

## Efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas y desarrollo de las plantas

### *Effect of gibberellic acid on seed germination and plant development*

Francisco Cano-Macías <sup>1\*</sup>, Jean Vélez-Chávez <sup>2</sup>, Ayrton Vélez-Chávez <sup>3</sup>,  
 Ronald Alvarado-Salvador <sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Estatal de Milagro, Milagro, Ecuador, fcanom@unemi.edu.ec. <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Yaguachi, Ecuador, vpaul\_h@hotmail.com. <sup>3</sup>Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo, Ecuador, ayrtonvelezchavez1994@gmail.com. <sup>4</sup>Ministerio de Agricultura y Ganadería, Guayaquil, Ecuador, israelacero19@gmail.com \*Correspondencia: fcanom@unemi.edu.ec

#### ARTÍCULO

Presentado: 18/02/2025  
 Aceptado: 14/04/2025

#### Palabras Clave:

Fotoperiodo  
 Enzimas hidrolíticas  
 Calidad  
 Rendimiento  
 Cultivo in vitro

#### RESUMEN

El ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) es una fitohormona de las plantas que regula procesos como la germinación, el alargamiento celular, la floración y la formación de frutos. El objetivo de esta revisión sistemática ha sido analizar los efectos de AG<sub>3</sub> sobre la germinación de semillas, la longitud de raíz, la altura de planta, el número de hojas, el número de flores y el rendimiento de determinados cultivos. Se llevó a cabo la búsqueda de la información en las bases de datos para publicaciones de entre los años 2001 y 2025. Se emplearon criterios de inclusión que abarcaban estudios experimentales realizados en laboratorio, o bien invernaderos o en campo, seleccionando un total de 55 documentos, considerando que 52 de ellos son internacionales y 3 nacionales. Los resultados constatan que la aplicación de AG<sub>3</sub> incrementa el porcentaje de germinación, la elongación radicular, la altura de la planta y la producción foliar en la mayor parte de los cultivos analizados. En algunas especies, además, se recupera el número de flores y el rendimiento, pero sólo con las concentraciones óptimas. Dosis elevadas producen efectos adversos como la reducción de la germinación, un desequilibrio hormonal, un desarrollo estructural deficiente, daños en la calidad de frutos y la disminución del rendimiento en ciertos cultivos. Este análisis produce una síntesis actualizada sobre la influencia de AG<sub>3</sub> en diferentes especies vegetales, apuntando la importancia de esta fitohormona en la agricultura, pero también la necesidad de un manejo adecuado en función de la especie y de los objetivos de producción.

#### ABSTRACT

Gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) is a plant phytohormone that regulates key processes such as seed germination, cell elongation, flowering, and fruit formation. This systematic review aimed to analyze the effects of GA<sub>3</sub> on seed germination, root length, plant height, leaf number, flower number, and yield in various crops. A comprehensive literature search was conducted in the databases covering publications from 2001 to 2025. Inclusion criteria focused on experimental studies conducted in laboratories, greenhouses, or field conditions. A total of 55 studies were selected, including 52 international and 3 national publications. The results indicate that GA<sub>3</sub> application increases germination percentage, root elongation, plant height, and leaf production in most evaluated crops. In addition, it promotes an increase in the number of flowers and yield in some species, especially when optimal concentrations are applied. However, high doses may cause adverse effects, such as reduced germination, hormonal imbalances, poor structural development, or decreased quality and yield in certain crops. This review provides an updated synthesis of the physiological responses of different plant species to GA<sub>3</sub>, highlighting its importance in agriculture while emphasizing the need for proper dosage management according to the species and production objectives.

#### INTRODUCCIÓN

El ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) es una fitohormona vegetal que actúa como promotor del crecimiento, regulando procesos esenciales como la germinación, el crecimiento vegetativo, la

floración y la formación de frutos. Una de sus aplicaciones agronómicas más importantes es la mejora de la germinación, donde el remojo de las semillas en soluciones con AG<sub>3</sub> incrementa significativamente su porcentaje de germinación y su calidad fisiológica, incluso después del secado

(CONTRERAS et al., 2022). Hasta la fecha, se han identificado más de 60 tipos de giberelinas (PANCHAL; PRAJAPATI, 2019).

Las giberelinas controlan y estimulan la germinación, ya que son capaces de romper la latencia de las semillas y reemplazar algunos estímulos ambientales como la luz o la temperatura (LOPÉZ et al., 2018; SALDÍVAR et al., 2010). Este efecto se debe a la activación de enzimas hidrolíticas que facilitan la movilización de reservas energéticas hacia el embrión.

La germinación es un proceso esencial en el ciclo de vida de las plantas (LI et al., 2020), y ha evolucionado como un mecanismo de adaptación que permite la supervivencia en condiciones climáticas adversas. La latencia y la suspensión temporal de la germinación han sido mecanismos fisiológicos clave para enfrentar escenarios desfavorables (NONOGAKI, 2019).

La calidad de la semilla está determinada por cuatro componentes: físico (presencia de materiales extraños y daño mecánico), genético (pureza varietal), sanitario (ausencia de patógenos) y fisiológico (vigor y capacidad de germinación) (QUINTANA et al., 2024). En este contexto, el ácido giberélico cumple un papel fundamental al estimular procesos metabólicos que fortalecen la calidad fisiológica de la semilla.

La exploración de posibles mecanismos para mejorar las condiciones de crecimiento de las plantas, empleando fitohormonas, ha posibilitado el control preciso de distintos procesos como: el tiempo de crecimiento, la síntesis de metabolitos secundarios, la promoción de la maduración de frutos, la supresión de agentes patógenos, la hibridación de especies vegetales para optimizar productos industriales (alimentos), entre otros (ALCANTARA et al., 2019).

Pichardo et al. (2018) menciona que las plantas de *Capsicum annuum* tratadas con ácido giberélico y citoquininas en concentraciones de 10-15-20-25 (mg /L<sup>-1</sup>) ayudaron a incrementar el rendimiento del cultivo debido a que el ácido giberélico está asociado con el aumento de la longitud del fruto y el peso fresco.

Balaguera et al. (2009) observaron que las plantas de tomate provenientes de semillas imbibidas durante 36 horas en una solución de 300 (mg L<sup>-1</sup>) de GA<sub>3</sub> fueron las que presentaron un mayor vigor. Tras el trasplante, estas aumentaron significativamente el área foliar, la altura y la masa fresca.

Estudios como el de Serna et al. (2017) reportaron que la aplicación de ácido giberélico en el cultivo de tomate, a concentraciones de 50, 100 y 150 ppm, tuvo un efecto negativo sobre el rendimiento y la calidad del fruto, a pesar de reducir el ciclo de cultivo en aproximadamente una semana. Este efecto adverso se atribuye al desequilibrio hormonal generado por dosis elevadas de AG<sub>3</sub>, que pueden provocar un crecimiento desmedido de la parte vegetativa en detrimento del desarrollo reproductivo, afectando así la calidad comercial y la productividad del cultivo.

