

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2026,
Volumen 10, Número 1.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i1

**ESPIGAS CON MALFORMACIONES EN
HÍBRIDOS DE MAÍZ (ZEA MAYS L.) BAJO
CONDICIONES DE ESTRÉS TÉRMICO
EXTREMO EN EL NORESTE ARGENTINO**

**MALFORMED EARS OF CORN IN HYBRID MAIZE
(ZEA MAYS L.) UNDER EXTREME HEAT STRESS
CONDITIONS IN NORTHEASTERN ARGENTINA**

Diana Erica Gómez
UNCAUS, Argentina

Jorge Gabriel Paz
UNCAUS, Argentina

Belén Burdyn
UNCAUS y Corteva Agriscience, Argentina

Mreñica Lara Florencia
UNCAUS, Argentina

Celsa Noemí Balbi
FCA UNNNE y UNCAUS, Argentina

Espigas con Malformaciones en Híbridos de Maíz (*Zea mays* L.) Bajo Condiciones de Estrés Térmico Extremo en el Noreste Argentino

Diana Erica Gómez¹

dianagomez@uncaus.edu.ar

<https://orcid.org/0009-0008-3186-9426>

UNCAUS, Argentina

Belén Burdyn

bburdyn@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-5013-3913>

UNCAUS y Corteva Agriscience, Argentina

Celsa Noemí Balbi

cnbalbi@agr.unne.edu.ar

<https://orcid.org/0000-0002-7948-2350>

FCA UNNNE y UNCAUS, Argentina

Jorge Gabriel Paz

jorgepaz@uncaus.edu.ar

<https://orcid.org/0009-0006-9123-6159>

UNCAUS, Argentina

Mreñica Lara Florencia

mre.lfmi@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-2263-0603>

UNCAUS, Argentina

RESUMEN

Las anomalías reproductivas en maíz han sido descritas en distintos contextos productivos, aunque su ocurrencia y magnitud en el noreste argentino (NEA) permanecen poco documentadas. El objetivo de este estudio fue cuantificar la expresión fenotípica de estas malformaciones en cuatro híbridos de maíz cultivados en el NEA. Se evaluaron 5 plantas por híbrido, con tres repeticiones, en estadios R2–R3, observándose malformaciones originadas por proliferación meristemática múltiple y ramificación reproductiva. Las condiciones ambientales durante la ventana crítica de diferenciación floral incluyeron temperaturas máximas extremas (hasta 43,6 °C), configurando un escenario predisponente. Los resultados mostraron diferencias significativas entre híbridos ($p < 0,01$). El híbrido Exp1 presentó la mayor frecuencia de espigas con malformaciones (5,33 por planta), superando a Com1 (2,07), Com2 (2,40) y Com3 (0,40). A su vez, Com3 exhibió la mayor proporción de espigas normales. Estos hallazgos evidencian una fuerte interacción genotipo \times ambiente en la expresión de anomalías reproductivas y subrayan la relevancia de monitorear este tipo de desórdenes en ambientes subtropicales sujetos a golpes de calor. Comprender la sensibilidad de los híbridos a condiciones térmicas extremas aporta información valiosa para el manejo, la selección de germoplasma y la evaluación del riesgo productivo en la región del NEA.

Palabras claves: maíz, estrés térmico, malformaciones reproductivas, espigas bouquet, espigas con nudo ramificado, NEA

¹ Autor principal

Correspondencia: dianagomez@uncaus.edu.ar

Malformed Ears of Corn in Hybrid Maize (*Zea mays* L.) Under Extreme Heat Stress Conditions in Northeastern Argentina

