium moniliforme*, *Diplodia maydis* and, to a lesser extent, *Nigrospora orizae*

## Scatola 6

**Tabella 4**

Percentuale di marciume dell'orecchio negli ibridi di mais proteico di qualità. CIRGOC 2001B e 2002B

Entrata	Genealogia	COT 01	PAPAN 01	HUIM 01	HUIM 02	COT 02	SAT 02	Media
33	CLQ6203XCML150	3.4	1.19	0	0	0	12.16	2.79*
34	CLQ6601XCML172	0.3	1.13	0	0	0	16.24	2.95*
57	H-518	4.3	2.5	1.32	0	0.13	14.68	3.82*
47	H-371 C	3.2	2.7	0	0.98	1.33	19.23	4.57*
58	H-520	3	5	0	0	1.23	19.22	4.74*
40	CML176XCML144	1.4	1.09	0	0	1.89	26.19	5.10*
54	H-554 C	1.6	5.74	1.35	0	1.04	21.42	5.19*
36	CML146XCML142	3.9	8.29	0	0	1.53	17.77	5.25*
51	H-551 C	1.7	3.31	0	0	4.08	22.43	5.25*
60	REMACO38	1.3	4.85	0	0	0	25.92	5.35**
63	H-513	1.3	5.13	3.77	0	0.14	22.81	5.53**
59	REMACO37	2.9	7.63	0	0	0.46	24.63	5.94**
1	[CML141XCML144]XCML142	6.2	0	0	0	0.13	29.38	5.95**
39	CML176XCML142	4.7	5.99	0	0	1.26	24.42	6.06**
52	H-552 C	0.8	7.14	0	0	0.72	29.77	6.41**
31	[CML186XCML146]XCML142	5.9	5.53	0	0	1.86	26.08	6.56**
4	[CML142XCML149]XCML176	8.4	2.13	0	0.89	1.91	26.69	6.67**
43	H-363 C	2.5	11.01	0	0	2.86	25.59	6.99**
48	H-441 C	5.4	2.28	1.85	0	4.25	30.17	7.33**
11	[CML146XCML142]XCML159	7.6	7.32	1.19	0	4	24.54	7.44**
50	H-519 C	3.1	2.09	2.28	0	2.28	35.21	7.49**
26	[CML177XCML186]XCML142	5.6	2.22	1.16	0	1.78	34.35	7.52**
8	[CML142XCML186]XCML144	3.3	11.25	2.33	1	1.37	26.36	7.60**
55	H-559 C	3.3	5.77	1.04	1.75	1.95	32.71	7.75
64	H-558C	7.8	18.75	1.28	0	3.28	15.89	7.83
53	H-553 C	3.9	11.74	0	3.69	4.59	24.51	8.07
41	CML176XCML159	5.6	4.84	0	0	0.15	38.82	8.24
56	H-516	8.7	9.52	4.89	0	0.94	28.8	8.81
19	[CML173XCML142]XCML186	14.1	25.38	1.09	0.94	6.16	34.47	13.69
25	[CML177XCML149]XCML186	14.4	13.41	3.41	2.12	0.92	50.28	14.09
	Media	7.65	8.57	2.08	0.57	2.31	29.88	8.51
	LSD	8.8	0	0	0	0	15.57	1.46
	CV [%]	57.3	32.08	46.17	32.94	42.22	25.94	27.97
	FSIG	1	0	0	0	0	5	1

\*e \*\*= Significatività delle voci rispettivamente a 0,05 e 0,01 di probabilità; COT= Cotaxtla, PAPAN= Papantla, HUIM = Huimanguillo, SAT= San Andrés Tuxtla, Veracruz

Fonte: Elaborazione propria

### “Macchia d'asfalto”.

Il complesso "Mancha de asfalto" [ASC], associato ai funghi *Phyllachora maydis* Maubl. e *Monographella maydis* Müller & Samuels, è una malattia che dall'inizio degli anni '90 è diventata il principale fattore limitante nella produzione di mais [*Zea mays* L.] in alcune zone dei tropici umidi e subumidi e nelle zone di transizione [Hock et al., 1989] in varie regioni del Messico e dell'America centrale [Figure 4 e 5]. L'incidenza dell'ASC causa gravi perdite di resa, deteriora la qualità del foraggio [Pereyda et al., 2009] e può potenzialmente distruggere alcuni appezzamenti. In Messico, la malattia è considerata potenzialmente importante in circa 800.000 ettari distribuiti negli stati di Jalisco, Nayarit, Michoacán, Veracruz, Oaxaca, Chiapas e Guerrero. [Gómez et al., 2013]