Por otro lado, Gómez et al. (2023) demostraron que la inmersión de tubérculos de papa en una solución de ácido giberélico a 30 ppm durante 10 minutos permitió lograr un 100 % de brotación luego de 43 días, evidenciando la eficacia del AG<sub>3</sub> en la ruptura de la dormancia y en la activación de procesos fisiológicos asociados al inicio del desarrollo.

Por tanto, se plantea la necesidad de sintetizar y analizar críticamente la información existente sobre los efectos del ácido giberélico en la germinación de semillas y el desarrollo

de plantas. Por ello, el objetivo de esta revisión sistemática es reunir la evidencia disponible sobre el uso de AG<sub>3</sub>, identificando sus impactos positivos y negativos en la agricultura moderna.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La presente investigación corresponde a un trabajo de tipo revisión sistemática en el que se realizó un análisis y síntesis de los diferentes estudios sobre el efecto del ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) como regulador de la germinación de semillas y del desarrollo de plantas. La caracterización permitió establecer bases teóricas y experimentales en la que se planteó el estudio del efecto del (AG<sub>3</sub>) en diferentes especies, lo que se tiene en cuenta dado su gran interés en los procesos agronómicos.

Se consolidó información de (3) investigaciones nacionales y (52) internacionales desde el año 2001 hasta el 2025 las cuales permitieron recopilar datos relevantes y proporcionar reseñas valiosos que fundamentan esta investigación.

La recopilación de la información se realizó a partir de bases de datos de revistas científicas indexadas en Scielo, Scopus, PubMed y Web of Science. Complementariamente, se utilizó Google Académico con el fin de acceder a tesis de pregrado y posgrado que abordaran la temática de estudio. Para garantizar la relevancia de los documentos seleccionados, se definieron términos específicos en idioma inglés como “Gibberellic acid”, “seed germination”, “plant growth”, “plant development” y “crop yield”, permitiendo identificar investigaciones pertinentes.

Asimismo, se empleó el gestor de referencias bibliográficas Zotero, herramienta que facilitó la organización y el manejo de la información recopilada. Como resultado del proceso de selección, se seleccionaron un total de 55 documentos, de los cuales 48 correspondieron a artículos científicos, 6 a tesis de pregrado y 1 a tesis de posgrado, todos considerados pertinentes para el desarrollo de este trabajo.

Los criterios de selección se centraron en identificar artículos científicos y publicaciones experimentales originales. Se incluyeron documentos en inglés (28) y español (27), publicados en un periodo de los últimos veinticuatro años (2001-2025). La selección se enfocó en investigaciones que analizaron el impacto del ácido giberélico en la germinación de semillas y su efecto en el crecimiento vegetal.

Para ser considerados, los estudios debían cumplir con calidad metodológica como investigaciones realizadas en campo, laboratorios o invernaderos. Además, los documentos seleccionados debían proporcionar una discusión detallada y fundamentada sobre los resultados obtenidos, asegurando su relevancia y contribución al tema estudiado.

Para lograr un análisis completo sobre el impacto que tiene el ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) sobre la germinación y desarrollo de las plantas, era preciso establecer el siguiente grupo de variables clave, las cuales están respaldadas por la literatura científica y se consideraron: concentración de ácido giberélico (ppm); porcentaje de germinación (%); longitud de raíz (cm); altura de planta (cm); número de hojas (unidades); número de flores (unidades); rendimiento (kg/ha).

Se registraron adicionalmente el tipo de cultivo, el grupo de tratamiento, el grupo de control, el porcentaje de incremento en cada variable y las referencias bibliográficas de los estudios.

Se llevaron a cabo comparaciones entre los grupos de tratamiento: con ácido giberélico y sin tratamiento (control) para evaluar diferencias en las variables analizadas. Los resultados se presentaron en tablas comparativas para facilitar la interpretación, fundamentando la discusión en los patrones observados y la literatura existente.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan los distintos cultivos evaluados, las dosis de giberelina aplicadas y los resultados obtenidos en comparación con los grupos control. Los incrementos en el porcentaje de germinación se calcularon en base a los datos reportados por cinco estudios.

**Tabla 1.** Influencia de varias concentraciones de giberelina en el porcentaje de germinación de semillas de diferentes cultivos (n= 55).

Cultivos	Dosis de giberelina (ppm)	Resultados en germinación (%)		Incremento (%)	Referencias
		Control	Tratamiento		
Lima ( <i>Citrus aurantifolia</i> )	250	90,50	94,57	+4,50	(SAGAR et al., 2024)
Papaya ( <i>Carica papaya</i> )	250	37,50	72,50	+93,33	(MORALES et al., 2023)
Jaltonate ( <i>Jaltomata procumbens</i> )	250	28,00	87,00	+210,71	(SALDÍVAR et al., 2010)
Chile ( <i>Capsicum chinense</i> )	400	81,00	86,00	+6,17	(GARRUÑA et al., 2014)
Frijol negro ( <i>Vigna mungo</i> )	350	26,00	88,00	+238,46	(NEDUNCHEZHIAN et al., 2023)

En investigaciones realizadas con (*Citrus aurantifolia*), Sagar et al. (2024) reportaron un modesto incremento del 4,50% con una dosis de 250 ppm, mientras que Sharaf et al. (2016) observaron un aumento mucho mayor, del 105,81% en (*Citrus limonia*), utilizando dosis de hasta 2000 ppm, evidenciando que concentraciones más altas generan una respuesta fisiológica más efectiva en esta especie. Este comportamiento lo asocian a la activación de enzimas hidrolíticas que favorecen la movilización de reservas hacia el embrión, lo cual es consistente en ambos estudios.

Para *Carica papaya*, los resultados fueron igualmente variables. Morales et al. (2023) lograron incrementar la germinación en un 93,33% con 250 ppm de AG<sub>3</sub> bajo condiciones controladas de temperatura de 27 ± 3 °C, mientras que Constantino et al. (2010), utilizando una dosis más alta (500 ppm) y trabajando con temperaturas variables entre 28,5 - 36,5 °C, obtuvieron un incremento de apenas 1,67%.

Al respecto, señalan que dicha diferencia sugiere que factores como las condiciones ambientales, especialmente la temperatura, junto con el tipo de sustrato, pueden afectar significativamente la respuesta al AG<sub>3</sub> en esta especie.

