



Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Forestales. Ingeniería Agronómica

Estudiantes
Luciano Esequiel Paniagua
Bianca Mailen Riedenauer

Aplicación de bioestimulante y fitorregulador para el estudio de su impacto en el vigor y rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) y morrón (*Capsicum annuum L.*)

Trabajo Integrador Final presentado para obtener el título de “Ingeniero Agrónomo”

Orientador
Ing. Facundo Ernesto Ramos Hentz
Co- Orientador
Ing. Ricardo Ariel Bernardo Buchweis

Eldorado (Misiones, Argentina) abril 2025



Esta obra está licenciado bajo Licencia Creative Commons (CC) Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE MISIONES**



**FACULTAD
DE CIENCIAS
FORESTALES**

TRABAJO INTEGRADOR FINAL

Ingeniería Agronómica

Título

Aplicación de bioestimulante y fitorregulador para el estudio de su impacto en el vigor y rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) y morrón (*Capsicum annuum L.*)

Estudiantes

PANIAGUA, Luciano Esequiel

RIEDENAUER, Bianca Mailen

Orientador

Ing. RAMOS HENTZ, Facundo Ernesto

Co-orientador

Ing. BUCHWEIS, Ricardo Ariel Bernardo

Eldorado

Argentina

Abril 2025

Luciano Esequiel Paniagua: Estudiante de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Bertoni N° 124, Eldorado, Misiones, Argentina. C.P. 3380. *Email:* luchopaniagua98@gmail.com

Bianca Mailen Riedenauer: Estudiante de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Bertoni N° 124, Eldorado, Misiones, Argentina. C.P. 3380. *Email:* biancamailenriedenauer@gmail.com

Orientador Facundo Ernesto Ramos Hentz: Profesor Optativa de cultivo sin suelo, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Bertoni N° 124, Eldorado, Misiones, Argentina. C.P. 3380. *Email:* Ramoshentz@gmail.com

Co-orientador Ricardo Ariel Bernardo Buchweis: Profesor invitado de la optativa cultivo sin suelo, becario doctoral de CONICET, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Bertoni N° 124, Eldorado, Misiones, Argentina. C.P. 3380. *Email:* Arielribuc@gmail.com

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	6
SUMMARY	7
1. INTRODUCCIÓN	8
2. HIPÓTESIS.....	11
3. OBJETIVO GENERAL.....	11
4. OBJETIVOS PARTICULARES	11
5. MATERIALES Y MÉTODOS	12
5.1. Localización del área de estudio.....	12
5.2. Variedades utilizadas	12
5.3. Diseño experimental	12
5.4. Labores culturales.....	14
5.4.1. Siembra.....	14
5.4.2. Trasplante	14
5.4.3. Solución nutritiva y riego.....	15
5.4.4. Podas	16
5.4.5. Tutorado	16
5.4.6. Deshoje.....	17
5.5 Variables evaluadas	17
5.5.1 Variables vegetativas.....	17
5.5.2 Variables de rendimiento	17
5.6 Análisis de datos.....	18
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
6.1. Tomate.....	18
6.1.1 Variables vegetativas.....	18
6.1.2 Variables de rendimiento.....	19
Precocidad:.....	19
Peso medio por tratamiento:	20
Calidad de frutos:.....	21
6.2 Morrón.....	25
6.2.1 Variable vegetativa	25
6.2.2 Variables de rendimiento.....	26

	Precocidad:.....	26
	Peso medio por tratamiento:	27
	Calidad del fruto:	29
6	CONCLUSIONES	33
7	BIBLIOGRAFÍA	34
8	ANEXO.....	40

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Tratamientos que se utilizaron en la experimentación.....	13
Tabla 2: Solución nutritiva según PEIL (2014).	15
Tabla 3: clasificación de la totalidad de frutos por tratamiento según criterios de “tipos comerciales” reglamentados en la resolución 297/1983 (Normas de tipificación y fiscalización de las hortalizas frescas con destino a los mercados de interés nacional).	24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Altura promedio lograda por los diferentes tratamientos en plantas de tomate a los 116 días después del trasplante.	19
Figura 2: Días después de trasplante en que los tratamientos llegaron al 50% de plantas con flores en antesis en la segunda inflorescencia.	20
Figura 3: Influencia de la tomatosa sobre la variable peso de los frutos.	21
Figura 4: Valores medios del peso de los frutos de tomate por tratamiento (gr).	21
Figura 5: Influencia de la tomatosa sobre el diámetro ecuatorial de los frutos de tomate.	23
Figura 6: Diámetro ecuatorial medio de los frutos de tomate por tratamiento (mm).	23
Figura 7: Diámetro polar medio de los frutos de tomate por tratamiento (mm).	25
Figura 8: Influencia de la tomatosa sobre la variable altura.	26
Figura 9: Altura promedio alcanzada por los tratamientos en plantas de morrón a los 149 días después del rebaje.	26
Figura 10: Gráfico de los días después de rebaje en que los tratamientos llegaron al 50% de plantas con flores en la segunda bifurcación.	27
Figura 11: Valores medios del peso de los frutos de morrón por tratamiento (gr). Tratamientos con una letra en común poseen diferencias no significativas evaluadas con el test de Tukey a un nivel de significancia del 5%.	28
Figura 12: Interacción entre los factores aminoácido y tomatosa en el diámetro ecuatorial de frutos de morrón.	29
Figura 13: Diámetro ecuatorial medio de los frutos por tratamiento (mm). Tratamientos con letras diferentes presentan diferencias significativas evaluados con el test de Tukey a un nivel de significancia del 5%.	30
Figura 14: Influencia del aminoácido sobre el diámetro polar de los frutos de morrón.	31
Figura 15: Influencia de la tomatosa sobre el diámetro polar de los frutos de morrón.	32
Figura 16: Diámetro polar medio de los frutos por tratamiento (mm).	32

RESUMEN

Dentro de la familia de las solanáceas el tomate, y, en segundo lugar, el morrón son las hortalizas de fruto más consumidas en el mundo, tanto para su consumo en fresco como para su procesamiento. Una alternativa de mejora de técnica de cultivos es la implementación de bioestimulantes y fitorreguladores. Este estudio fue realizado con el objetivo de evaluar los efectos de las aplicaciones de aminoácidos, ácido β -naftoxiacético y su interacción, en plantas de tomate y morrón, para generar información actualizada que fomente una mayor producción. El presente trabajo se realizó en el ciclo otoño-invierno en el año 2024 en un invernadero localizado en Eldorado, Misiones. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado (DCA) con 4 tratamientos para cada una de las especies y 15 repeticiones para un total de 60 unidades experimentales. Los resultados mostraron la efectividad de los aminoácidos sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de morrón, los que superaron al testigo. En tomate, la combinación entre el bioestimulante y el fitorregulador favoreció el aumento del rendimiento y calidad de los frutos. La aplicación de aminoácidos desde el trasplante permitió precocidad de la fase reproductiva de ambos cultivos, posibilitando frutos primicia en los mercados para aumentar la rentabilidad del cultivo.

Palabras clave: Aminoácidos, ácido β -naftoxiacético, tomatosa, bioestimulante, fertilización foliar.

SUMMARY

Within the Solanaceae family, tomato and, secondarily, bell pepper are the most widely consumed fruit vegetables in the world, both for fresh and processed consumption ~~and for processing~~. An alternative approach to improving cultivation techniques is the implementation of biostimulants and phytohormones. This study was conducted to evaluate the effects of amino acid applications, β -naphthoxyacetic acid, and their interaction on tomato and bell pepper plants, in order to generate updated information that promotes increased production. This study was conducted during the fall-winter cycle in 2024 in a greenhouse located in Eldorado, Misiones. A completely randomized experimental design (CRD) was used with four treatments for each species and 15 replicates for a total of 60 experimental units. The results showed the effectiveness of amino acids on the growth, development, and yield of bell pepper crops, which outperformed the control. In tomato, the combination of the biostimulant and the phytohormone boosted fruit yield and quality. The application of amino acids from transplantation allowed for an earlier reproductive phase in both crops, enabling early fruit to be produced on the market and increasing crop profitability.

Key words: Amino acids, β -naphthoxyacetic acid, tomatosa, biostimulant, foliar fertilization.

1. INTRODUCCIÓN

El tomate es una planta herbácea anual de la familia de las solanáceas, originaria de América central y del sur. Es la hortaliza de fruto más consumida en el mundo, tanto para consumo en fresco, como para su consumo procesado (SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA, 2023).

La producción mundial de tomate en el año 2021 alcanzó 189 millones de megagramos, abarcando un área cosechada de 5 millones de hectáreas, siendo los principales países productores, China, India, y Turquía. En tanto que los principales países con exportaciones de frutos frescos son México, Países Bajos e Irán (FAO, 2021).

La producción de tomate fresco en Argentina se concentra en las regiones del Cuyo, NOA, NEA, Río Negro y Buenos Aires. Además, los cinturones hortícolas que se ubican alrededor de las principales ciudades del país contribuyen a satisfacer el consumo (DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, 2020). La producción de tomate con fines industriales, por su lado, se concentra en Mendoza, San Juan, las provincias del NOA, La Rioja y Río Negro (SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA, 2023).

La producción promedio anual de tomate en Argentina de los últimos años se ubica alrededor de 1.100.000 megagramos y 17.000 hectáreas productivas. Aproximadamente el 60-70% se destina al mercado en fresco, pudiendo recurrirse a importaciones desde países limítrofes en algunos momentos del año o ante situaciones climáticas desfavorables y un 30-40% para la industria (DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, 2020).

El Morrón también pertenece a la familia de las solanáceas, su origen se encuentra en las regiones tropicales del sur de México, América Central y Las Antillas, pero formas silvestres de esta especie también son encontradas desde el sur de Texas hasta Argentina (SAAVEDRA DEL REAL *et al.*, 2019). Desde el punto de vista agronómico, las variedades de esta especie pueden dividirse en dos grupos, las de sabor picante, con frutos más largos y delgados, que se utilizan para encurtidos, conocidos comúnmente como pimiento; y las variedades dulces que comprenden frutos de buen tamaño, usados para su consumo en fresco y para su uso en la industria de conservas, llamados comúnmente Morrón (CASTILLO MARCILLO y CHILUISA PUENTE, 2011).

El Morrón es la segunda hortaliza de fruto más importante después del tomate en cuanto a comercialización. El continente que mayor superficie destina a su producción es Asia, principalmente en China e India, el segundo es África seguido por Europa y América, donde se

destaca la producción de México, Estados Unidos, Venezuela, Chile y Argentina, siendo esta última la principal productora de Sudamérica (INTA, 2017; PEREZ *et al.*, 2021).