#### Scatola 7



**Figure 4 e 5**

Sintomi della "macchia dell'asfalto" nelle piante di mais causata da *Phyllachora maydis* Maubl. e *Monographella maydis* Müller & Samuels

Fonte: Elaborazione propria

Nei tropici e subtropici del Messico vengono coltivati poco più di 4 milioni di ettari di mais [Gómez et al., 2013]. In queste zone, la malattia fogliare “Mancha de asfalto” colpisce più di 500.000 ettari negli stati di Nayarit, Jalisco, Guerrero, Chiapas e Veracruz. Il complesso “Mancha de asfalto” [ASC] del mais [*Zea mays* L.], indotto dai funghi *Phyllachora maydis* Maubl e *Monographella maydis* Müller & Samuels, è una malattia importante dal punto di vista económico.

Il miglioramento genetico della resistenza dell'ospite attraverso la generazione di genotipi resistenti rappresenta la misura di controllo più efficace per la malattia [Hernandez et al., 2015; Hock et al., 1989]. La “Mancha de asfalto” *Phyllachora maydis* e *Helminthosporium turcicum* aumentano principalmente in condizioni di elevata umidità relativa e basse temperature. Ciò è comune nel Messico sud-orientale durante la stagione di semina autunnale-invernale in condizioni di tonalmil. Le semine che si realizzano con le piogge residue della tempesta e le piogge occasionali causate dai venti settentrionali [Figura 6]

Nel nord dello stato di Veracruz, durante la stagione autunnale-invernale, sotto la pressione naturale della “Mancha de asfalto” causata dal fungo *Phyllachora maydis* e dalla ruggine fogliare causata dal fungo *Helminthosporium turcicum*, è stato identificato l'ibrido H-513, la cui genealogia corrisponde all'incrocio semplice LT154xLT155, definito tollerante alla “Mancha de asfalto” e alla ruggine fogliare; in particolare, questo incrocio semplice è il genitore femminile degli ibridi H-520, H-518 rilasciati a Cotaxtla, Ver e H-562 rilasciati a Iguala Guerrero per la regione costiera del Pacifico; Così come l'H-563, tollerante alla “Mancha de asfalto” e la cui genealogia è [CML-311-5-1-3-1 x CML-269-1-2-1-3-1]xLT154.

Il miglioramento genetico della resistenza dell'ospite attraverso la generazione di genotipi resistenti rappresenta la misura di controllo più efficace per la malattia. La selezione ricorrente potrebbe essere il metodo di allevamento più utile per accumulare e aumentare i livelli di resistenza alle malattie in popolazioni sintetiche o composite [Hernández et al., 2015]

## Scatola 8



**Figure 6**

Sintomi della ruggine fogliare causata da *Helminthosporium turcicum*

*Fonte: Elaborazione propria*

### Sfide nel miglioramento genetico

Identificazione delle fonti di resistenza attraverso la valutazione del germoplasma per la sua tolleranza alle malattie Corn Stunt, “Mancha de asfalto” Complex e marciume delle pannocchie e l'uso di germoplasma migliorato e autoctono della razza Tuxpeño e di altre razze per ottenere ibridi e varietà di mais con una buona resa e caratteristiche agronomiche favorevoli, con tolleranza ai fattori biotici e abiotici avversi, adatti alla regione tropicale nel sud-est del Messico.

### Conclusioni

I genotipi che hanno registrato la resa più elevata e la minore incidenza e gravità dei danni da arresto della crescita nelle piante e nelle pannocchie sono stati H-520, H-513, H-518 e C-343.

Le località con la percentuale più elevata di danni da arresto della crescita e gravità nelle piante e nelle pannocchie sono state Ignacio de la Llave e La Torrecilla, nel comune di Tlaxicoyan, Veracruz. Questi sono considerati ambienti adatti per la selezione di genotipi tolleranti a questa malattia

Gli ibridi H-513, H-520, H-518, H-562 e H-563 hanno mostrato un'elevata resa in granella e caratteristiche agronomiche, oltre a tolleranza al complesso “Mancha de asfalto”

Gli ibridi normali REMACO 38, H-520 e quelli ad alta qualità proteica CLQ6203xCML150, CML146xCML142, CML176xCML142, H-553C, H-363C, [CML141xCML144]xCML142, CML176xCML144, hanno mostrato un'elevata resa in granella e le percentuali più basse di marciume della pannocchia

San Andrés Tuxtla ha registrato la percentuale media più alta di marciume della pannocchia [29,88%] e, date le sue condizioni climatiche, è considerato un ambiente che consente la selezione di genotipi tolleranti al marciume della pannocchia

### Conflitto di interessi

Gli autori dichiarano l'assenza di conflitti di interesse.