Uno de los mayores incrementos en germinación se registró en *Jaltomata procumbens*, donde Saldívar et al. (2010) reportaron un aumento del 210,71% utilizando 250 ppm de AG<sub>3</sub>, observando una relación directa entre el incremento de la concentración y el porcentaje de germinación, lo que evidencia la alta sensibilidad de esta especie a la hormona. No obstante, este comportamiento no es uniforme en todos los cultivos, ya que en *Solanum lycopersicum* (var. Santa Cruz), Deaquiz y Burgos (2013) reportaron una disminución del 63,42% en la germinación con 400 ppm, atribuyendo este efecto negativo a un posible bloqueo en la hidrólisis de carbohidratos causado por un exceso de giberelina, lo cual sugiere que dosis elevadas pueden generar desequilibrios hormonales perjudiciales para este cultivo.

En las especies del género *Capsicum*, los resultados fueron también dispares. Garruña et al. (2014) registraron un

incremento modesto del 6,17% en *Capsicum chinense* aplicando 400 ppm de AG<sub>3</sub>, bajo condiciones de invernadero y sin control específico de luz. Por el contrario, Hernández et al. (2019) lograron un notable 91,39% de incremento en *C. annum* utilizando una concentración baja de 1 ppm, en condiciones in vitro con fotoperiodo de 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad, a una intensidad de 1500 lux, temperatura constante de 25 °C y humedad relativa del 75%. Los resultados evidencian un claro efecto sinérgico entre la presencia de luz controlada y la acción del AG<sub>3</sub>, favoreciendo significativamente la germinación en comparación con las condiciones de luz natural no regulada.

En el caso de *Vigna mungo*, Nedunchezhiyan et al. (2023) reportaron un incremento en la germinación del 238,46% con 350 ppm de AG<sub>3</sub>, bajo condiciones controladas de 25 ± 2 °C y 95 ± 2% de humedad, resultado asociado a la activación de enzimas hidrolíticas como la alfa-amilasa, que favorecen la movilización de reservas y la elongación celular. Por el contrario, en *Pisum sativum*, Guerrero et al. (2024) observaron una disminución del 5,06% en la germinación con 200 ppm, atribuyendo este efecto a un posible desequilibrio hormonal, donde el exceso de AG<sub>3</sub> habría interferido en la acción del ABA y en la activación de enzimas clave para la ruptura de la dormancia.

En la tabla 2 se presentan los distintos cultivos evaluados, las dosis de giberelina aplicadas y los resultados obtenidos en comparación con los grupos control. Los incrementos en la longitud de la raíz se calcularon en base a los datos reportados por cinco estudios.

Trabajos con *Clitoria ternatea*, Quintana et al. (2013) reportaron un incremento en la longitud de raíz del 5,53% con 0,5 ppm de AG<sub>3</sub>, bajo condiciones de laboratorio con temperatura de 27 ± 2 °C y fotoperiodo de 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad, resultado asociado a la activación de enzimas que favorecen la movilización de reservas energéticas y el crecimiento inicial de las raíces. Por el contrario, en *Vigna mungo*, Nedunchezhiyan et al. (2023) observaron un incremento mucho mayor del 46,96% con 350 ppm, en condiciones de 25 ± 2 °C y 95 ± 2% de humedad

relativa, atribuido a la fuerte inducción de la división mitótica y el alargamiento celular en la región del cambium de los entrenudos, lo que refleja una mayor sensibilidad de esta especie al AG<sub>3</sub>.

**Tabla 2.** Efecto de varias concentraciones de giberelina en la longitud de la raíz en diferentes cultivos (n= 55).

Cultivos	Dosis de giberelina (ppm)	Resultados en longitud de la raíz (cm)		Incremento (%)	Referencias
		Control	Tratamiento		
Clitoria ( <i>Clitoria ternatea</i> )	0,5	1,99	2,10	+5,53	(QUINTANA et al., 2013)
Baya de pavo ( <i>Solanum torvum</i> )	2000	5,71	7,53	+31,87	(SINDHUJA et al., 2023)
Toronjil ( <i>Melissa officinalis</i> )	1000	10,32	18,26	+76,94	(SEVIK; GUNEY, 2013)
Lima ( <i>Citrus aurantifolia</i> )	150	11,36	10,35	-8,89	(PANDA et al., 2018)
Mora ( <i>Rubus glaucus</i> )	500	12,36	14,58	+17,96	(VÁSQUEZ et al., 2019)

Respecto a *Solanum torvum*, Sindhuja et al. (2023) reportaron un incremento en la longitud de raíz del 31,87% con 2000 ppm, bajo condiciones de laboratorio con temperatura de  $25 \pm 2$  °C y fotoperiodo de 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad, resultado relacionado con la mayor plasticidad celular inducida por AG<sub>3</sub>. En cambio, en *Solanum tuberosum*, Pineda et al. (2024) observaron un decremento de 11,04% con 1 ppm, en condiciones in vitro a 23 °C, 75% de humedad y fotoperiodo de 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad, señalando que el AG<sub>3</sub> no favoreció la elongación radicular, posiblemente debido a la baja respuesta fisiológica de la especie en condiciones de cultivo in vitro.

En la especie *Melissa officinalis*, Sevik y Guney (2013) registraron un aumento del 76,94% con 1000 ppm tras 24 horas de remojo, en condiciones de laboratorio a 25 °C, efecto atribuido a la activación de enzimas como anhidrasa carbónica, nitrato reductasa y RuBisCO, que favorecen la división y expansión celular. Sin embargo, Yolcu (2025) reportó en la misma especie un decremento del 9,32% con 200 ppm, en condiciones de invernadero con riego foliar, reflejando que la vía de aplicación y las condiciones ambientales pueden limitar la eficacia del AG<sub>3</sub> en la elongación de raíces.

Resultados contrastantes se observaron en *Citrus aurantifolia*, Panda et al. (2018) reportaron una reducción en la longitud de la raíz del 8,89% con 150 ppm de AG<sub>3</sub>, bajo condiciones de invernadero a 28 °C, lo cual refleja que, en

este caso, la aplicación del regulador no favoreció el desarrollo radicular. Concluyen que este efecto puede estar relacionado con un posible desequilibrio hormonal generado por la concentración utilizada, que afectó negativamente el crecimiento de las raíces, inhibiendo la división y expansión celular. Mientras que Sagar et al. (2024), en condiciones similares, reportaron un incremento del 35,22% con 250 ppm, atribuyeron este efecto a la estimulación de enzimas hidrolíticas y al aumento en la movilización de fotosintatos hacia las raíces, lo que facilitó la elongación y el desarrollo vigoroso del sistema radicular.

En *Rubus glaucus*, Vásquez et al. (2019) reportaron un incremento moderado en la longitud de raíz del 17,96% con 500 ppm, en condiciones de invernadero, efecto asociado a la regulación de las especies reactivas de oxígeno (ROS), las cuales favorecen la flexibilidad de las paredes celulares y, en consecuencia, la expansión celular. Por otro lado, en *Prunus armeniaca*, Medan (2023) encontró un aumento significativo del 67,55% con 1500 ppm, bajo condiciones controladas, resultado atribuido a la interacción del AG<sub>3</sub> con la síntesis de auxinas, lo que estimula la división celular y la formación del sistema radicular.