ABSTRACT

Reproductive abnormalities in maize have been described in various production contexts, although their occurrence and magnitude in northeastern Argentina (NEA) remain poorly documented. The objective of this study was to quantify the phenotypic expression of these malformations in four maize hybrids grown in the NEA. Five plants per hybrid were evaluated, with three replicates, at growth stages R2–R3. Malformations resulting from multiple meristematic proliferation and reproductive branching were observed. Environmental conditions during the critical window for floral differentiation included extreme maximum temperatures (up to 43.6 °C), creating a predisposing scenario. The results showed significant differences among hybrids ($p < 0.01$). Hybrid Exp1 presented the highest frequency of ears with malformations (5.33 per plant), surpassing Com1 (2.07), Com2 (2.40), and Com3 (0.40). Conversely, Com3 exhibited the highest proportion of normal ears. These findings demonstrate a strong genotype-environment interaction in the expression of reproductive abnormalities and underscore the importance of monitoring these types of disorders in subtropical environments prone to heat stress. Understanding the sensitivity of hybrids to extreme thermal conditions provides valuable information for management, germplasm selection, and production risk assessment in the NEA region.

Keywords: maize, heat stress; reproductive malformations; bouquet ears; ears with branched node, NEA.

*Artículo recibido 02 febrero 2026
Aceptado para publicación: 27 febrero 2026*



INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la espiga del maíz es un proceso altamente sensible a factores genéticos, ambientales y hormonales. Durante la transición del meristemo vegetativo al reproductivo y la posterior diferenciación de espiguillas, pequeñas alteraciones en la regulación meristemática pueden derivar en anomalías morfológicas de diversa magnitud (Du et al., 2021; Xu et al., 2012). Entre las malformaciones más reportadas se encuentran las espigas tipo bouquet, caracterizadas por la proliferación o fusión de estructuras espiciformes dentro de un mismo pedúnculo, y la ramificación del nudo, donde múltiples espigas independientes se desarrollan en un solo entrenudo (Sravani et al., 2021; Ortez et al., 2022). Ambos fenómenos forman parte de un continuum de anormalidades reproductivas originadas por disrupciones en la actividad del meristemo floral.

Diversos estudios han documentado estas malformaciones en distintos contextos productivos. En México se han reportado casos severos denominados “mano de mono”, caracterizados por la formación de múltiples estructuras espigadas compactas (Márquez-Diego et al., 2024), mientras que en Estados Unidos se han registrado múltiples espigas por nudo en híbridos comerciales bajo condiciones de estrés prefloral (Nielsen, 2014; Elmore & Abendroth, 2006). En términos fisiológicos, el desequilibrio en las concentraciones de auxinas, citoquininas y giberelinas durante los estadios tempranos del desarrollo reproductivo constituye un factor clave para explicar estas aberraciones (Du et al., 2021). Además, el estrés térmico, la restricción hídrica y la competencia intraespecífica pueden amplificar la susceptibilidad del meristemo a desviaciones en la ontogenia normal (Li et al., 2020; Schneeberger et al., 2021).

En Argentina, si bien existen observaciones aisladas, aún es escasa la información sistematizada sobre anomalías reproductivas en maíz, especialmente en regiones subtropicales como el noreste argentino (NEA). Este vacío de conocimiento es relevante, dado que en ambientes cálidos y con alta variabilidad hídrica —como el Chaco— los cultivos tardíos y de segunda ocupación pueden estar expuestos a fluctuaciones térmicas pronunciadas durante etapas críticas del desarrollo. El incremento de siembras tardías en la región, junto con eventos climáticos más frecuentes asociados al cambio climático, podría elevar la incidencia de estas anomalías y afectar la estabilidad productiva de determinados híbridos.



Documentar su ocurrencia es esencial para el diseño de estrategias de manejo, la selección de materiales adaptados y la comprensión de factores predisponentes.

La presencia simultánea de anormalidades reproductivas y enfermedades foliares en un mismo ambiente plantea interrogantes sobre el rol de factores ambientales extremos, la susceptibilidad genética y las posibles sinergias entre estrés biótico y abiótico. En este contexto, el objetivo del presente trabajo es cuantificar la incidencia y la expresión fenotípica de espigas tipo bouquet y ramificación del nudo en híbridos de maíz en el Chaco, generando información de base para futuras investigaciones experimentales.