### Dichiarazione di contributo degli autori

*Sierra-Macías, Mauro*: coltivatore di mais, corresponsabile del progetto: “Mejoramiento genético y registro de variedades de maíz para el trópico bajo de México y sus nichos ecológicos”. Partecipante alla generazione di genotipi di mais, variabili e registrazione dei dati

*Becerra-Leor, Enrique Noé*. *Patologia vegetale* variabili e registrazione dei dati, organizzazione dei dati ed elaborazione delle informazioni

*Gómez-Montiel, Noel Orlando*: Miglioratore di mais, responsabile del progetto: “Mejoramiento genético y registro de variedades de maíz para el trópico bajo de México y sus nichos ecológicos”. Partecipazione alla generazione di genotipi di mais, variabili e registrazione dei dati

*Espinosa-Calderón, Alejandro*. Allevatore di mais, organizzazione dei dati ed elaborazione delle informazioni

### Disponibilità di dati e materiali

I dati e le informazioni presentati in questo contributo sono dati di esperimenti condotti dall'INIFAP.

### Finanziamenti

Gli autori desiderano ringraziare l'INIFAP [Istituto Nazionale di Ricerca Forestale, Agricola e Zootecnica] in Messico per aver finanziato e sostenuto questa ricerca.

### Abbreviazioni

SECIHTI	Ministero della Scienza, delle Scienze umane, della Tecnologia e dell'Innovazione
CP	Scuola di specializzazione
INAPESCA	Istituto Nazionale della Pesca
INIFAP	Istituto Nazionale di Ricerca Forestale, Agricola e Zootecnica
SADER	Ministero dell'Agricoltura, dell'Allevamento e dello Sviluppo Rurale
SIAP	Servizio di informazione agroalimentare e ittica
TECNM	Istituto Tecnologico Nazionale del Messico
UACH	Università Autonoma di Chapingo
UV	Università di Veracruz

### Riferimenti

#### Nozioni di base

Eberhart S., A. y W., A. Russell. 1966. [Stability parameters for comparing varieties](#). *Crop sci.* [6]: 36-40.

Espinosa C., A.; Tadeo R., M.; Turrent F., A.; Zamudio G., B.; Valdivia B., R.; Sierra M., M.; Gómez M., N.; Virgen V., J.; Mora G., K.Y. 2019. [Producción de maíz y soberanía alimentaria en el contexto del deterioro ambiental de México](#). En: *Economía política de la devastación ambiental y conflictos socioambientales en México*. Coord. Barreda M., A., Enriquez V., L. y Espinoza H., R. p. 323-380.

García., M.E. 2004. [Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen](#). 5ª Ed. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. México DF México 246p.

Reyes C., P. 1985. [Fitogenotecnia básica y aplicada](#). AGT Editor, México. 460 p.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP] 2022. [Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Acciones y programas Producción agrícola](#). Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural [SADER]. Disponible en: [http://www.gob.mx/siap/acciones y programas de producción agrícola](http://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas-de-produccion-agricola). [Cons. 31 de julio del 2023]. s/p.

Sierra, M. M., Rodríguez, M. F. A., Gómez M., N.; Espinosa, C., A.; Ugalde A., F.J.; Andrés M., P. 2019. [Mejoramiento genético de maíz para el trópico húmedo de México](#). En: *Avances en Investigación agrícola, Pecuaria, Forestal, Acuícola, Pesquería, Desarrollo Rural, Transferencia de Tecnología, Biotecnología, Ambiente, Recursos Naturales y Cambio Climático*. INIFAP, CP, UACH, INAPESCA, UV, TECNM, Medellín, Ver. p. 482-499.

Reyes C., P. 1990. [Diseño de experimentos aplicados](#). Ed Trillas 3ª Ed. México D.F. 348p