En la tabla 3 se presentan los distintos cultivos evaluados, las dosis de giberelina aplicadas y los resultados obtenidos en comparación con los grupos control. Los incrementos en la altura de la planta se calcularon en base a los datos reportados por cinco estudios.

**Tabla 3.** Efecto de varias concentraciones de giberelina en la altura de las plantas en diferentes cultivos (n= 55).

Cultivos	Dosis de giberelina (ppm)	Resultados en Altura de plantas (cm)		Incremento (%)	Referencias
		Control	Tratamiento		
Lima ( <i>Citrus aurantifolia</i> )	250	14,47	26,23	+81,27	(SAGAR et al., 2024)
Arvejas ( <i>Pisum sativum</i> )	600	5,26	18,55	+252,66	(GUERRERO et al., 2024)
Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> )	400	7,43	10,00	+34,59	(FRAILE et al., 2012)
Páprika ( <i>Capsicum annuum</i> )	1	9,70	12,60	+29,90	(HERNÁNDEZ et al., 2019)
Papa ( <i>Solanum tuberosum</i> )	0,5	6,19	6,31	+1,94	(PINEDA et al., 2024)

En el cultivo de *Citrus aurantifolia*, Sagar et al. (2024) reportaron un incremento en la altura de las plantas del 81,27% con 250 ppm de AG<sub>3</sub>, bajo condiciones de invernadero, atribuido a la mejora en la actividad fotosintética, la movilización de fotosintatos y al aumento en la plasticidad celular que favorece el alargamiento de los entrenudos. De manera similar, en *C. limonia*, Sharaf et al. (2016) observaron un incremento del 81,08% con 2000 ppm, resultado que lo asocian a la estimulación de la división y elongación celular, efecto que se potencia mediante la acción sinérgica del AG<sub>3</sub> con las auxinas.

En *Pisum sativum*, Guerrero et al. (2024) reportaron el mayor incremento, alcanzando un 252,66% con 600 ppm tras 14 días, atribuido al fuerte efecto de las giberelinas sobre la elongación del tallo y los entrenudos, aunque con la desventaja de generar tallos delgados y débiles debido al crecimiento acelerado. En contraste, en *Vigna mungo*, Nedunchezhiyan et al. (2023) registraron un incremento del 46,96% con 350 ppm, efecto que lo relacionaron con la estimulación de la división mitótica y el alargamiento celular en las regiones meristemáticas.

El comportamiento de *Solanum lycopersicum* también reflejó aumentos significativos en la altura. Fraile et al. (2012) documentaron un incremento del 34,59% con 400 ppm, mientras que Balaguera et al. (2009) reportaron un aumento superior del 66,62% con 300 ppm, ambos bajo condiciones de invernadero. Este efecto lo asocian a la activación de la división celular en el ápice, la hidrólisis de reservas energéticas como almidón y fructanos, y la mayor

plasticidad de la pared celular. Sin embargo, en dosis elevadas puede provocar efectos inhibitorios sin influir significativamente en el grosor del tallo.

En cuanto a *Capsicum annuum*, Hernández et al. (2019) reportaron un incremento del 29,90% con 1 ppm bajo condiciones in vitro, efecto más pronunciado en ausencia de luz debido al fototropismo, mientras que con un fotoperiodo de 16 horas de luz y 8 de oscuridad, las plantas desarrollaron características más favorables. En contraste, Valerio (2016) observó un incremento menor del 7,25% con 10 ppm, en condiciones de campo, donde la respuesta fue menos pronunciada debido a factores ambientales y la vía de aplicación foliar.

Por su parte, *Solanum tuberosum* mostró un aumento del 1,94% con 0,5 ppm bajo condiciones in vitro a 23 °C, 75% de humedad y un fotoperiodo de 16 horas de luz y 8 de oscuridad, según Pineda et al. (2024). Este resultado contrasta con lo reportado por Coraspe et al. (2002), quienes obtuvieron un incremento mayor del 7,94% con 5 ppm en condiciones de campo, atribuyéndolo a la estimulación del crecimiento de los tallos mediante aplicaciones foliares de AG<sub>3</sub>, lo cual favoreció la división celular y la elongación de los entrenudos.

En la tabla 4 se presentan los distintos cultivos evaluados, las dosis de giberelina aplicadas y los resultados obtenidos en comparación con los grupos control. Los incrementos en el número de hojas por planta se calcularon en base a los datos reportados por cinco estudios.

**Tabla 4.** Influencia de varias concentraciones de giberelina en el número de hojas de las plantas en diferentes cultivos (n= 55).

Cultivos	Dosis de giberelina (ppm)	Resultados de		Incremento (%)	Referencias
		Nº de hojas por Planta Control	Tratamiento		
Tomatillo ( <i>Physalis peruviana</i> )	0,2	1,75	2,34	+33,71	(VENTURA, 2016)
Lima ( <i>Citrus aurantifolia</i> )	100	17,03	19,26	+13,09	(PANDA et al., 2018)
Lima ( <i>Citrus aurantifolia</i> )	600	2,16	2,58	+19,44	(ACAN, 2012)
Papaya ( <i>Carica papaya</i> )	500	5,30	7,50	+41,51	(CONSTANTINO et al., 2010)
Col ( <i>Brassica oleracea</i> )	47,5	47,00	56,33	+19,85	(GALARZA, 2024)

En el cultivo de *Physalis peruviana*, Ventura (2016) reportó un incremento del 33,71% en el número de hojas con 0,2 ppm de AG<sub>3</sub> en condiciones in vitro, efecto atribuido al estímulo de la división celular y al crecimiento acelerado de las plántulas, lo que favoreció la formación de hojas adicionales. Por el contrario, en *Solanum tuberosum*, Bharali et al. (2024) observaron un incremento mucho mayor, del 173,33% con 500 ppm de GA<sub>4+7</sub> tras 36 días, resultado relacionado con la estimulación de la elongación y la división celular que promueve un mayor crecimiento vegetativo y desarrollo foliar.

Respecto a *C. aurantifolia*, Panda et al. (2018) reportaron un incremento del 13,09% con 100 ppm, observando que dosis superiores no favorecieron el desarrollo foliar. Estos resultados contrastan con los de Sagar et al. (2024), quienes obtuvieron un incremento del 106,60% con 250 ppm, evidenciando que el aumento en la dosis de AG<sub>3</sub>

incrementó progresivamente el número de hojas, debido a la estimulación de la división y expansión celular en el ápice del brote.

En la misma especie, *C. aurantifolia*, Acan (2012) reportó un incremento del 19,44% con 600 ppm, efecto atribuido a la capacidad del AG<sub>3</sub> de regular procesos fisiológicos relacionados con la formación y desarrollo de hojas. Por su parte, en *C. sinensis*, Rawat et al. (2023) registraron un incremento notable del 212,66% con 200 ppm, resultado asociado a una mayor absorción osmótica de nutrientes inducida por el AG<sub>3</sub>, que favorece la elongación celular y el desarrollo foliar.