Objetivo

- Cuantificar la incidencia y la expresión fenotípica de anomalías reproductivas en maíz, incluyendo espigas tipo bouquet y ramificación del nudo, en lotes comerciales del Chaco.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación se efectuó en un lote cuyo cultivo antecesor fue soja, en un establecimiento agrícola ubicado en la localidad de Itín, provincia del Chaco (GPS: 27°26'41.4"S 61°18' 30. 3"W). La siembra se realizó el 3 de enero de 2025, siguiendo un manejo típico de la región para maíz tardío. Se relevaron cuatro híbridos, un híbrido experimental y tres comerciales de la empresa Brevant, materiales utilizados de forma frecuente en ambientes del NEA. A efectos de trabajo los materiales genéticos serán denominados: BRV Exp, BRV Com1, BRV Com2 y BRV Com3

El muestreo consistió en registrar la ocurrencia de espigas tipo bouquet u otra anomalía reproductiva descrita previamente en diferentes contextos productivos y asociada con proliferaciones meristemáticas (Sravani et al., 2021; Ortez et al., 2022; Márquez-Diego et al., 2024). Para cada híbrido se evaluaron cinco plantas, con tres repeticiones, en estadios fenológicos R3, según la escala de Ritchie y Hanway (1993), ampliamente utilizada para caracterizar el desarrollo reproductivo del maíz. Además, se documentó la posición de la espiga anómala dentro de cada planta, siguiendo recomendaciones de Nielsen (2014) y Elmore y Abendroth (2006) para la descripción de espigas múltiples o nodales. Los datos meteorológicos fueron extraídos del Sistema de Información y Gestión Agroclimática (INTA-SIGA, 2025).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se observa que el híbrido BRV Exp presentó significativamente más espigas con malformaciones de espiga, tanto en la espiga superior (arriba) como en la inferior (abajo), resultando en el valor más alto de espigas malformadas totales ($5,33 \pm EE$), y diferenciándose claramente del resto de los materiales ($p < 0.001$).

BRV Com3 mostró la menor incidencia de malformación y el mayor número de espigas normales, ubicándose consistentemente en los grupos estadísticos inferiores para malformaciones de espigas ($p < 0.05$).

BRV Com1 y BRV Com3 exhibieron niveles intermedios de espigas con malformaciones, sin diferencias significativas entre sí.

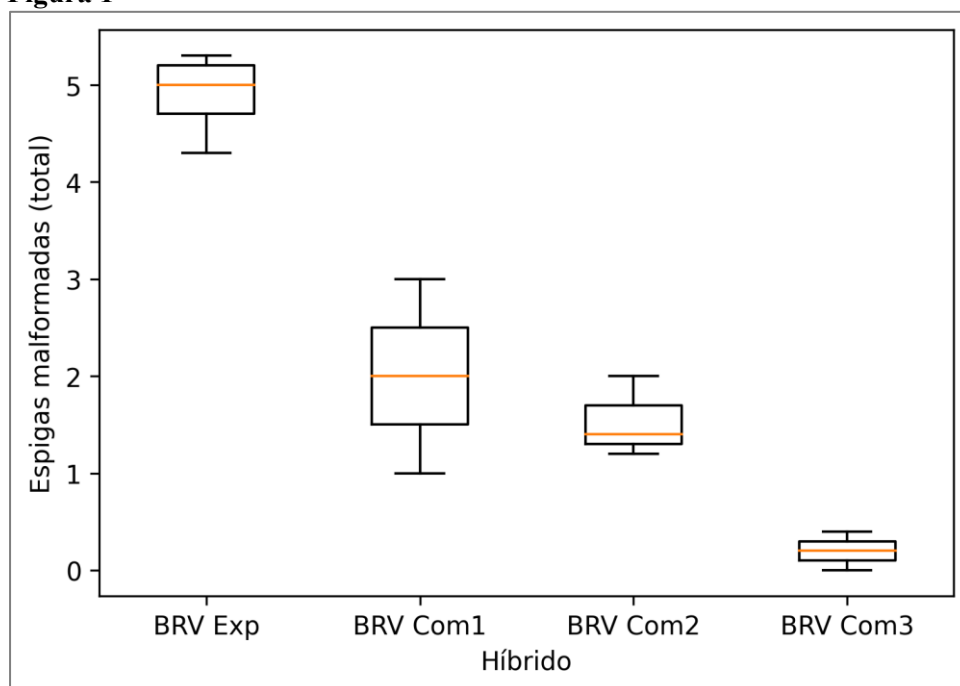
Los CV (%) fueron moderados (28–42%), adecuados para variables de conteo evaluadas a campo.