En Argentina la producción de morrón abarca una superficie estimada de 6500 ha. Su cultivo se encuentra distribuidas en varias zonas, concentrando la producción en el litoral, donde la principal provincia productora es Corrientes (CASAFE, 2016). La superficie cultivada bajo cubierta de morrón es la segunda del país, solo por detrás del tomate. Las 1.700 hectáreas bajo invernadero de este fruto representan el 30 % de las 5.600 hectáreas totales destinadas al cultivo protegido de hortalizas (STAVISKY, 2013; MOLINA *et al.*, 2018).

Para la provincia de Misiones la producción hortícola es una actividad económica importante, en particular si se tiene en cuenta que se trata de productos de gran consumo y por su condición de generadora de empleos. El 80% de hortalizas que consume la población misionera ha provenido históricamente y continúa siendo extrazona y solo el 20% es producido en Misiones. Según datos obtenidos por el Mercado Central de Posadas, del total consumido de tomate y morrón solo un 3% es producido en la provincia, lo que subraya la necesidad de fortalecer la producción local y mejorar la competitividad (MINISTERIO DEL AGRO Y LA PRODUCCIÓN, 2017). La demanda de estas frutas representa una excelente oportunidad para los productores, no obstante, es imprescindible invertir en investigación, capacitaciones y mejorar las técnicas de cultivo a fin de aumentar la eficiencia y productividad (VILLALOBOS BARRAZA, 2019).

La principal limitante para un ciclo de cultivo a campo son las condiciones climáticas, entre ellas las temperaturas extremas y fuertes vientos. Estas condiciones hacen que exista una demanda insatisfecha durante los periodos de baja temperaturas, por lo que es una buena oportunidad producir estas hortalizas bajo condiciones de invernadero (IGLESIAS, 2015).

Con el cultivo protegido es posible alterar significativamente el ambiente de crecimiento y reproducción de las plantas, con control parcial de los efectos adversos del clima. De esta manera, es posible obtener cosechas fuera de la temporada aprovechando los mejores precios, mayor crecimiento de las plantas, posibilidad de mayor eficiencia en el control de enfermedades, plagas, reducción de pérdidas de nutrientes por lixiviación, reducción de estrés fisiológico, aumento de productividad y mejora de la calidad de la producción (VIDA *et al.*, 2004).

La infestación de nuestros suelos con la bacteria *Ralstonia solanacearum*, causante del marchitamiento bacteriano en plantas de la familia solanáceas, representa un riesgo significativo para la producción. Esta enfermedad puede provocar la muerte rápida de las plantas y generar importantes pérdidas económicas (BLANCARD, 2011).

Dado que la desinfección de los suelos no es un método eficaz para controlar esta bacteria, los cultivos de frutos en invernadero suelen emplear sistemas de cultivo en sustrato (GARCÍA ESTRADA, 2009). Estos sistemas combinan sustratos orgánicos e inorgánicos con soluciones nutritivas, lo que permite un desarrollo óptimo de las plantas. Los mismos se clasifican en dos categorías principales: sistemas abiertos y sistemas cerrados. En los sistemas abiertos, el exceso de solución nutritiva que drena no se reutiliza, sino que se dirige al suelo. Por otro lado, los sistemas cerrados recuperan y reciclan la solución nutritiva excedente a través de un sistema de recirculación cíclico. Los sistemas cerrados ofrecen una mayor eficiencia en el uso del agua y los nutrientes. Sin embargo, a medida que aumenta la duración del ciclo de cultivo, también lo hace el riesgo de aparición de enfermedades en la raíz y desequilibrios en la solución nutritiva. Esto puede afectar negativamente el rendimiento de cultivos de ciclo largo, como el tomate y el morrón (SÁNCHEZ DEL CASTILLO, 2014; DE LA ROSA RODRÍGUEZ *et al.*, 2016).

Sumado a estas tecnologías, actualmente en el mercado surgieron algunos productos llamados bioestimulantes y fitorreguladores, como aminoácidos y ácido β -naftoxiacético respectivamente, que son una herramienta útil que va ganando importancia desde el punto de vista económico y ecológico, y que al ser aplicadas en cantidades adecuadas generan un impacto positivo en el cultivo (SABORIO, 2002; RUIZ *et al.*, 2009; MARTÍNEZ *et al.*, 2016).

El fallo en el cuajado de frutos es uno de los problemas más comunes en el cultivo de tomate cuando las temperaturas no son las óptimas (rango de temperatura óptima 20-25°C), por otro lado, en morrón las temperaturas mayores a 32°C y condiciones de baja humedad relativa, menores a 50%, así como una gran diferencia entre las temperaturas diurnas y nocturnas, mayores a 9°C, pueden provocar caída de flores y frutos, además, en ambas especies las temperaturas subóptimas reducen la capacidad del polen para fecundar las flores. Cuando la falta de cuajado del fruto está dada por las condiciones mencionadas, la aplicación exógena de ácido β -naftoxiacético induce un rápido prendimiento del ovario. El bajo porcentaje de cuajado es causante de bajos rendimientos y calidad del fruto en el cultivo de tomate y morrón (DANE, 2015; LUDVIK *et al.*, 2017; CANGÁS CHULDE, 2019).

Con la aplicación de aminoácidos, la planta tendrá un importante ahorro de energía en la síntesis de proteínas, incorporándose rápidamente al metabolismo, contribuyendo a un proceso de crecimiento y desarrollo acelerado. Con el ahorro de energía la planta puede dirigir esta hacia otros procesos como enraizamiento, floración, cuajado y producción de frutos. Este ahorro de energía también es muy importante cuando el cultivo se encuentra debilitado por alguna condición externa, como situaciones de estrés hídrico, golpes de calor, y/o frío, ataques de plagas, enfermedades,

trasplante y fitotoxicidad (SABORÍO, 2002; DE SOUZA LIMA *et al*, 2009; USCOLA *et al.*, 2008).

Con la siguiente investigación se pretendió evaluar el efecto de la aplicación de aminoácidos y ácido β -naftoxiacético, de forma individual y con la interacción entre ellos, con el fin de determinar cuál de estos tratamientos estimula una mejora de los parámetros que definen la producción del cultivo de tomate y morrón y de esta manera complementar la escasa información existente.

2. HIPÓTESIS

La producción de morrón y tomate es mayor con el uso de aminoácidos y ácido β -naftoxiacético, debido al aumento del cuajado, rendimiento y calidad de los frutos, incluso bajo condiciones sub-óptimas de temperatura durante el ciclo del cultivo, en un sistema cerrado hidropónico con sustrato de carbón vegetal.

3. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del siguiente trabajo fue evaluar los efectos de las aplicaciones de aminoácidos, ácido β -naftoxiacético y su interacción, en plantas de tomate y morrón, en sistema cerrado hidropónico con carbón vegetal, para generar información actualizada que fomente una mayor producción en Eldorado, Misiones Argentina.

4. OBJETIVOS PARTICULARES

Determinar el efecto de la aplicación de ácido β -naftoxiacético, aminoácido y la interacción entre ambos, sobre la altura de las plantas, precocidad de producción, rendimiento y calidad de los frutos de tomate en un sistema cerrado hidropónico con sustrato de carbón vegetal.

Evaluar la altura de las plantas, la precocidad, el rendimiento y calidad de frutos de morrón producidos en un sistema cerrado hidropónico con sustrato de carbón vegetal con la aplicación de aminoácidos, ácido β -naftoxiacético y la interacción entre ambos.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización del área de estudio

La investigación se realizó desde marzo a noviembre del 2024 en la localidad de Eldorado, entre latitud sur 26°24'14,36" y longitud oeste 54°40'10", de la provincia de Misiones.

El ensayo se llevó a cabo en un invernadero de tipo capilla a dos aguas con dimensiones de 6,8 metros de ancho por 22,5 metros de largo y una superficie total de 153 m², con orientación este-oeste. La estructura presentó postes laterales con una altura de 3 metros y postes centrales de 4 metros. El techo constó de plástico tratado contra rayos ultravioletas, con un grosor de 100 micrones, mientras que las paredes laterales y frontales permanecían descubiertas, al igual que el piso.

Se trató de un sistema cerrado de producción con 16 canaletas de madera de las siguientes dimensiones: 10 metros de largo, 0,30 metros de ancho y 0,15 metros de profundidad, elevadas sobre el suelo con una pendiente del 5%, recubiertas interiormente con polietileno nylon negro y el sustrato que se utilizó fue carbón vegetal inerte. La distribución espacial de las mismas fueron 8 a ambos lados de un amplio pasillo central de 1,90 metros, separadas cada dos canaletas por un pasillo de 0,80 metros.

5.2. Variedades utilizadas

El tomate que se utilizó fue Roma variedad Italiana, de la marca comercial Topseed de la línea azul, caracterizada por tener crecimiento indeterminado, frutos pequeños y homogéneos en forma piriforme de color rojo intenso, con escasas semillas, pulpa abundante de sabor dulce y un peso promedio de 80-120 gramos, con diámetro polar de 50-60 milímetros y diámetro ecuatorial de 30-40 milímetros (FLORIDO *et. al.*, 2002).

En cuanto a la variedad de morrón se utilizó Cascadura Ikeda, de la marca comercial Topseed de la línea azul, planta de crecimiento vertical indeterminado, muy productiva. Sus frutos son firmes, espesos, de sabor dulce y coloración verde, su peso promedio es de 72 gramos y miden alrededor de 90 milímetros de diámetro polar y 53 milímetros de diámetro ecuatorial (ENCISO GARAY *et. al.*, 2013).

5.3. Diseño experimental

El trabajo de investigación se dividió en dos ensayos, uno para el cultivo de tomate y otro para el cultivo de morrón. Se utilizó un diseño factorial con dos factores y su interacción, cada uno en

un diseño experimental completamente al azar, resultando en 4 tratamientos con 15 repeticiones para cada una de las especies (Tabla 1). El primer factor, aminoácido, donde se evaluó el tratamiento con aplicación de aminoácido y sin aplicación del mismo. El segundo, con aplicación y sin aplicación de tomatosa (ácido β -naftoxiacético). Debemos destacar que los resultados se analizaron por separado permitiéndonos analizar cómo cada factor y su interacción afectaron específicamente a cada una de las especies.

Tabla 1: Tratamientos que se utilizaron en la experimentación.