En cuanto a *Carica papaya*, Constantino et al. (2010) reportaron un incremento del 41,51% con 500 ppm, mientras que Hazarika et al. (2024) obtuvieron un aumento del 20% con la misma dosis, ambos bajo condiciones de vivero. Este comportamiento evidencio que el AG<sub>3</sub> estimula la división

celular y la elongación en tejidos meristemáticos, favoreciendo la formación de hojas nuevas.

*Brassica oleracea* registró un incremento del 19,85% con 47,5 ppm, según Galarza (2024), el efecto fue atribuido a la regulación del ciclo celular, la elongación y la activación de genes relacionados con el crecimiento. De manera semejante, Reza et al. (2015) reportaron un aumento del 17,73% con 50 ppm, asociado a la estimulación de la

actividad fotosintética, la división celular y la acumulación de reservas, factores que en conjunto favorecen el desarrollo foliar.

En la tabla 5 se presentan los distintos cultivos evaluados, las dosis de giberelina aplicadas y los resultados obtenidos en comparación con los grupos control. Los incrementos en el número de flores por planta se calcularon en base a los datos reportados por cinco estudios.

**Tabla 5.** Influencia de las diferentes concentraciones de giberelina en el número de flores en diferentes cultivos (n= 55).

Cultivos	Dosis de giberelina (ppm)	Resultados del N° de flores		Incremento (%)	Referencias
		Control	Tratamiento		
Aguacate ( <i>Persea americana</i> )	50	340,00	269,00	-20,88	(CHAVELI, 2021)
Pepino ( <i>Cucumis sativus</i> )	300	54,14	62,08	+14,67	(RAHMAN et al., 2020)
Calabacín de verano ( <i>Cucurbita pepo</i> )	60	8,12	9,06	+11,58	(SHAFEEK et al., 2016)
Melón amargo ( <i>Momordica charantia</i> )	40	21,95	21,29	-3,01	(HOSSAIN et al., 2024)
Caléndula africana ( <i>Tagetes erecta</i> )	300	24,65	31,74	+28,76	(BADGE et al., 2014)

En el caso de *Persea americana*, Chaveli (2021) reportó un decremento del 20,88% en la inflorescencia con 50 ppm de AG<sub>3</sub> aplicada en la etapa de inducción floral, efecto que coincide con lo señalado por Rossouw y Robbertse (2001), quienes indicaron que la aplicación de AG<sub>3</sub> retrasa o reduce el desarrollo floral debido a la variación fisiológica existente dentro de la copa del árbol en las etapas tempranas de desarrollo. De manera similar, Chaveli (2023) observó una reducción mayor del 37% con 100 ppm aplicada en la etapa de diferenciación floral, asociada a la represión de genes clave como PaFT y PaLFY, los cuales regulan la inducción y diferenciación floral, disminuyendo así la intensidad de la floración y afectando la brotación de las yemas.

En *Cucumis sativus*, Rahman et al. (2020) reportaron un incremento del 14,67% en el número de flores femeninas por planta con 300 ppm, efecto atribuido a la capacidad del AG<sub>3</sub> de promover la precocidad en la floración femenina, favoreciendo el cambio de brotes potencialmente masculinos a femeninos. De forma opuesta, Dalai et al. (2015) observaron un incremento mayor del 36,15% con una dosis menor de 20 ppm, relacionado con la mayor metabolización de auxinas y cambios en la permeabilidad celular inducidos por el AG<sub>3</sub>.

Respecto a *Cucurbita pepo*, Shafeek et al. (2016) reportaron un incremento del 11,58% en el número de flores masculinas con 60 ppm, asociado a la estimulación de la división celular, la elongación del tallo y la mejora en la robustez de las plantas. Sin embargo, en otro estudio de Rahman et al. (2020) en *Cucumis sativus*, se registró un decremento del 20,97% en flores masculinas con 300 ppm, debido al cambio en la diferenciación sexual de brotes masculinos hacia femeninos inducido por la acción del AG<sub>3</sub>.

En cuanto a *Momordica charantia*, Hossain et al. (2024) reportaron un decremento del 3,01% en el número de flores femeninas con 40 ppm, mientras que en *C. pepo*, Shafeek et al. (2016) observaron una reducción similar del 2,61% con 60 ppm, efecto atribuido a que dosis moderadas de AG<sub>3</sub> pueden reducir la formación de flores femeninas, coincidiendo con lo reportado por Pezo (2019) en *Plukenetia volubilis*, donde dosis superiores también disminuyen la floración femenina.

En relación con *Tagetes erecta*, Badge et al. (2014) registraron un incremento del 28,76% en el número de flores por planta con 300 ppm, asociado al aumento en la actividad fotosintética y a la mayor absorción de nutrientes que favorece la producción floral. Sin embargo, Khan et al. (2024) reportaron un incremento menor del 4,15% con la misma dosis, señalando que el efecto del AG<sub>3</sub> se expresó principalmente en el crecimiento vegetativo (altura y área foliar), lo que indirectamente favoreció una mayor producción de flores debido al aumento en la disponibilidad de fotosintatos.

En la tabla 6 se presentan los distintos cultivos evaluados, las dosis de giberelina aplicadas y los resultados obtenidos en comparación con los grupos control. Los incrementos en el rendimiento (kg/ha) por planta se calcularon en base a los datos reportados por cinco estudios.

En *Capsicum annum*, Valerio (2016) reportó un incremento en el rendimiento del 15,16% con 5 ppm de AG<sub>3</sub>, efecto atribuido al aumento del crecimiento vegetativo, la floración y el cuajado de frutos, lo que favoreció el tamaño y peso, además de contribuir a la reducción del estrés ambiental y a la prolongación del periodo productivo. De manera opuesta, Singh y Singh (2019) obtuvieron un incremento mayor del 38,02% con 150 ppm, asociando este resultado a la combinación de una mayor concentración de AG<sub>3</sub> y una aplicación en la etapa óptima de desarrollo, lo que favoreció tanto el rendimiento como la calidad, además de mejorar el contenido de ácido ascórbico en los frutos.

Respecto a *Solanum lycopersicum*, Rebollo y Rosales (2023) y Serna et al. (2017) reportaron un decremento en el rendimiento del 31,77% y 20,25%, respectivamente, con 150 ppm, efecto atribuido al impacto negativo del AG<sub>3</sub> sobre la floración, que resultó en una menor cantidad de frutos por hectárea. Además, Serna et al. (2017) observaron la aparición de frutos deformes asociados a una fisiopatía conocida como caregato, lo que podría deberse a un efecto tóxico por concentraciones elevadas de AG<sub>3</sub> que alteraron la elasticidad de las paredes celulares, provocando deformaciones.