Tabla 1: ANOVA de anomalías de espigas para 4 híbridos (2 experimentales y 2 comerciales).

Híbrido	Espigas inferiores malformadas	Espigas superiores malformadas	Espigas malformadas totales	Espigas normales
BRV Exp	3.33 a	2.00 a	5.33 a	0.00 b
BRV Com1	1.27 b	0.80 b	2.07 b	0.33 ab
BRV Com2	1.73 b	0.67 b	2.40 b	0.13 b
BRV Com3	0.13 b	0.27 b	0.40 b	0.80 a
F (híbrido)	17	19.8	17.1	6.49
p-valor	0.0009	0.0004	0.0008	0.015
CV (%)	32.5	28.1	30.4	41.8

Letras diferentes, diferencias significativas al 5%

Figura 1



Distribución del número total de espigas malformadas por planta en cuatro híbridos de maíz (BRV Exp, BRV Com1, BRV Com2 y BRV Com3) cultivados en la provincia del Chaco. Las cajas representan el rango intercuartílico y la línea central indica la mediana.

La ocurrencia de espigas tipo bouquet fue variable entre híbridos, lo cual coincide con reportes que señalan la interacción entre genética y factores abióticos como causa probable (Li et al., 2020; Schneeberger et al., 2021; Ortez et al., 2022). Se observaron casos de fusión parcial de espiguillas, espigas accesorias y estructuras compatibles con fenómenos descritos en México (Márquez-Diego et al., 2024) y en Estados Unidos (Nielsen, 2014; Elmore & Abendroth, 2006). La anomalía observada en la Fig. 2 corresponde a un caso de ramificación del meristemo reproductivo, con desarrollo de múltiples espigas independientes en un mismo nudo. Este tipo de alteración, descrito como multiple ears per node (Elmore & Abendroth, 2006; Nielsen, 2014) o reproductive node branching (Ortez et al., 2022), se diferencia de las espigas tipo bouquet por la ausencia de fusión de raquis y la presencia de pedúnculos laterales diferenciados. La Fig. 3 muestra claramente un caso de espigas tipo bouquet, pero dentro de la categoría específica de proliferación meristemática múltiple, probablemente moderada a severa según las clasificaciones de Ortez et al. (2022) y Sravani et al. (2021). La anomalía de la Fig. 4 dos o más espigas se originan desde un único nudo reproductivo, con pedúnculos independientes emergiendo desde el mismo punto anatómico.

Figura 2: Espiga con ramificación reproductiva del nudo / Multiple ears per node



Figura 3: Espiga Bouquet (proliferación meristemática múltiple)



Figura 4: Dos o más espigas se originan desde un único nudo reproductivo.



Las anomalías reproductivas observadas en los híbridos evaluados —incluyendo tanto espigas tipo bouquet como ramificación del nudo y dos espigas por nudo— confirman que el desarrollo de la espiga en maíz constituye un proceso altamente susceptible a alteraciones del meristemo floral bajo determinadas condiciones ambientales. La presencia simultánea de los tipos de malformaciones en un mismo ambiente sugiere que no se trata de fenómenos aislados sino de un continuum de respuestas morfogénicas desencadenadas por disrupciones tempranas en la diferenciación reproductiva, tal como ha sido planteado por Ortez et al. (2022) y Du et al. (2021). En dicho marco, la proliferación meristemática que origina las espigas tipo bouquet y la activación de meristemos axilares asociados a la ramificación del nudo pueden interpretarse como expresiones alternativas de un mismo desbalance fisiológico.