Factor Aminoácido	Factor Tomatosa	Tratamientos	Marca comercial	Principios activos	Dosis	Nombre de tratamientos
CON	SIN	Aminoácidos	Naturamin WSP	Aminoácidos libres 80% p/p, Nitrógeno total 12,8% p/p y Nitrógeno orgánico 12,8% p/p.	0,5 gr/L	AA
SIN	CON	Ácido β -naftoxiacético	Tomatosa	Ácido β -naftoxiacético 1 gr e inertes 100 cm ³ .	3,5 cm ³ /L	BNOA
CON	CON	Aminoácidos + Ácido β -naftoxiacético	Naturamin WSP + Tomatosa		0,5 gr/L + 3,5 cm ³ /L	AA + BNOA
SIN	SIN	Testigo				Testigo

Los aminoácidos del tratamiento AA y AA + BNOA fueron aplicados desde el trasplante cada 15 días en ambas especies durante su etapa vegetativa, en una concentración de 0,5 gramos por litro (recomendada por el fabricante) pulverizando toda la planta. En la etapa reproductiva,

que comenzó a los 34 DDT en tomate y a los 73 DDR en morrón, se aplicó cada 7 días. Naturamin es un producto que ejerce un efecto estimulante sobre el cultivo durante su etapa de crecimiento activo y en fructificación, especialmente cuando se producen situaciones que pueden afectar el desarrollo de la planta (GONZÁLEZ LAZO, 2023).

El ácido β -naftoxiacético del tratamiento BNOA y AA + BNOA fue aplicado desde el inicio de la floración en los racimos del tomate y en las flores del morrón en cada bifurcación, 1 vez por semana, en una concentración de 3,5 cm³ por litro (FORCHINO y BOCCHINO, 2017), dirigido a las flores abiertas. El ácido β -naftoxiacético es un regulador de crecimiento de la familia de las auxinas, promueve el cuajado, evita el ahuecamiento en dosis apropiadas y estimula el aumento de las frutas (MARTÍNEZ *et al.*, 2016).

Las aplicaciones de los tratamientos se efectuaron mediante una pulverizadora de 2 litros. Para evitar la contaminación de los tratamientos por la deriva de los productos aplicados, se utilizó una pantalla plástica, que aisló la planta tratada del resto en el momento de la aplicación.

5.4.Labores culturales

5.4.1. Siembra

La siembra se realizó el 4 de marzo del 2024 en la mesada de siembra del invernadero, en ocho bandejas de 40 cavidades de 90 cm³. La mitad de estas bandejas se utilizó para la siembra de morrón y las restantes para la siembra de tomate. El sustrato que se utilizó fue 3 partes de corteza de pino, una parte de perlita y 3kg m⁻³ de fertilizante basacote plus.

5.4.2. Trasplante

El trasplante se realizó una vez que las plántulas alcanzaron un diámetro de tallo entre 3-5 mm, 3-4 hojas verdaderas y de 10-18 cm de altura. Estas condiciones fueron conseguidas 4 semanas post siembra para tomate y 5 semanas después de la siembra para el morrón.

Se procedió a hidratar 24 horas antes del trasplante el carbón vegetal, ya que el sustrato debe tener un adecuado nivel de humedad, además, se dejó en riego continuo el sistema durante 4 horas para evitar el estrés post trasplante. Al momento del trasplante del tomate se procedió a enterrar el tallo de los plantines a los fines de proporcionar un mejor soporte inicial y permitir a la planta el desarrollo de nuevas raíces, con el cuidado de que las hojas cotiledónales no queden enterradas.

Debido a una infestación severa de ácaros que generó una detención del crecimiento en las plantas, se decidió realizar una poda sanitaria de las plantas de morrón siguiendo protocolos de

manejo integrado de plagas y la eliminación total de las plantas de tomate, con el objetivo de eliminar las áreas infestadas y prevenir la propagación de los ácaros.

La nueva fecha de trasplante del tomate y poda sanitaria en morrón se registró el 27 de abril del 2024, marcando un punto de inflexión en el desarrollo del experimento. Esta acción permitió recuperar la estabilidad del cultivo y garantizar la continuidad de la investigación.

5.4.3. Solución nutritiva y riego

La fertilización consistió en una solución nutritiva basada en el trabajo de PEIL (2014) (Tabla 2). Debido a que el invernadero contaba con un solo tanque de 1100 litros se utilizó la misma solución nutritiva para ambos cultivos.

Tabla 2: Solución nutritiva según PEIL (2014).

Composición de la solución nutritiva utilizada en el ensayo			
Macronutrientes	Mmol L	Micronutrientes	mg L
Nitrato (NO ₃ ⁻)	14	Hierro (Fe)	3
Ácido fosfórico (H ₃ PO ₄)	1,15	Manganeso (Mn)	0,5
Sulfato (SO ₄ ⁻²)	1,75	Zinc (Zn)	0,05
Amonio (NH ₄ ⁺)	1,15	Boro (B)	0,15
Potasio (K ⁺)	7	Cobre (Cu)	0,02
Calcio (Ca ⁺²)	3,5	Molibdeno (Mo)	0,01
Magnesio (Mg ⁺²)	1,75		

La conductividad eléctrica se mantuvo en 1,8 dS m⁻¹, cuando este valor disminuyó o aumentó en 15%, la solución se corrigió con el agregado de la solución nutritiva o agua respectivamente. El pH se mantuvo entre 5,5 y 6,6 (PEIL, 2014). El riego localizado, compuesto

por caño de polipropileno y emisores de goteo con un caudal de $1,4 \text{ l h}^{-1}$, se realizó de manera automática 7 veces al día durante 7 minutos cada una.

5.4.4. Podas

El objetivo de la poda fue balancear el crecimiento reproductivo y vegetativo de las plantas, permitiendo que los fotoasimilados se canalicen hacia los frutos, además de otorgar beneficios fitosanitarios (ESCOBAR y LEE, 2009). Las podas se explicarán por separado ya que tienen un manejo distinto, no así las demás labores culturales.

5.4.1.1 Poda en Tomate

Con la poda de formación se seleccionó un solo tallo para que la planta sea más vigorosa, para facilitar su manejo y tutorado. Dos semanas después del trasplante se procedió a realizar de forma permanente el desbrote, actividad que consistió en quitar los brotes que crecen de las yemas axilares de las hojas, eliminándolos manualmente. Esta actividad evitó que tomen parte de los nutrientes que son importantes para el desarrollo de la planta y los frutos, además, al eliminarlos cuando aún eran pequeños se redujo el tamaño de las heridas y se evitaron problemas fitosanitarios (ESCOBAR y LEE, 2009). Se realizó raleo de flores y frutos solo en el caso de aquellos que presentaron problemas sanitarios como pudriciones apicales, ataque de enfermedades, insectos y malformaciones.

5.4.1.2 Poda en morrón

La poda sanitaria se realizó a una altura aproximada de 25 cm dejando 2 hojas por debajo del corte para homogenizar las condiciones iniciales y asegurar nuevos puntos de brotación. La nueva brotación produjo entre tres y cinco tallos primarios, para este ensayo se optó por mantener dos tallos principales debido a la disponibilidad de materiales para su tutorado. Se seleccionaron dentro de cada tallo principal el tallo secundario que presentó mayor vigor definido por su mayor diámetro y se podó el tallo con menor vigor (CASILIMAS *et al.*, 2012). Esta tarea se realizó semanalmente durante todo el ciclo de cultivo, ya que las plantas continuaron con su crecimiento produciendo nuevos nudos sobre cada tallo principal. Otro tipo de poda que se realizó es el raleo de frutos, que consistió en retirar de las horquetas los frutos que presentaron deformaciones o quemaduras de sol.

5.4.5. Tutorado

Para ambas especies se realizó un tutorado vertical manual con hilo de rafia, resistente a los rayos ultravioleta para su mayor durabilidad. Este se unió a un alambre de alta resistencia a 2

m de altura y por medio de ganchos a las canaletas del cultivo. La conducción del tomate fue a un solo tallo, mientras que en morrón se utilizó el sistema de espalderas en V conduciendo dos tallos durante todo el ciclo.

5.4.2 Polinización

La flor de tomate y morrón se auto-poliniza en más de un 99 % y para ello sólo necesita una vibración fuerte de la flor para que libere los granos de polen, bajo invernadero la velocidad del viento es baja y el ingreso de los insectos polinizadores que hacen vibrar la flor es restringido a diferencia de lo que sucede en cultivo a campo (CUELLAR *et al.*, 2001). Por ello, para incrementar el rendimiento del tomate se realizó vibraciones forzadas a la planta mediante golpes al alambre del tutorado entre las 9 y 10 de la mañana. Esta polinización asistida permite incrementar los rendimientos a diferencia de aquellos cultivos bajo invernadero con polinización libre (ESCOBAR y LEE, 2009; CUELLAR *et al.*, 2001; ROLDÁN SERRANO y GUERRA SANZ, 2004).

5.4.6. Deshoje

Una vez que se ha realizado la cosecha de los primeros frutos, se retiraron las hojas que presentaron amarillamiento. Esta labor permitió mejorar la aireación al interior del cultivo y bajar la humedad relativa en la base de las plantas lo que hace que disminuya la presencia de hongos y otros patógenos (CASILIMAS *et al.*, 2012; ESCOBAR y LEE, 2009). Estas hojas fueron inmediatamente retiradas del invernadero para eliminar cualquier infección.

5.5 Variables evaluadas

5.5.1 Variables vegetativas

Altura de la planta: se midió la planta a los 116 días después del trasplante en tomate y a los 149 días después del rebaje en morrón, utilizando una cinta métrica flexible desde la base del tallo hasta el meristema apical comparando de esta manera los tratamientos.

5.5.2 Variables de rendimiento

Precocidad: se determinó la precocidad en días desde el trasplante (ddt) hasta la antesis, tomando como un criterio de precocidad cuando el 50 % de plantas por tratamiento tuvo al menos dos flores en antesis en la segunda inflorescencia en tomate y en la segunda bifurcación en morrón,

comparando de esta manera el tratamiento AA y Testigo. Se comparó únicamente estos dos tratamientos ya que la aplicación de tomatosa se inició una vez que las plantas habían alcanzado la fase reproductiva.

Peso total de frutos: se pesó el total de frutos por planta obteniendo el rendimiento en kg planta⁻¹ por tratamiento, con ayuda de una balanza digital.

Calidad de frutos: se midió con un calibre Vernier el diámetro ecuatorial y polar de los frutos cosechados en cada una de las repeticiones correspondientes a cada uno de los tratamientos bajo estudio. Luego los frutos de tomate fueron clasificados dentro de cada tratamiento en chicos, mediano y grande.