**Tabla 6.** Influencia de diversas concentraciones de giberelina en el rendimiento en diferentes cultivos (n= 55).

Cultivos	Dosis de giberelina (ppm)	Resultados de rendimiento (kg/ha)		Incremento (%)	Referencias
		Control	Tratamiento		
Pimiento pprika ( <i>Capsicum annuum</i> )	5	5657,60	6515,30	+15,16	(VALERIO, 2016)
Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> )	150	49670,00	33890,00	-31,77	(REBOLLO; ROSALES, 2023)
Sandia ( <i>Cucumis melo</i> )	30	58871,41	80509,56	+36,75	(LAGUA, 2023)
Frijol canario ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )	200	931,07	1540,43	+65,45	(CALDAS, 2022)
Broccoli ( <i>Brassica oleracea</i> )	50	18200,00	24500,00	+34,62	(REZA et al., 2015)

En el caso de *Cucumis melo*, Laguna (2023) reportó un incremento del 36,75% con 30 ppm, asociado a la producción de frutos más grandes, pesados y con pulpa de mayor espesor. De manera similar, en *C. sativus*, Rahman et al. (2020) reportaron un aumento del 17,44% con 300 ppm, efecto atribuido a la estimulación de la expansión celular, lo que generó frutos de mayor tamaño y peso.

Con relación a *Phaseolus vulgaris*, Caldas (2022) reportó un incremento del 65,45% con 200 ppm, mientras que Puspita et al. (2024) obtuvieron un aumento del 53,61% con la misma dosis. En ambos estudios, el aumento en el rendimiento lo relacionaron con la mejora en la eficiencia fisiológica de las plantas, que incluye mayor capacidad fotosintética, mejor desarrollo de flores, frutos y semillas, y una mayor redistribución de nutrientes hacia los órganos de reserva y reproducción.

Finalmente, en *Brassica oleracea*, Reza et al. (2015) reportaron un incremento del 34,62% con 50 ppm, resultado asociado al aumento de la tasa fotosintética y a la acumulación de carbohidratos. Este efecto también estuvo relacionado con una mayor división y elongación celular. Esto contrasta con los resultados de Meftaul et al. (2017), quienes obtuvieron un incremento mayor del 58,98% con 120 ppm, asociado a un crecimiento vegetativo más vigoroso y una mayor formación de flores y frutos, lo que contribuyó directamente a mejorar la productividad por hectárea.

Los hallazgos de esta revisión aportan información clave para orientar el uso racional del ácido giberélico en sistemas agrícolas. Su aplicación adecuada permite optimizar procesos fisiológicos como la germinación, el desarrollo radicular, la floración y el rendimiento en diversos cultivos. Sin embargo, los resultados también destacan la necesidad de establecer dosis específicas y considerar las condiciones de cultivo para evitar efectos negativos. Este conocimiento contribuye directamente a mejorar las prácticas de manejo agrícola, fomentando una agricultura más eficiente, sostenible y alineada con los principios de la agroecología.

## CONCLUSIONES

El cido giberélico promueve la activación de enzimas hidrolíticas, lo que incrementa el porcentaje y la velocidad de germinación en diversas especies. Su aplicación, en dosis óptimas, favorece la división y elongación celular en tejidos meristemáticos, mejorando el crecimiento radicular, la altura de las plantas, el desarrollo foliar y, en consecuencia, el rendimiento.

Concentraciones elevadas de ácido giberélico generan efectos adversos, como la reducción en la germinación, alteraciones en la morfogénesis radicular, desbalances en la relación altura-grosor del tallo, disminución en la producción de flores femeninas y deformaciones en frutos, lo que impacta negativamente en la productividad y la calidad de algunos cultivos.

La respuesta del ácido giberélico varía según la especie, la dosis, el estado fenológico y las condiciones de manejo. Por tanto, su aplicación debe estar sustentada en criterios técnicos precisos, considerando las particularidades fisiológicas de cada especie, con el fin de optimizar los beneficios y minimizar los riesgos asociados a su uso.

## REFERENCIAS

- ACAN USHCA, M. Germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión. Tesis de pregrado (Ingeniero Agropecuario), Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador, 2012, 76p.
- ALCÁNTARA, J.; ACERO, J.; ALCÁNTARA, J.; SÁNCHEZ, R. Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova*, 7(1):109-129, 2019.
- BADGE, S.; PANCHBHAI, D.; DOD, V. Response of pinching and foliar application of gibberellic acid on growth and flower yield in summer African marigold. *Research on Crops*, 15(1):394-397, 2014. [10.5958/2348-7542.2014.00128.4](https://doi.org/10.5958/2348-7542.2014.00128.4)
- BALAGUERA, H.; DEQUIZ, Y.; ÁLVAREZ, J. Obtention of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.) from seeds imbibed in different concentrations of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>). *Agroma Colombiana*, 27(1):57-64, 2009.
- BHARALI, S.; SARKAR, N.; GAYARY, N.; KONWAR, D.; GUNAJIT, K. Effects of gibberellic acid on potato (*Solanum tuberosum* L.) growth and development during off-season cultivation. *International Journal of Biosciences*, 25(1):236-241, 2024. [10.12692/ijb/25.1.236-241](https://doi.org/10.12692/ijb/25.1.236-241)
- CALDAS, J. A. Efecto del ácido giberélico en el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. canario en irrigación San Felipe, Huaura. Tesis de pregrado (Ingeniería Agronómica),

- Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú, 2022, 47p.
- CHAVELI, E. L. Efecto de la reducción de la floración con ácido giberélico sobre la producción del aguacate. Tesis de pregrado (Ingeniería Agroalimentaria y del medio rural), Universitat Politècnica de València, Valencia, 2021, 41p.
- CHAVELI, E. L. Efecto de la aplicación de ácido giberélico y rayado sobre la producción del aguacate. Tesis de posgrado (Máster en Ingeniería Agronómica), Universitat Politècnica de València, Valencia, 2023, 69p.
- CONSTANTINO, M.; GÓMEZ, R.; ÁLVAREZ, J.; PAT, J.; ESPÍN, G. Efecto de la biofertilización y los biorreguladores en la germinación y el crecimiento de *Carica papaya* L. Revista Colombiana de Biotecnología, 12(1):103-115, 2010.
- CONTRERAS, F.; AMARANTE, D.; AVILÉS, A. Efecto del ácido giberélico ag<sub>3</sub> sobre la latencia y vigor de la semilla de arroz en el tiempo. Revista Agropecuaria y Forestal, 11(1):31-36, 2022.
- CORASPE, H.; ORTEGA, E.; MONTERO, F.; ALVARADO, C. El ácido giberélico en la interrupción del reposo de tubérculos semillas de papa en las condiciones de páramo. Agronomía Tropical, 52(1):543-554, 2002.
- DALAI, S.; SINGH, M.; SINGH, K.; KUMAR, M.; MALIK, S.; KUMAR, V. Effect of foliar application of GA<sub>3</sub> and NAA on growth, flowering yield and yield attributes of cucumber (*Cucumis sativus* L.). Annals of Horticulture, 8(2):181-194, 2015. [10.5958/0976-4623.2015.00014.6](https://doi.org/10.5958/0976-4623.2015.00014.6)
- DEAQUIZ, Y.; BURGOS, Y. Efecto de la aplicación de giberelinas (GA<sub>3</sub>) sobre germinación de semillas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Santa Cruz. Conexión Agropecuaria JDC, 3(1):29-36, 2013.
- FRAILE, A.; ÁLVAREZ, J.; DEAQUIZ, Y. Efecto de las giberelinas en la propagación de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo diferentes sustratos enriquecidos con fertilizante. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 6(1):41-54, 2012.
- GALARZA, T. M. Evaluación de giberelinas para elongación del tallo en col ornamental (*Brassica oleracea*). Tesis de pregrado (Ingeniera Agrónoma), Universidad Técnica de Ambato, Cevallos, Ecuador, 2024, 44p.
- GARRUÑA, R.; LATOURNERIE, L.; AYALA, O.; SANTAMARÍA, J.; PINZÓN, L. Acondicionamiento pre-siembra: una opción para incrementar la germinación de semillas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). Agrocencia, 48(1):413-423, 2014.
- GÓMEZ, B.; ENCISO, C.; OVIEDO, V.; ZARZA, H. Efecto del ácido giberélico sobre la brotación y emergencia en tubérculos de papa semilla. Revista de la Facultad de Agronomía, 42(1):15-24, 2023.
- GUERRERO, M.; ÁLVAREZ, J.; CAMACHO, J. Germinación y crecimiento de semillas de arveja var. 'Santa Isabel' sometidas a diferentes dosis de giberelinas. Revista de Investigación Agraria y Ambiental, 14(1):91-112, 2024. [10.22490/21456453.6506](https://doi.org/10.22490/21456453.6506)
- HAZARIKA, B.; DAS, R.; GOGOI, S.; BORDOLOI, A. Studies on seed germination, growth and vigour of papaya seedlings cv. 'Sapna' as influenced by growth regulators and propagation media. The Pharma Innovation Journal, 12(1):387-391, 2024.
- HERNÁNDEZ, A.; PINEDA, A.; DÍAZ, H. Efecto de la luz y del ácido giberélico en la germinación in vitro de *Capsicum annum* L. cv. 'Papri King'. Biotecnología Vegetal, 19(1):165-170, 2019.
- HOSSAIN, D.; KARIM, M.; PRAMANIK, M.; RAHMAN, A. Effect of gibberellic acid on flowering and fruit development of bitter melon (*Momordica charantia* L.). International Journal of Botany, 2(1):329-332, 2024. [10.3923/ijb.2006.329.332](https://doi.org/10.3923/ijb.2006.329.332)
- KHAN, S.; PANCHBHAI, D.; GAJBIHYE, R.; CHATSE, D. Response of humic acid and gibberellic acid application on flowering and yield of summer African marigold. International Journal of Advanced Biochemistry Research, 8(5):261-267, 2024. [10.33545/26174693.2024.v8.i5ss4.1177](https://doi.org/10.33545/26174693.2024.v8.i5ss4.1177)
- LAGUA, J. Fruit quality of watermelon (*Cucumis melo*) as influenced by gibberellic acid. Journal of Horticulture and Forestry, 18(1):368-380, 2023. [10.5281/zenodo.10043535](https://doi.org/10.5281/zenodo.10043535)
- LI, Q.; ZHOU, Y.; XIONG, M.; REN, X.; HAN, L.; WANG, J.; ZHANG, C.; FAN, X.; LIU, Q. Gibberellin recovers seed germination in rice with impaired brassinosteroid signalling. Plant Science, 293(1):110435, 2020. [10.1016/j.plantsci.2020.110435](https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2020.110435)
- LÓPEZ, S.; PAZOS, A.; CAICEDO, M.; LÓPEZ, A.; MENDOZA, C. Efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de *Moringa oleifera* Lam "moringa", Rebiol, 38(2):35-41, 2018.
- MEDAN, R. Effect of soaking apricot seeds (*Prunus armeniaca* L.) with gibberellic and humic acids on germination and seedling growth. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1262:042046, 2023. [10.1088/1755-1315/1262/4/042046](https://doi.org/10.1088/1755-1315/1262/4/042046)
- MEFTAUL, M.; SIRAJUL, I.; PARVEN, A. Growth and yield potential of late planting cabbage influenced by gibberellic acid. International Journal of Business, Social and Scientific Research, 6:62-67, 2017.
- MORALES, A.; RIVASCHERO, A.; ZAPATA, A.; GARCÍA, E.; RUESTA, M.; PEÑA, R. Efecto de diferentes dosis de ácido giberélico en la germinación de papaya (*Carica papaya* L.) variedad criolla. Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences, 39(1):392-400, 2023. [10.29393/CHJAA39-35EDAM60035](https://doi.org/10.29393/CHJAA39-35EDAM60035)