Diversos autores han señalado que temperaturas elevadas, especialmente durante la determinación del número de primordios florales, pueden interferir con la estabilidad del meristemo y propiciar la formación de estructuras anómalas. Este mecanismo coincide con las condiciones ambientales del Chaco durante la campaña evaluada, caracterizada por temperaturas elevadas y períodos breves de estrés hídrico, factores que han sido reiteradamente asociados con la expresión de malformaciones florales y desórdenes en el desarrollo de la inflorescencia en maíz (Xu et al., 2012; Ortez et al., 2022;

Schneeberger et al., 2021). La recurrencia de estas anomalías en siembras tardías de la región también coincide con reportes de México y Estados Unidos, donde la combinación de calor y desequilibrio hormonal ha sido identificada como una de las causas principales de este tipo de proliferaciones (Márquez-Diego et al., 2024; Elmore & Abendroth, 2006; Nielsen, 2014).

La expresión fenotípica de las anomalías podría estar modulada, además, por la susceptibilidad genética de los híbridos evaluados. Estudios recientes han demostrado diferencias significativas entre genotipos respecto de su capacidad para mantener la integridad meristemática bajo estrés ambiental, lo que podría explicar por qué algunos híbridos presentaron mayor frecuencia de bouquet o ramificación del nudo (Ortez et al., 2022). La identificación de estas diferencias reviste interés agronómico, ya que la selección de materiales menos propensos a estas alteraciones podría contribuir a mejorar la estabilidad del rendimiento en ambientes subtropicales.

Considerando la fecha de siembra y emergencia alrededor del 10 de enero, la diferenciación del meristema reproductivo y el inicio de la espiga principal habrían ocurrido aproximadamente entre los estadios V7 y V9, es decir, entre fines de enero y los primeros días de febrero. Se tomaron los datos meteorológicos de la localidad de Las Breñas (SIGA, 2025), el análisis de los datos diarios mostró que, durante el período 25 de enero–5 de febrero de 2025, las temperaturas máximas del aire alcanzaron en promedio 37,4 °C, con picos de hasta 43,6 °C y ocho de los doce días por encima de 36 °C. En particular, entre el 30 de enero y el 5 de febrero se registró una secuencia de máximas diarias cercanas o superiores a 40 °C, consistente con un evento de calor significativo en la ventana crítica de diferenciación de la espiga. Este patrón térmico resulta coherente con lo reportado por Du et al. (2021), Li et al. (2020) y Schneeberger et al. (2021), quienes señalan que episodios de estrés térmico intenso en estadios preflorales pueden desestabilizar la organización del meristemo reproductivo y favorecer la aparición de anomalías tales como espigas tipo bouquet y ramificación del nudo.

En conjunto, los resultados obtenidos ponen de manifiesto la necesidad de monitorear de forma sistemática estas anomalías en la región del Chaco. Su presencia no solo posee implicancias agronómicas directas, sino que también se constituye en un indicador sensible de inestabilidad ambiental y de la respuesta fisiológica del cultivo en escenarios climáticos cambiantes.



La integración de evaluaciones morfológicas, sanitarias y ambientales permitirá avanzar hacia una comprensión más completa de los factores que condicionan la estabilidad del rendimiento en híbridos comerciales de maíz en ambientes subtropicales.

CONCLUSIÓN

Las espigas con malformaciones mostraron una fuerte dependencia del material genético.

El híbrido BRV Exp presentó el mayor número de espigas con malformaciones por planta (5,33 en promedio), diferenciándose significativamente de BRV Com1, BRV Com2 y BRV Com3, que mostraron niveles mucho menores.

BRV Com3 se comportó como el material más estable desde el punto de vista reproductivo. Este híbrido presentó muy baja frecuencia de espigas con malformaciones (0,40 por planta) y, en contraste, el mayor número de espigas normales, lo que sugiere una mayor robustez en la diferenciación y funcionamiento del meristemo reproductivo bajo las condiciones de estrés de la campaña.