5.6 Análisis de datos

Para el análisis de datos se utilizó el Software estadístico InfoStat, con el cual se realizaron los test de homocedasticidad y de normalidad para variables cuantitativas continuas, posteriormente se realizó un ANOVA, siempre que los anteriores lo permitan. En los casos que el ANOVA presentó diferencias significativas, se realizó un test de comparación de medias mediante Tukey (si hubiese más de dos niveles), con un nivel de significancia de 0,05. En el caso de la variable altura de la planta en tomate se procedió a la transformación de los datos mediante logaritmo natural para poder aceptar las pruebas de los supuestos y luego seguir analizando los datos con las pruebas de ANOVA.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Tomate

6.1.1 Variables vegetativas

La altura no se vio influenciada por la aplicación de aminoácidos (p-valor= 0,5981) y tomatosa (p-valor= 0,0689), ni por la interacción entre ambos (p-valor= 0,8524). En complemento a lo anterior, se puede observar cómo los valores promedio obtenidos a los 116 días después del trasplante muestran que el tratamiento testigo tiene una altura promedio superior y que el tratamiento BNOA + AA alcanzó la menor altura (Figura 1). Estas observaciones reflejan tendencias en los datos medidos, aunque no alcanzaron significancia estadística en el análisis realizado. Estos datos no coinciden con los expuestos por ÁLVAREZ RODRÍGUEZ *et al.* (2015), quienes encontraron diferencias significativas positivas en la altura de las plantas a los 45 días después del trasplante con la utilización de bioestimulantes aplicados dos veces en todo su ciclo

de cultivo, utilizando una dosis de 0,7 L/ha. Estos autores reportaron un aumento del 53,7% en la altura en comparación con el testigo. Por otro lado, VILLALOBOS BARRAZA (2019) obtuvo diferencias significativas negativas en sus tratamientos con aplicación de aminoácidos, evaluado a los 28 días después del trasplante, sobresaliendo el tratamiento testigo. Sin embargo, a los 36 y 51 días después del trasplante, encontró que el tratamiento con tres aplicaciones de aminoácidos se distinguió respecto al tratamiento control, con un incremento en altura de 10,7% y 9,9% respectivamente.

La aplicación foliar de bioestimulantes puede alterar el crecimiento vegetativo, sin embargo, este efecto puede variar según las dosis utilizadas y las mezclas realizadas. Las aplicaciones en exceso de aminoácidos causan un efecto tóxico y contrario al deseado en cuanto a las variables vegetativas, además las mezclas entre dos o más productos causarían que este efecto negativo se potencie (ALFOSEA SIMÓN *et al.*, 2020).

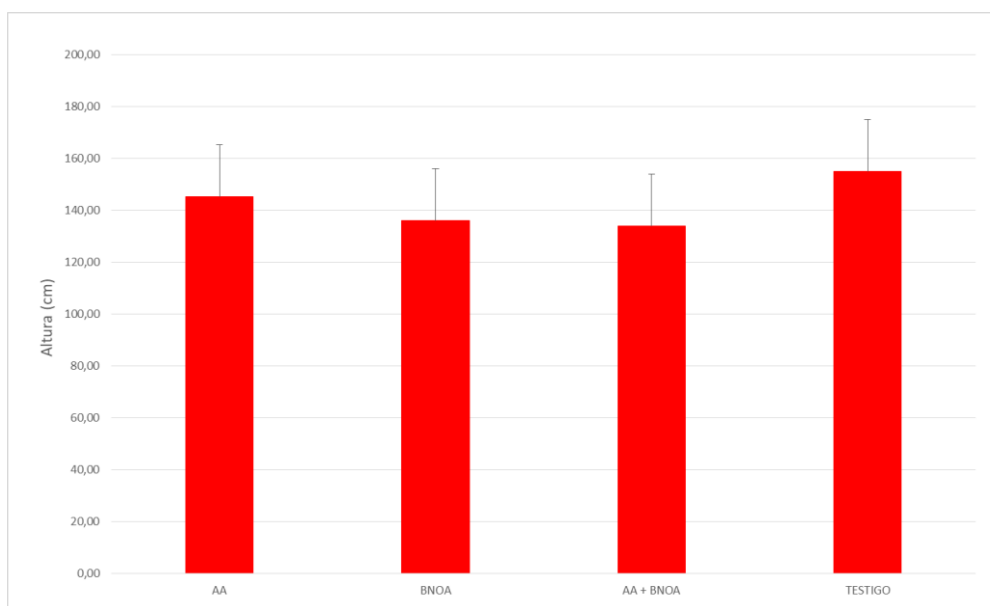


Figura 1: Altura promedio lograda por los diferentes tratamientos en plantas de tomate a los 116 días después del trasplante en cm. Los bigotes referencian el error estándar.

6.1.2 Variables de rendimiento

Precocidad:

El tratamiento con aplicación de aminoácido mostro una reducción importante en los días hasta la floración. Se examinó la variable precocidad desde una perspectiva fenológica, considerando sus cambios y patrones a lo largo del tiempo.

En tomate el tratamiento con AA alcanzó la floración a los 37 días después del trasplante, mientras que el testigo lo hizo a los 50 días. La diferencia fue de 13 días menos en el tratamiento con AA (Figura 2). Los resultados obtenidos no se alinean con lo expuesto por CAMPOS ROSALES (2017), quien no observó diferencias.

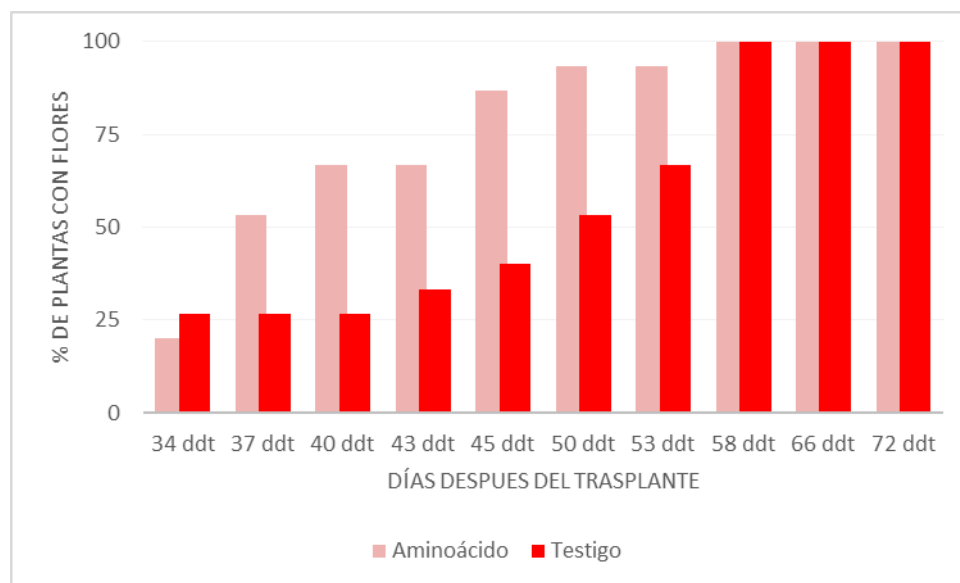


Figura 2: Días después de trasplante en que los tratamientos llegaron al 50% de plantas con flores en antesis en la segunda inflorescencia.

Peso medio por tratamiento:

Para el caso de la variable peso medio de los frutos por tratamiento, se encontraron diferencias significativas a un nivel de significancia del 5%.

La tomatosa mostró una influencia significativa sobre el peso de los frutos (p -valor= 0,02), no así la aplicación de aminoácidos (p -valor= 0,08) y la interacción entre ambos (p -valor= 0,18), sin embargo, es importante destacar que la interacción obtuvo mayor valor en el peso medio, 1645,87 gramos (Figura 4). En la Figura 3 se puede observar que la aplicación de tomatosa afecta positivamente el aumento del peso de los frutos.

Lo expuesto no coincide con CAMPOS ROSALES (2017), RESABALA GONZALES y PILCO ÁLVAREZ (2021), quienes determinaron diferencias significativas positivas con aplicación de aminoácidos respecto al testigo, el primero aplicando los tratamientos cada 15 días y los segundos aplicando los tratamientos a los 21, 36 y 51 días después del trasplante. Además, los resultados obtenidos coinciden con lo expuesto por FORCHINO BOCCHINO (2017) quien

encontró aumentos significativos con la aplicación de ácido β -naftoixacético a razón de $3,5 \text{ cm}^3 \text{ litro}^{-1}$. GARCÍA JARA (2018) no encontró diferencias significativas en el peso promedio entre el tratamiento con aplicación de Ácido β -naftoixacético y el testigo.

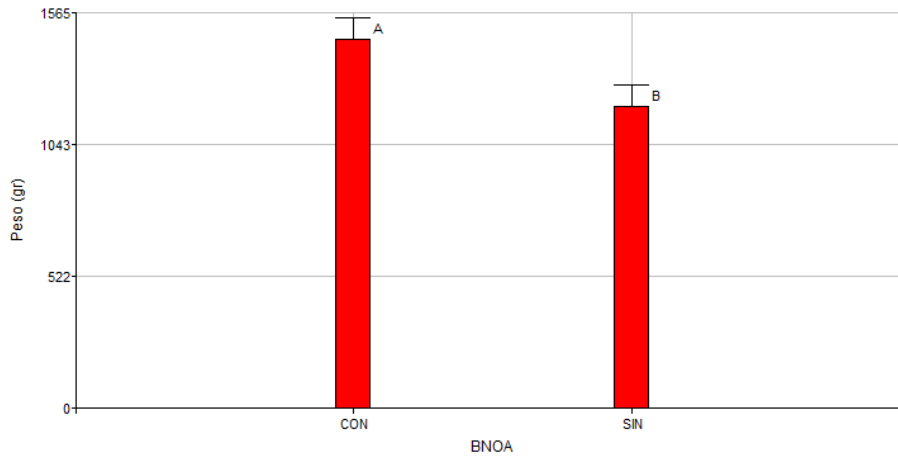


Figura 3: Peso de los frutos en gr para los tratamientos CON y SIN tomatosa. Las letras indican diferencias significativas en p-valor $<0,05$. Los bigotes referencian el error estándar.

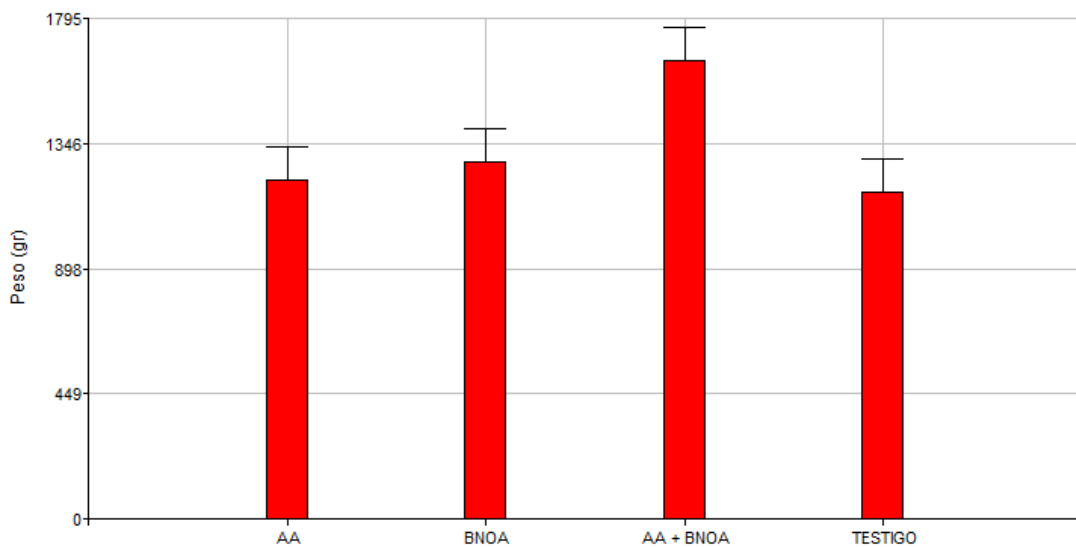


Figura 4: Valores medios del peso de los frutos de tomate por tratamiento (gr). Los bigotes referencian el error estándar.