### Supporti

- Bradfute, O.E.; Tsai, J.H.; and Gordon, D.T. 1981. [Corn stunt spiroplasma and viruses associated with a maize disease epidemic in southern Florida](#). *Plant Disease*. 65: 837-841.
- De León, C. 1984. [Enfermedades del maíz](#). Una guía para su identificación en el campo. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Tercera Ed., El Batán, Texcoco, Edo. México. 114 p.
- Henríquez, P. y Jeffers, D. 1997. [El achaparramiento del maíz: patógenos, síntomas y diagnóstico](#). In: Síntesis de resultados experimentales del PRM 1993-1995. CIMMYT PRM Guatemala. Vol. 5: 283-290
- Hernández R., L.; Sandoval I., J.S.; Mahuku., G.; Benítez R., I.; y Cruz I., S. 2015. [Genética de la resistencia al complejo Mancha de asfalto en 18 genotipos tropicales de maíz](#). *Revista Fitotecnia Mexicana* Vol. 38 [1]: 39 – 47
- Hock J., J.; Kranz y B. L. Renfro 1989. [El “Complejo mancha de asfalto” de maíz, su distribución geográfica, requisitos ambientales e importancia económica en México](#). *Revista Mexicana de Fitopatología* 7:129-135
- Madden, L.V.; and Nault, L.R. 1983. [Differential pathogenicity of corn stunting Mollicutes to leafhopper vectors in \*Dalbulus\* and \*Balbulus\* species](#). *Phytopathology*. 73: 1608-1614.
- Nault, L.R. 1980. [Maize bushy stunt and corn stunt: A comparison of disease symptoms, pathogens host ranges and vectors](#). *Phytopathology* 70: 659-662.
- Pereyda H., J, J.; Hernández M., J. S.; Sandoval I., S.; Aranda O., C.; De León, C.; Gómez M., N. 2009. [Etiología y manejo de la mancha de asfalto \[\*Phyllachora maydis\* Maubl.\] del maíz en Guerrero, México](#). *Agrociencia* 43:511-519.

### Contesto

- Betanzos M.E. 2001. [Variedades de maíz resistentes, una opción para reducir la pudrición de mazorca en Chiapas México](#). *Agric. Tec. Méx.* Vol. 27 [1]: 57-67
- Giménez P., M.; De Oliveira E.; Resende R., O.; Laguna I., G; Conci L., R; Avila A.; Herrera P.; Caldeano E.; Virla E.; y Nome C., F. 2002. [Occurrence of corn stunt maize viruses in the provinces of Tucumán and Córdoba in Argentina](#). *Fitopatol. Bras.* [27]: 403-407
- Gómez M., N.; González C., M.; Cantú A., M.A.; Sierra M., M.; Coutiño E., B.; Manjarrez S., M. 2013. [H-563, Híbrido de maíz tropical tolerante a la enfermedad “Mancha de Asfalto”](#). *Revista Fitotecnia Mexicana* Vol. 36 [1]: 81-83
- Gómez M., N.; Sierra M., M.; González C., M.; Cantú A., M.A.; Ramírez F., A.; Wong P., J.J.; Manjarrez S., M.; Ramírez D., J.L.; Espinosa C., A. 2008. [H-562, híbrido de maíz de alto rendimiento para el trópico húmedo y seco de México](#). *Agricultura Técnica en México* Vol 34 [1]: 101-105
- Gordon, R.; de Gracia, N.; Franco, J.; y González, A. 1997. [Evaluación de distintas épocas de siembra y la incidencia del achaparramiento en maíz, Azuero, Panamá, 1993-94](#). In: Síntesis de resultados experimentales del PRM 1993-1995. CIMMYT-PRM Guatemala. Vol 5: 268-273.
- Sierra M., M; Palafox c., A.; Rodríguez M., F.; Espinosa C., A.; Vásquez C., G.; Gómez M., N.; Filiberto Caballero H., F.; Barrón F., S.; Zambada M., A. 2008. [H-520, híbrido trilineal de maíz para el trópico húmedo de México](#). *Agricultura Técnica en México* 34[1]: 119-122.
- Sierra M., M.; Becerra L., E.N.; Palafox C., A.; Rodríguez M., F.A.; Espinosa C., A.; Valdivia B., R. 2010. [Tropical corn \[\*Zea mays\* L.\] genotypes with high yield and tolerance to corn stunt disease in the Gulf of Mexico Region](#). *Trop. Subtrop. Agroecosyst.* Vol. 12 [3]: 485-493

Sierra M., M.; Palafox C., A.; Becerra L., E.N.; Córdova O., H.; Espinosa C., A.; Rodríguez M., F.A. 2007. [Comportamiento de híbridos de maíz con alta calidad de proteína, por su buen rendimiento y tolerancia al “Achaparramiento”](#). *Agronomía mesoamericana* Vol 18 [1]: 27-35

Sierra M., M.; Becerra L., E.N.; Palafox C., A.; Barrón F., S.; Cano R., O.; Zambada M., A.; Sandoval R., A.; Romero M., J. 2004. [Caracterización de híbridos de maíz con alta calidad de proteína por su rendimiento y tolerancia a pudrición de mazorca](#). *Revista Mexicana de Fitopatología* Vol 22 [2]: 268-276

Sierra M., M.; Rodríguez M., F.A.; Palafox C., A.; Espinosa C., A.; Andrés M., P.; Gómez M., N.; Valdivia B., R. 2016. [Productividad de semilla y adopción del híbrido de maíz H-520 en el trópico de México](#). *Revista Agricultura Sociedad y Desarrollo* Vol 13 [1]: 19-32

.