- NEDUNCHEZHIAN, V.; PALANIVEL, M.; JABEEN, P.; THANGAVEL, P.; RAMAKRISHNAN, B.; VELUSAMY, M.; MUTHUSAMY, S.; EDM, I. Effects of gibberellic acid on seed dormancy of black gram (*Vigna mungo* L.). *Journal of Applied Biology and Biotechnology*, 11(3):256-259, 2023. [10.7324/JABB.2023.45506](https://doi.org/10.7324/JABB.2023.45506)
- NONOGAKI, H. Seed germination and dormancy: The classic story, new puzzles, and evolution. *Journal of Integrative Plant Biology*, 61(5):541-563, 2019. [10.1111/jipb.12762](https://doi.org/10.1111/jipb.12762)
- PANCHAL, R.; PRAJAPATI, R. Effect of gibberellic acid on seed germination and seedling growth of green gram - *Vigna radiata* (L.) Wilczek. *European Journal of Pharmaceutical and Medical Research*, 6(4):301-303, 2019.
- PANDA, P.; KARNA, A.; SINHA, K. Effect of gibberellic (GA<sub>3</sub>) acid on seed germination and growth of kagzi lime (*Citrus aurantifolia* Swingle), *International Journal of Chemical Studies*, 6(5):2803-2805, 2018.
- PEZO, M.; MÁRQUEZ, K.; SOLIS, R. El ácido giberélico incrementa el rendimiento de plantas adultas de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*). *Scientia Agropecuaria*, 10(4):455-460, 2019. [10.17268/sci.agropecu.2019.04.01](https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.01)
- PICHARDO, J.; GUEVARA, L.; COUOH, Y.; GONZÁLEZ, L.; BERNARDINO, A.; MEDINA, H.; GONZÁLEZ, M.; ACOSTA, G. Efecto de las giberelinas en el rendimiento de Chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(5):925-934, 2018. [10.29312/remexca.v9i5.1502](https://doi.org/10.29312/remexca.v9i5.1502)
- PINEDA, A.; HERNÁNDEZ, A.; DÍAZ, H. Multiplicación y reducción del crecimiento in vitro de papa chaucha (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja). *Manglar*, 18(2):123-128, 2024. [10.17268/manglar.2021.016](https://doi.org/10.17268/manglar.2021.016)
- PUSPITA, D.; BAHADUR, V.; TOPNO, S. Effect of gibberellic acid and cytokinin on growth, quality and yield of french bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Ellora No. 11. *Journal of Experimental Agriculture International*, 46(5):538-545, 2024. <https://doi.org/10.9734/jeai/2024/v46i52408>
- QUINTANA, M.; CAPOTE, A.; NÁPOLES, J.; ÁLVAREZ, O.; RAMOS, Y.; BÉCQUER, C.; GALDO, Y. Efecto de dos reguladores de crecimiento y condiciones de iluminación en la germinación de semillas conservadas de *Clitoria ternatea*. *Biotecnología Vegetal*, 13(2):1-8, 2013.
- QUINTANA, N.; JAYARO, Y.; AVILA, M.; ROMERO, M.; CLISANCHEZ, N.; ALEJOS, Y. Nota técnica: Evaluación del vigor en semillas de ocho cultivares de arroz mediante pruebas de primer conteo de germinación y envejecimiento acelerado. *Bioagro*, 36(2):121-126, 2024. [10.51372/bioagro361.12](https://doi.org/10.51372/bioagro361.12)
- RAHMAN, M.; BAHADUR, M.; PRAMANIK, S. Influence of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) on growth, flowering, and fruit yield of cucumber. *Journal of Science and Technology*, 18(1):33-42, 2020.
- RAWAT, D.; NEGI, M.; MANI, G.; KRISHNA. Effect of different levels of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) on seed germination and seedling growth of sweet orange (*Citrus sinensis* L.) cv. Malta. *Biological Forum – An International Journal*, 15(10):337-342, 2023.
- REBOLLO, K.; ROSALES, R. Effect of exogenous application of gibberellin on growth, fruit yield and quality of tomato. *Idesia (Arica)*, 41(4):15-20, 2023. [10.4067/S0718-34292023000400015](https://doi.org/10.4067/S0718-34292023000400015)
- REZA, M.; ISLAM, M.; HOQUE, A.; SIKDER, R.; MEHRAJ, H.; UDDIN, J. Influence of different GA<sub>3</sub> concentrations on growth and yield of broccoli. *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 10(5):332-335, 2015.
- ROSSOUW, T.; ROBBERTSE, P. Effect of gibberellic acid treatments on flower development of avocado. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*, 24(1):1-4, 2001.
- SAGAR, K.; VASTRAD, S.; SAINI, S.; MALLAPPA; PRAKASH, H. Effect of gibberellic acid on seed germination and seedling vigour of Indi's Kagzi lime [*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle]. *International Journal of Advanced Biochemistry Research*, 8(1):355-358, 2024. [10.33545/26174693.2024.v8.i1e.379](https://doi.org/10.33545/26174693.2024.v8.i1e.379)
- SALDÍVAR, P.; LAGUNA, A.; GUTIÉRREZ, F.; DOMÍNGUEZ, M. Ácido giberélico en la germinación de semillas de *Jaltomata procumbens* (Cav.) J.L. Gentry. *Agronomía Mesoamericana*, 21(2):327-331, 2010. [10.15517/am.v21i2.4895](https://doi.org/10.15517/am.v21i2.4895)
- SERNA, A.; HURTADO, A.; CEVALLOS, N. Efecto del ácido giberélico en el crecimiento, rendimiento y calidad del tomate bajo condiciones controladas. *Temas Agrarios*, 22(1):70-79, 2017. [10.21897/ta.v22i2.946](https://doi.org/10.21897/ta.v22i2.946)
- SEVIK, H.; GUNEY, K. Effects of IAA, IBA, NAA, and GA<sub>3</sub> on rooting and morphological features of *Melissa officinalis* L. stem cuttings. *The Scientific World Journal*, v. 2013, Article ID 909507, 5p, 2013. [10.1155/2013/909507](https://doi.org/10.1155/2013/909507)
- SHAFEEK, M.; HELMY, Y.; AHMED, A.; GHONAME, A. Effect of foliar application of growth regulators (GA<sub>3</sub> and ethereal) on growth, sex expression and yield of summer squash plants (*Cucurbita pepo* L.) under plastic house condition. *International Journal of ChemTech Research*, 9(6):70-76, 2016.
- SHARAF, M.; ATAWIA, A.; BAKRY, K.; EL ROUBY, M. Effect of pre-sowing seeds soak in different GA<sub>3</sub> and ZnSO<sub>4</sub> solutions on germination and growth of Cleopatra mandarin and Rangpur lime rootstocks. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 5(2):233-238, 2016.
- SINDHUJA, K.; MALLESH, S.; HOLAJJER, P.; JYOTHI, G.; PRANEETH, S. Effect of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) treatment on seed germination of turkey berry (*Solanum torvum* Sw.). *The Pharma Innovation International Journal*, 12(10):411-414, 2023.

- SINGH, S.; SINGH, T. Effect of gibberellic acid on growth, yield and quality parameters of chilli (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(2):2021-2023, 2019.
- VALERIO, R. S. Efecto de la concentración de ácido giberélico en el crecimiento y rendimiento de tres cultivares de pimiento paprika (*Capsicum annuum* L.). Tesis de pregrado (Ingeniero Agrónomo), Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú, 2016, 93p.
- VÁSQUEZ, W.; PUIPALES, P.; VITERI, P.; SOTOMAYOR, A.; FEICÁN, C.; CAMPAÑA, D.; VIERA, W. Escarificación química y aplicación de ácido giberélico para la germinación de semillas de cultivares de mora (*Rubus glaucus* Benth.). *Interciencia*, 44(3):161-166, 2019.
- VENTURA, E. H. Influencia del ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) y bencil aminopurina (BAP) en la propagación clonal in vitro de *Physalis peruviana* L. Tesis de pregrado (Ingeniero Agrónomo), Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú, 2016, 80p.
- YOLCU, M. The effects of different doses of zeatin, kinetin, and gibberellic acid biostimulants applied during the seedling development period of *Melissa officinalis* L. (lemon balm) on growth and biochemical parameters. *Journal of Agriculture*, 7(2):9, 2025. [10.46876/ja.1577039](https://doi.org/10.46876/ja.1577039)