Calidad de frutos:

El diámetro ecuatorial en frutos de tomate se vio altamente influenciado por la aplicación de tomatosa (p-valor $< 0,0001$), no así por la aplicación de aminoácido (p-valor= $0,9054$) y tampoco en la interacción (p-valor= $0,0813$). El test de Tukey demuestra que la aplicación de tomatosa incrementa positivamente el diámetro ecuatorial de los frutos (Figura 5).

Si bien la interacción no registró mejoras significativas evidenciadas estadísticamente, podemos destacar que da un mayor número de frutos grande (Tabla 3) clasificados según los “tipos comerciales” reglamentados en la resolución 297/1983 (Normas de tipificación y fiscalización de las hortalizas frescas con destino a los mercados de interés nacional).

Coincidiendo con MARTINEZ *et al.* (2016) quienes en su trabajo evaluaron diferentes concentraciones de ácido β -naftoxiacético, pudieron observar que la concentración de 3,5 cm³/l; igual a la dosis utilizada en la presente investigación; fue la que arrojó mayor calibre con un valor de 8,65 cm en frutos de tomate híbrido Elpida. Los mismos concluyen que las dosis recomendadas para lograr aumentos varían según las zonas y condiciones de producción, siendo importante ajustar las dosis y frecuencias, por contar con antecedentes que manifiestan efectos negativos a los esperados.

En oposición con lo encontrado por BOTTA *et al.*, (2007) quienes mencionan que la aplicación de AminoQuelant-B (Aminoácido + Boro) aplicado dos veces en el ciclo de cultivo, permite obtener calibres superiores en comparación con la aplicación de Ácido β -naftoxiacético y el testigo. Pero podemos coincidir con estos mismos autores que la distribución de calibres muestra que la hormona y el bioestimulante consiguen un mayor número de frutos grandes y menor proporción de frutos pequeños y medianos respecto al testigo.

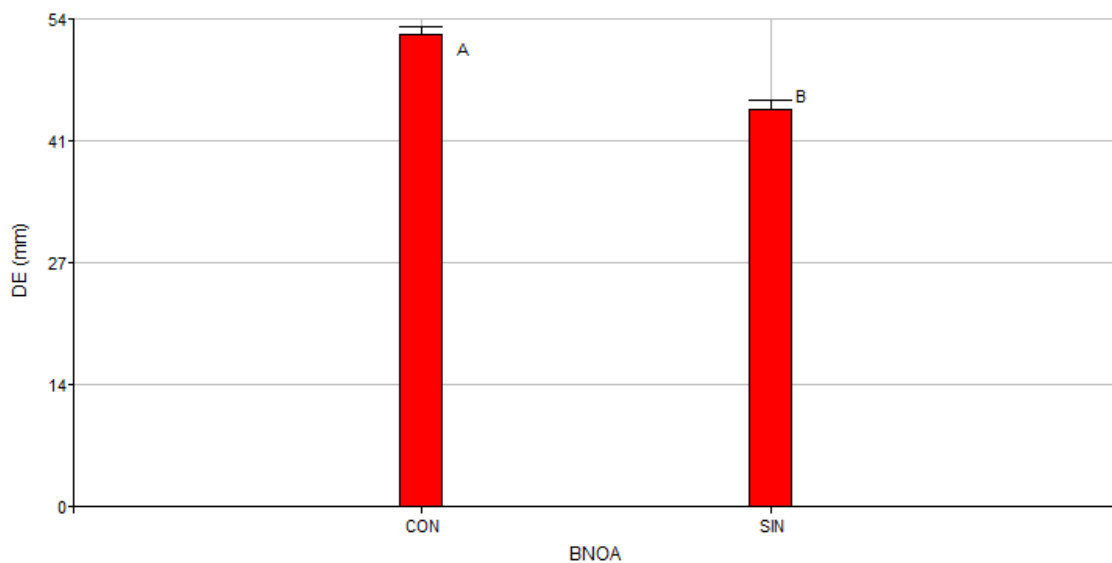


Figura 5: Diámetro ecuatorial de los frutos en cm para los tratamientos CON y SIN tomatosa. Las letras diferentes indican diferencias significativas en p-valor <0,05. Los bigotes referencian el error estándar.

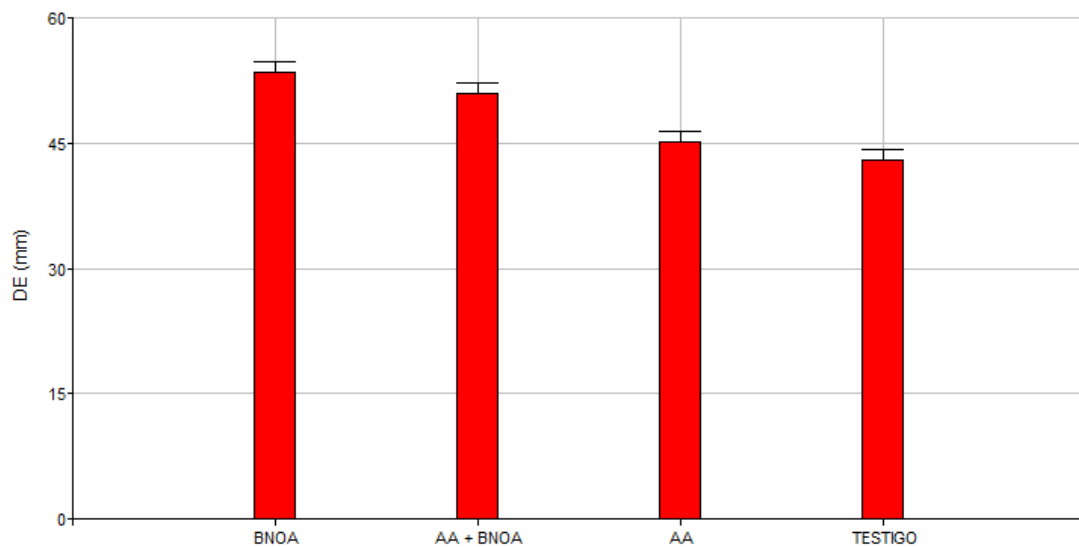


Figura 6: Diámetro ecuatorial medio de los frutos de tomate por tratamiento (mm). Los bigotes referencian el error estándar.

Tabla 3: clasificación de la totalidad de frutos por tratamiento según criterios de “tipos comerciales” reglamentados en la resolución 297/1983 (Normas de tipificación y fiscalización de las hortalizas frescas con destino a los mercados de interés nacional).

"Tipos comerciales" reglamentados en la resolución 297/1983				
Tratamientos	Grande 45 mm	Mediano 35-45 mm	Chico 25-35 mm	Total de frutos por tratamiento
BNOA	178	9	52	239
AA + BNOA	224	30	90	344
AA	147	48	56	251
TESTIGO	145	55	90	290

El diámetro polar en frutos de tomate se vio afectado por la interacción aminoácido y tomatosa (p-valor= 0,0106), y por la aplicación de aminoácido (p-valor= 0,0315), no así, por la aplicación de tomatosa (p-valor= 0,4587). En la figura 7 se observa como el agregado de tomatosa en conjunto con el aminoácido afecta negativamente al diámetro polar de los frutos.

El mayor diámetro polar se obtuvo en el tratamiento AA con un diámetro promedio de 67,99 mm incrementándose un 13,3% con respecto al testigo (Figura 7). VILLALOBOS VARRAZA (2019), JEREZ MOMPIE et al. (2023), RESABALA GONZALES y PILCO ÁLVAREZ (2021), no encontraron diferencias significativas entre la aplicación de aminoácidos y el testigo en el diámetro polar de los frutos. Los datos obtenidos en este estudio si coinciden con los resultados obtenidos por ÁVILA AMADOR *et al.*, (2022) donde la aplicación de bioestimulantes influyeron positivamente con las distintas dosis utilizadas respecto al tratamiento control, en ambas variedades analizadas por los autores. VILLEGAS ESPINOZA *et al.*, (2018) también identificaron efectos positivos significativos con el uso de aminoácidos en el diámetro polar de los frutos de tomate con la aplicación del bioestimulante Liplant, en una magnitud del 65%.

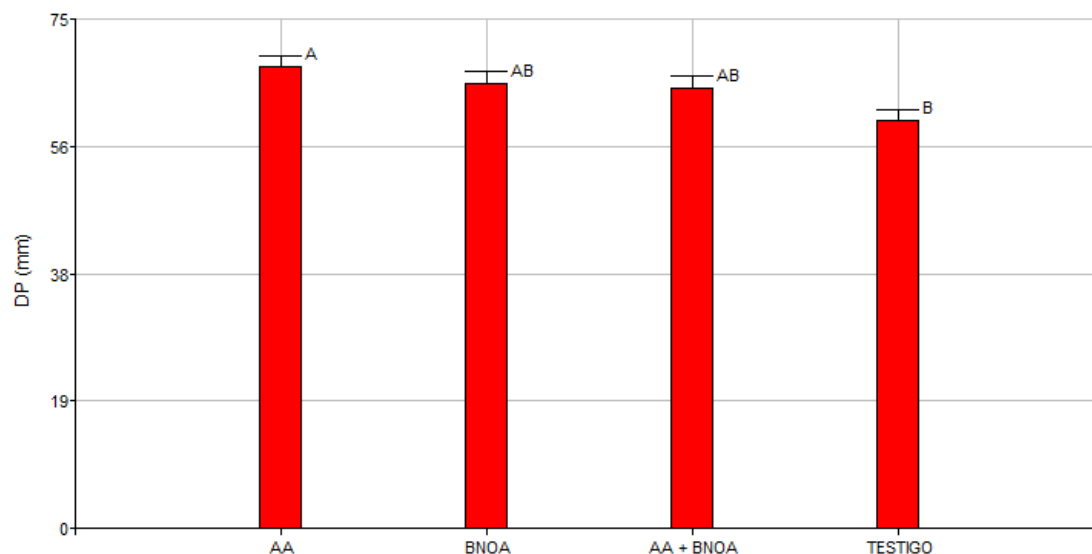


Figura 7: Diámetro polar medio de los frutos de tomate por tratamiento (mm). Las letras diferentes indican diferencias significativas en p-valor <0,05. Los bigotes referencian el error estándar.