Las malformaciones se concentraron en un híbrido de alto riesgo (BRV Exp), mientras que BRV Com1 y BRV Com2 mostraron un comportamiento intermedio. Ambos híbridos presentaron niveles moderados de espigas con malformaciones (≈ 2 espigas por planta), sin diferenciarse entre sí, lo que los ubica en una categoría de susceptibilidad intermedia frente a las condiciones ambientales del ensayo.

El coeficiente de variación moderado ($\approx 30\%$) indica que, aunque las espigas con malformaciones son variables a nivel de planta, el patrón de respuesta entre híbridos es consistente. Esto respalda el uso de esta variable como indicador útil de sensibilidad a estrés en estudios comparativos de materiales genéticos bajo condiciones de ambiente real de productor.

Desde el punto de vista agronómico, las “espigas con malformaciones” pueden considerarse un carácter de estrés reproductivo, fuertemente influenciado por la interacción genotipo \times ambiente. En campañas con altas temperaturas alrededor de la diferenciación de las espigas, la cuantificación de estas malformaciones permite identificar materiales más vulnerables (como BRV Exp) y materiales más estables (como BRV Com3) para la región del Chaco.

Los resultados se alinean con investigaciones que destacan la sensibilidad del maíz a alteraciones del desarrollo reproductivo frente a estrés abiótico y fluctuaciones hormonales, que podrían deberse a los



materiales genéticos. La presencia de espigas tipo bouquet en híbridos evaluados en el Chaco complementa reportes internacionales.

Este trabajo constituye una línea base para investigaciones futuras que integren desarrollo reproductivo, fitopatología y manejo del cultivo en el NEA.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Du, K., Zhao, W.-q., Zhou, Z.-g., Shao, J.-j., Hu, W., Kong, L.-j., & Wang, Y.-h. (2021). Hormonal changes play important roles in the key period of superior and inferior earshoot differentiation in maize. *Journal of Integrative Agriculture*, 20, 3143–3155.

Elmore, R., & Abendroth, L. (2006). Multiple ears per node: Iowa 2006 situation & hypothesis [Extension publication]. Iowa State University Extension.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2025). Sistema de Información y Gestión Agroclimática (SIGA). <https://siga.inta.gob.ar/>

Li, Z., Gao, Y., & Li, Y. (2020). Abiotic stress impacts on maize inflorescence development: mechanisms and implications. *Frontiers in Plant Science*, 11, 1–12.

Márquez-Diego, J. J., Ochoa-Martínez, D. L., Rojas-Martínez, R. I., Rodríguez-Maciél, J. C., Nava-Díaz, C., & Sánchez-Pale, J. R. (2024). Monkey's hand in corn in the central and western regions of Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 15(7), e3663. <https://doi.org/10.29312/remexca.v15i7.3663>

Nielsen, R. L. (2014). Multiple ears of corn on the same shank [Extension bulletin]. Purdue University, Agronomy Department.

Ortez, O. A., McMechan, A. J., Hoegemeyer, T., Ciampitti, I. A., Nielsen, R. L., Thomison, P. R., & Elmore, R. W. (2022). Abnormal ear development in corn: A review. *Agronomy Journal*, 114, 1168–1183. <https://doi.org/10.1002/agj2.20986>

Ritchie, S. W., & Hanway, J. J. (1993). How a corn plant develops (Special Report No. 48). Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service.

Schneeberger, K., Weber, A., & Stamp, P. (2021). Inflorescence anomalies in maize under heat and drought stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 162, 1–9.



Sravani, D., Rajanikanth, E., Manjulatha, G., Uma Reddy, R., Sumalini, K., & Usharani, G. (2021). Bouquet ears in maize. *Biotica Research Today*, 3(1), 70–71.

Xu, M., Meilan, R., & Moose, S. (2012). Regulation of maize inflorescence development. *Journal of Experimental Botany*, 63, 285–302.