6.2 Morrón

6.2.1 Variable vegetativa

La altura de las plantas de morrón a los 149 días después del rebaje, únicamente se vio influenciada por la tomatosa (p-valor= 0,0048), no así por el aminoácido (p-valor= 0,0894) y la interacción (p-valor= 0,7687). Al realizar el test de Tukey se puede observar en la Figura 8 que la aplicación de tomatosa afecta negativamente la altura de las plantas. Estos resultados no coinciden con lo expuesto por VILLAVICENCIO PARRALES (2020), ESPINOSA RAMOS (2003) y REYES PÉREZ *et al.*, (2021) quienes obtuvieron una altura de 11,4%, 105% y 19,22% respectivamente mayor en tratamientos con aplicación de bioestimulantes respecto al testigo en evaluación, los cuales fueron aplicados a las plantas 3 veces en el ciclo de cultivo.

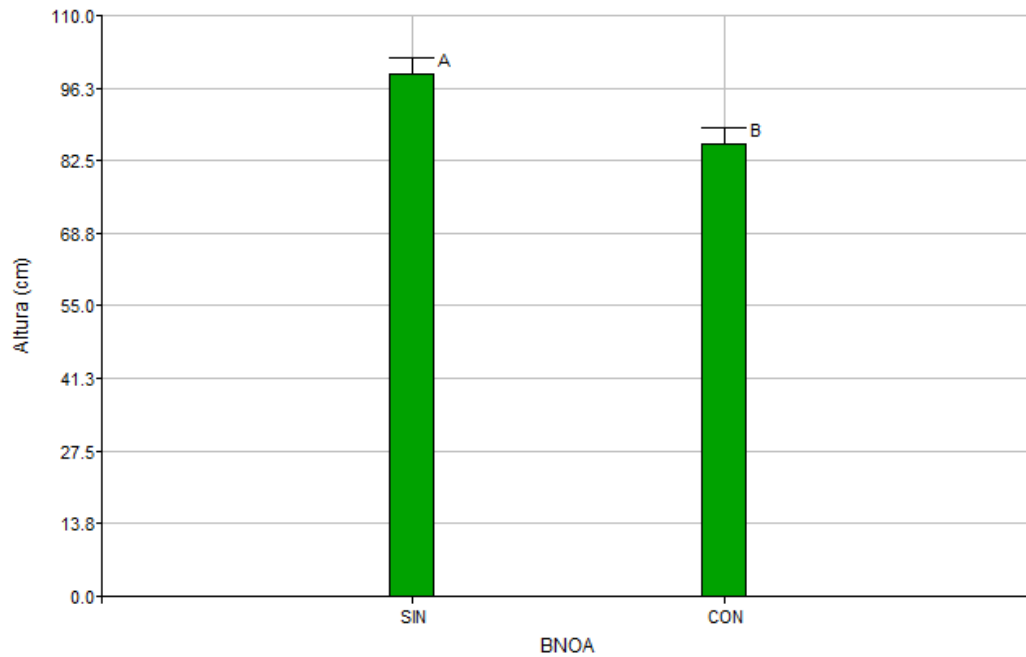


Figura 8: Altura de las plantas en cm para los tratamientos CON y SIN tomatosa. Las letras diferentes indican diferencias significativas en p-valor <0,05. Los bigotes referencian el error estándar.

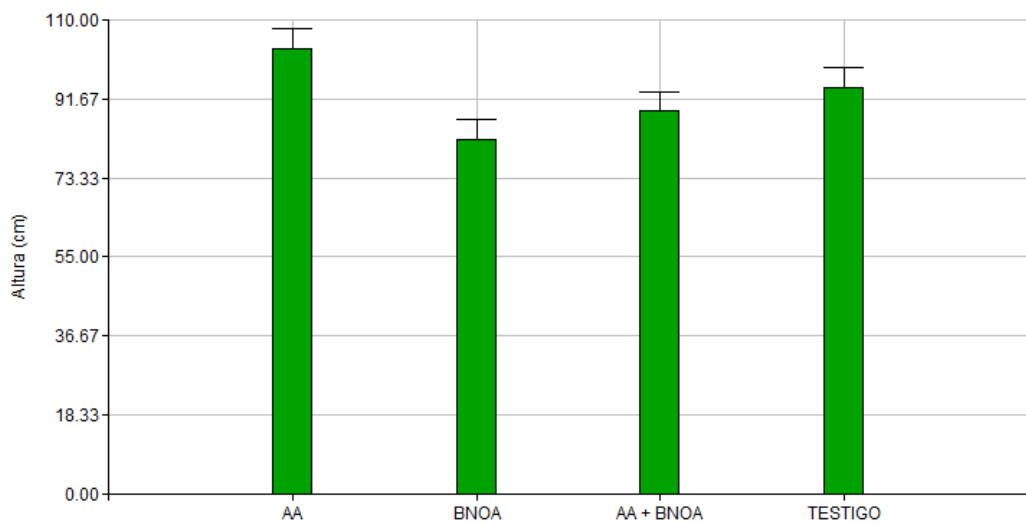


Figura 9: Altura promedio alcanzada por los tratamientos en plantas de morrón a los 149 días después del rebaje. Los bigotes referencian el error estándar.

6.2.2 Variables de rendimiento

Precocidad:

En morrón el tratamiento con aminoácidos alcanzó la precocidad a los 73 días después del rebaje en comparación con los 98 días del testigo. La diferencia fue de 25 días en el tratamiento

con AA (Figura 10). Esto se ajusta a lo observado por VILLAVICENCIO PARRALES (2020), quien obtuvo una disminución de 5 días hasta la floración con aplicación de bioestimulantes.

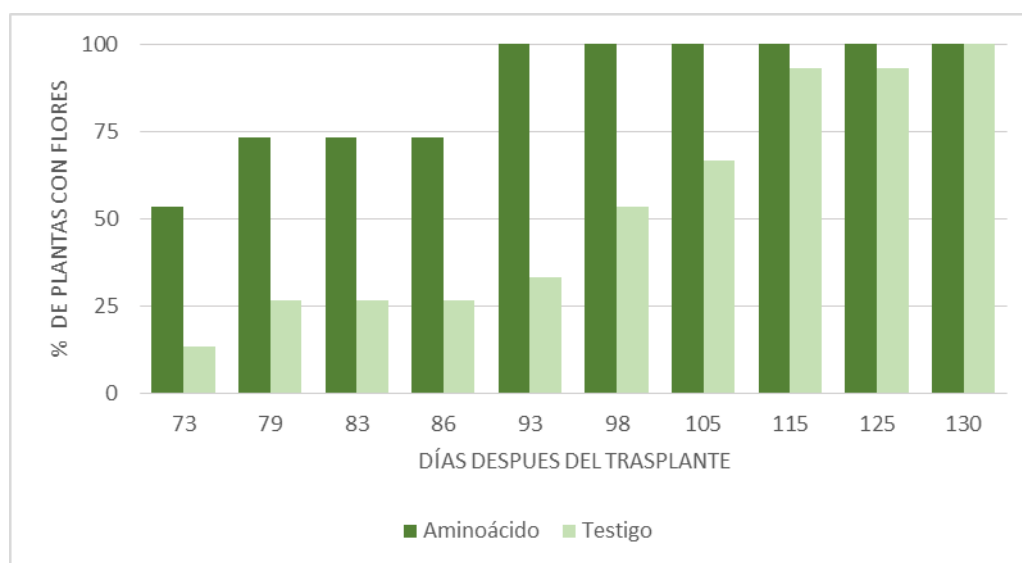


Figura 10: Gráfico de los días después de rebaje en que los tratamientos llegaron al 50% de plantas con flores en la segunda bifurcación.

Peso medio por tratamiento:

El peso de los frutos por tratamiento se vio influenciado por la interacción (p-valor= 0,017), también por la aplicación de aminoácidos (p-valor= 0,026) y tomatosa (p-valor= 0,027).

Una vez realizado el ANOVA se procedió con el test de comparación de medias donde se puede observar en la figura 11 que el AA tuvo diferencias significativas positivas con respecto a los demás tratamientos. El tratamiento con aplicación de AA sobresalió en rendimiento con un peso promedio de 557,13 gramos, estos datos fueron obtenidos de un total de 106 frutos (Tabla 6), logrando una diferencia aproximada de 207 gramos entre los demás tratamientos. Se observó un menor número de frutos cosechados en el tratamiento BNOA, en donde se visualizó que al aplicar el producto las flores sufrían un achaparramiento y su posterior caída, siendo necesario estudios donde se evalué la dosis óptima para que se produzca el cuaje de los frutos y no el efecto contrario.

Estos resultados no están en sintonía con lo encontrado por GONZÁLEZ LAZO (2023), quien expone que no encontró diferencias significativas entre tratamientos con aplicación de aminoácidos marca comercial Naturamin, aplicados 4 veces en el ciclo de cultivo y el tratamiento control. El mismo menciona que para encontrar resultados positivos es necesario la aplicación de mayores dosis durante el ciclo de cultivo.

Por otro lado, los datos encontrados en esta investigación concuerdan con ROSELL PARDO *et al.*, (2019) quienes hallaron diferencias significativas entre el tratamiento con

aplicación de aminoácidos y el grupo control. TORRES (2016) también encontró diferencias significativas y un aumento del peso de los frutos por tratamiento en morrón y destacó que la frecuencia y dosis de aplicación de los bioestimulantes puede variar para cada cultivo específico.

No se hallaron estudios que evalúen la aplicación de ácido β -naftoxiacético en frutos de morrón, pero si estudios que utilizan productos similares con contenido de auxinas, este es el caso de FRIBOURG ALBRIZZIO (2017) que utilizó Biozyme, siendo este un regulador de crecimiento que contiene auxinas, citoquinas y giberelinas. Realizó un estudio con diferentes frecuencias de aplicaciones a lo largo del ciclo del cultivo, encontrando las mayores diferencias significativas en peso de fruto con las mayores frecuencias de aplicación.

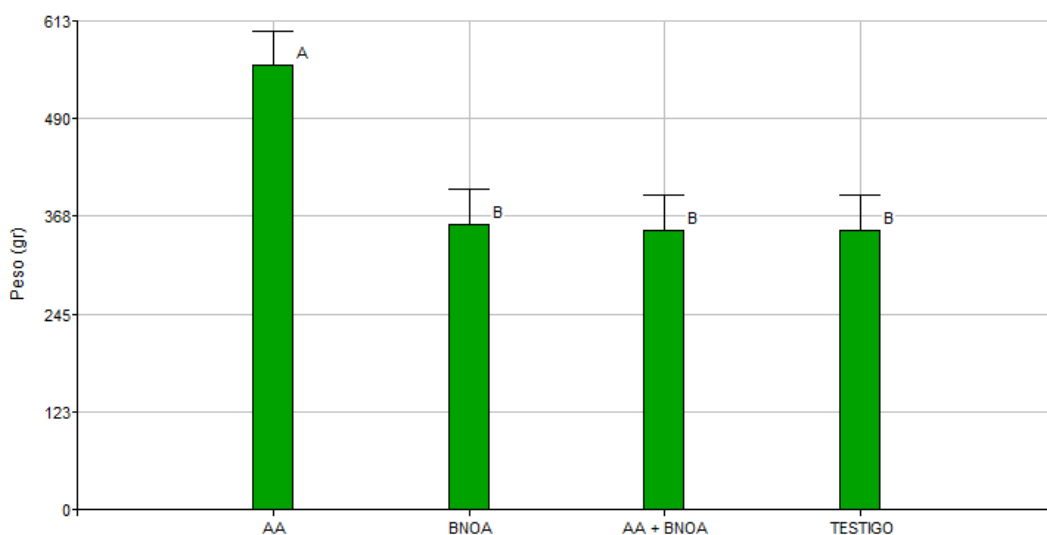


Figura 11: Valores medios del peso de los frutos de morrón por tratamiento (gr). Las letras diferentes indican diferencias significativas en p-valor <0,05. Los bigotes referencian el error estándar.

Calidad del fruto:

En el diámetro ecuatorial en los frutos de morrón se halló interacción entre la aplicación de aminoácido y tomatosa (p-valor= 0,0052), por otro lado, no se vio influenciado por el aminoácido (p-valor= 0,054) y por la tomatosa (p-valor= 0,679). En la Figura 12 se puede evidenciar una interacción altamente negativa cuando se agrega aminoácido al uso de tomatosa. Al realizar el test de Tukey se encontraron diferencias entre el tratamiento BNOA y el tratamiento AA + BNOA con un diámetro ecuatorial de 62,85 mm y 55,97 mm respectivamente (Figura 13).

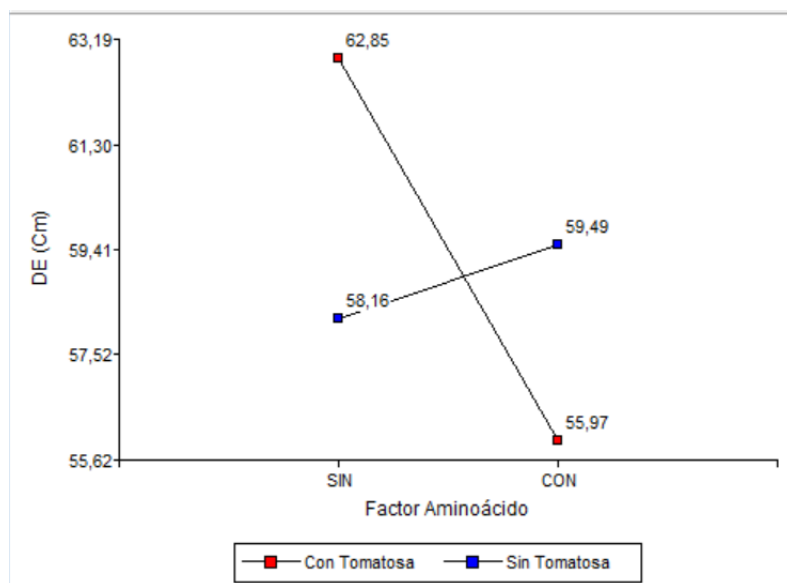


Figura 12: Interacción entre los factores aminoácido y tomatosa en el diámetro ecuatorial de frutos de morrón.

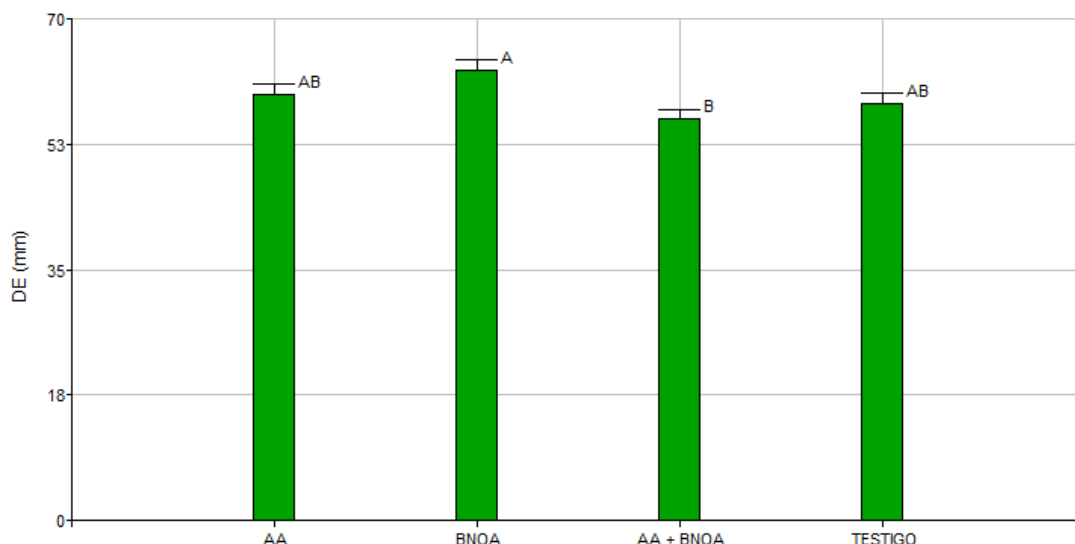


Figura 13: Diámetro ecuatorial medio de los frutos por tratamiento (mm). Las letras diferentes indican diferencias significativas en p-valor <0,05. Los bigotes referencian el error estándar.

Referente al diámetro polar, se encontró influenciado tanto por la aplicación de aminoácido (p-valor= 0,0342) como por tomatosa (p-valor= 0,0001), además, no se halló interacción entre ambos factores (p-valor= 0,1289). Se puede observar en la Figura 16 que el tratamiento AA obtuvo un diámetro polar medio mayor que el BNOA, de 91,39 mm y 71,47 mm respectivamente. En la Figura 14 se puede observar que la aplicación de aminoácido afecta positivamente al diámetro polar de los frutos, en cambio en la Figura 15 se aprecia que la tomatosa afecta negativamente al diámetro polar.

Los frutos obtenidos de las plantas con aplicación de ácido β -naftoxiacético eran anchos pero cortos, dando un aspecto achatado (ver ANEXO Figura 22), en cambio, los frutos de los demás tratamientos eran un típico morrón cuatro cascotes clasificados según los “tipos comerciales” reglamentados en la resolución 297/1983 (Normas de tipificación y fiscalización de las hortalizas frescas con destino a los mercados de interés nacional) (ver ANEXO Figura 21).

En consideración al diámetro ecuatorial, lo hallado coincide con lo planteado por ZUNUN RIOS (2004) quien tampoco encontró diferencias significativas entre el grupo control y la aplicación de aminoácidos. Y por otro lado FRIBOURG ALBRIZZIO *et al.*, (2017) hallaron que con cuatro aplicaciones de aminoácidos a lo largo del ciclo de cultivo se obtienen las mayores diferencias con el tratamiento control.

Con relación al diámetro polar, los datos obtenidos no coinciden con lo referido por GONZÁLEZ LAZO (2023) quien utilizó cinco marcas comerciales distintas de aminoácidos, entre ellos la marca Naturamin, y no encontró diferencias significativas positivas entre las aplicaciones de aminoácidos y el tratamiento control. En las experiencias de TORRES (2016) y ROSELL PARDO et al. (2019) en pimiento, todos los tratamientos con aminoácidos empleados superaron a las medidas logradas por los testigos.

En concordancia con FRIBOURG ALBRIZZIO *et al.*, (2017) la aplicación de las auxinas permite encontrar diferencias significativas positivas en cuanto al diámetro ecuatorial de los frutos, no así para el diámetro polar ya que el mismo también halló diferencias significativas positivas entre los tratamientos con aplicación de Biozime y el grupo control.

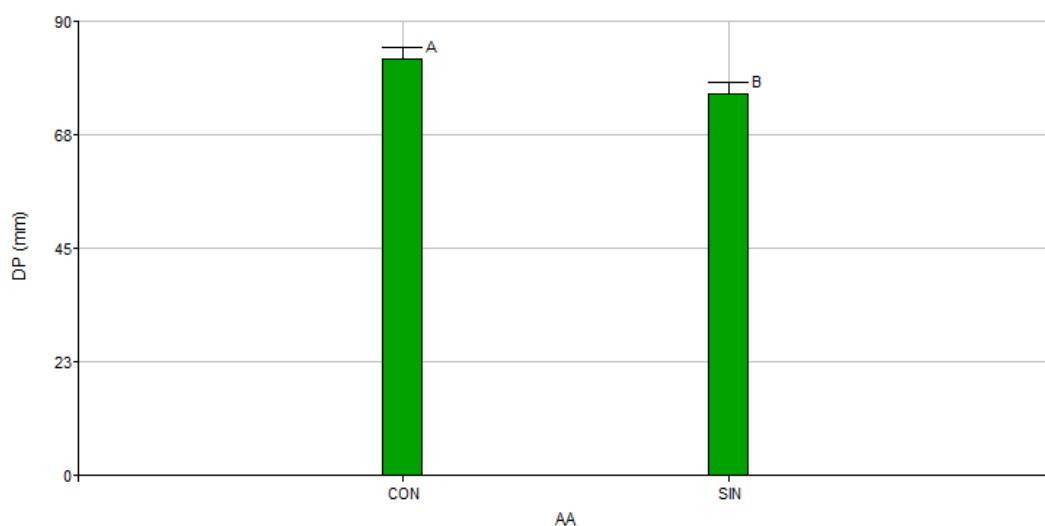


Figura 14: Diámetro polar de los frutos en mm para los tratamientos CON y SIN aminoácidos. Las letras indican diferencias significativas en p-valor <0,05. Los bigotes referencian el error estándar.

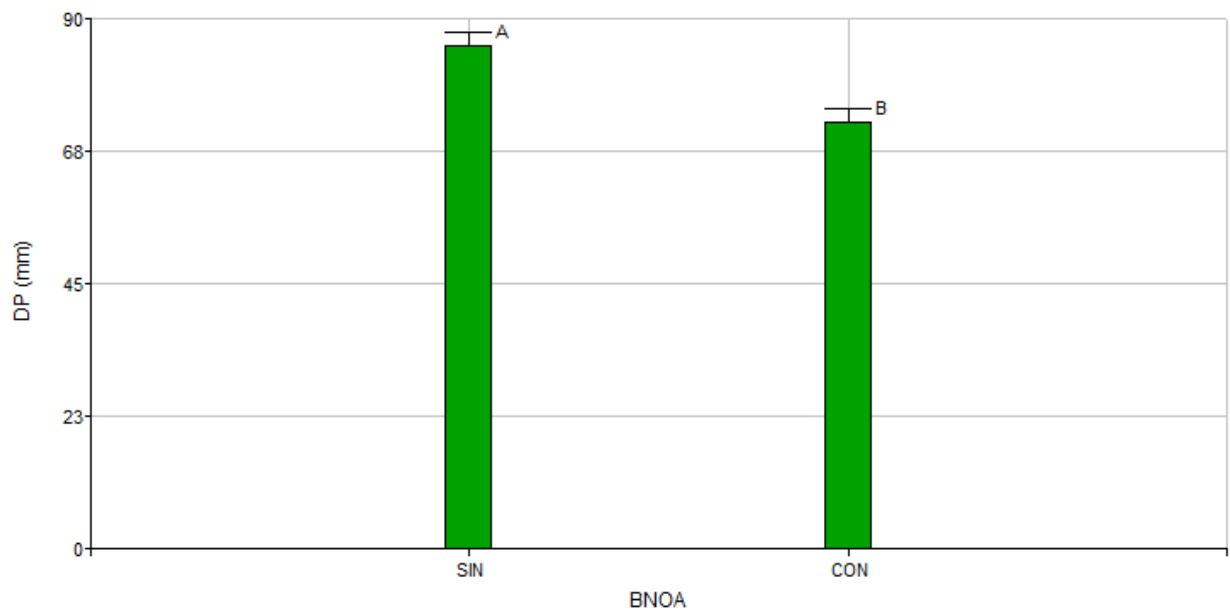


Figura 15: Diámetro polar de los frutos en mm para los tratamientos CON y SIN tomatosa. Las letras indican diferencias significativas en p-valor <0,05. Los bigotes referencian el error estándar.

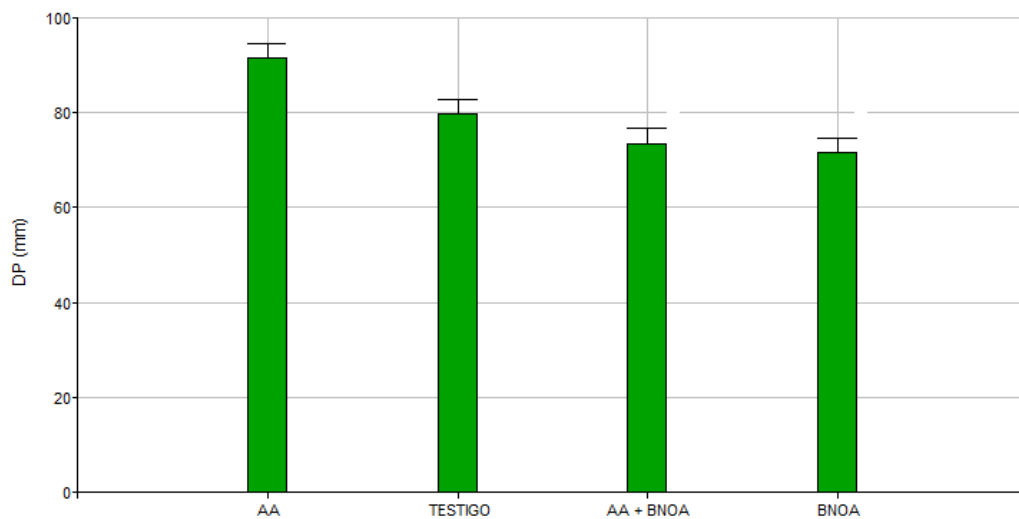


Figura 16: Diámetro polar medio de los frutos por tratamiento (mm). Los bigotes referencian el error estándar.

6 CONCLUSIONES

En tomate, la aplicación de aminoácidos, ácido β -naftoxiacético y la interacción entre ambos no incrementó la altura de las plantas respecto al testigo. Por otra parte, se destaca que la combinación de aminoácidos y ácido β -naftoxiacético favoreció el aumento de rendimiento y la cantidad de frutos grandes.

En morrón, la aplicación de ácido β -naftoxiacético no se recomienda, ya que produce un mayor aborto de flores. En cambio, la aplicación de aminoácidos favoreció tanto el crecimiento vegetativo de las plantas como el aumento en el número de frutos, los cuales presentaron mejor calidad en tamaño y peso, permitiendo obtener un aumento en el rendimiento.

La aplicación temprana de aminoácidos, inmediatamente después del trasplante, permite un desarrollo acelerado del cultivo de tomate y morrón, ahorrando energía para destinarla a la fase reproductiva y adelantar la precocidad en las plantas. Esto beneficia a la producción, y precocidad de cosecha, permitiendo un ingreso anticipado a los mercados a los fines de mejorar la rentabilidad del cultivo.

Se deben realizar más estudios para determinar la dosis correcta y frecuencia de aplicación según especie, sustrato y condiciones climáticas, los cuales sigan fomentando la utilización correcta de bioestimulantes y fitoreguladores.

7 BIBLIOGRAFÍA

Abello Jiménez, C. F. (2022). Evaluación de bioestimulantes a base de aminoácidos y quitosano en el Crecimiento y rendimiento de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo invernadero. [Tesis de grado]. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales.

Alfosea Simón, M., Simón Grao, S., Zavala González, E.A., Cámara Zapata, J.M., Simón, I., Martínez N.J.J., Lidón, V., Rodríguez Ortega, W.M., y García-Sánchez, F. (2020). Application of biostimulants containing amino acids to tomatoes could favor sustainable cultivation: Implications for tyrosine, lysine, and methionine. *Sustainability*, 12 (22), 131-150.

Alvarez Rodríguez, A., Campo Costa, A., Batista, R.E., y Morales Miranda, A. (2015). Evaluación del efecto del bionutriente Fitomas- E como alternativa ecológica en el cultivo del tomate. *ICIDCA Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 49 (1), 3-9.

Ávila Amador, C., Algentel Martines, L., Peñuelas Rubio, O., González Aguilera, J., y Fonseca Reyna, I. (2022). Resposta da cultura do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) à aplicação de QuitoMax® em condições de salinidade. *Research, Society and Development*, 11 (12). DOI: /10.33448/rsd-v11i12.33870

Blancar, D. (2011). Enfermedades del tomate, identificar, conocer, controlar. Ediciones Mundi Prensa.

Bocchino, M. y Forchino, M. (2017). Aplicación de reguladores auxínicos en tomate: efectos sobre el rendimiento y característica de los frutos. [Tesis de grado]. Universidad Nacional de la Plata.

Botta, A., Marcón, M., Marín, C., Sierras, N., Carrión, M. y Piñol, R. (2007). Mejora en cuajado y calibre tras la aplicación de Boro con aminoácidos en diferentes cultivos. *Actas Horti*, 48, 592-595.

Campos Rosales, J.C. (2017). Estudio de efectividad biológica del producto XP-Amino en el cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicon*). [Tesis de Grado]. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.

Cangás Chulde, C. A. (2019). Eficacia de la aplicación de fitohormonas y fosfitos, en el cuajado, rendimiento y calidad del fruto, en el cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav), Cantón Montúfar. [Tesis de grado]. Universidad politécnica estatal del Carchi.

CASAFE. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. (2016). Siembra del cultivo de pimiento. <https://www.casafe.org/siembra-del-cultivo-de-pimiento/>

Casilimas, H., Monsalve, O., Bojacá, R. C., Gil, R., Villagrán, E., Arias, L. A., Fuentes, L. E. Edición Gente nueva. (2012). Manual de producción de pimentón bajo invernadero. (1era edición). Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. https://www.academia.edu/87293787/Manual_de_producci%C3%B3n_de_piment%C3%B3n_bajo_invernadero?email_work_card=title

Castillo Marcillo, M.M. Chiluisa Puente, M.E. (2011). Evaluación de tres abonos orgánicos (estiércol de bovino, gallinaza y humus) con dos dosis de aplicación en la producción de pimiento (*Capsicum annum L.*) en el recinto San Pablo de Maldonado, Cantón la Maná, provincia de Cotopaxi, año 2011. Unidad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. La Maná. Pp 145.

Cuellar, J. Cooman, A. y Arjona, H. (2001). Incremento de la producción de tomate bajo invernadero mejorando la polinización. *Agronomía Colombiana*, 18(1-2), 7-5. DOI:21695/22681

DANE Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2015. El cultivo del pimentón (*Capsicum annum L.*) bajo invernadero. *Boletín Mensual Insumos y Factores Asociados a la Producción Agropecuaria*, pp. 1-74.

De la Rosa-Rodríguez, R., Lara-Herrera, A., Lozano-Gutiérrez, J., Padilla-Bernal, LE, Avelar-Mejía, JJ, & Castañeda-Miranda, R. (2016). Rendimiento y calidad de tomate en sistemas hidropónicos abiertos y cerrados. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (17), 3439-3452.

De Souza Lima, M. d. g., Rodriguez Mendez, C., Do Nascimento, R., Fernandes Lopez, N., Petrucci Carvalho, M. A. (2009). Avaliação bioquímica de plantas de milho pulverizadas com uréia isolada e em associação com aminoácidos. *Revista Ceres*. 56(3): 358-363. DOI: /3052/305226745019

Dirección de Producción Agrícola. (Diciembre, 2020). La producción de tomate en Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/produccion-tomate-argentina-diciembre-2020.pdf>

Enciso Garay, C. R., Rios Arévalos, R., y Ortiz, W. (2013). Características agronómicas de híbridos y variedades de pimiento. *Investigación Agraria*, 11(1), 5-9. <https://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/32>

Escobar, H. y Lee, R. (2009). Manual de producción de tomate bajo invernadero. (2da edición). Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/wysiwyg/pub_29__manual_produccion_de_tomate.pdf

Espinosa Ramos, S. (2003). Aplicación de fertilizantes foliares mejorados con aminoácidos en plantas de Chile Pimiento Morrón (*Capsicum annuum* var. California Wonder 300), bajo condiciones de invernadero. [Tesis de Grado]. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.

FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>

Florido, M., Álvarez, M., Lara, R. M., Plana D., Varela, M., Shagarodsky, T., y Moya, C. (2002). Caracterización Morfoagronómica y Bioquímica de 20 accesiones de Tomate (*Lycopersicon* spp). Cultivos Tropicales, 23(4), 61-69. DOI: /1932/193218135008.pdf

Fribourg Albrizzio, G.A. (2017). Reguladores de crecimiento en el cultivo de Ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) en el valle de Cañete. [Tesis de Grado]. Universidad Nacional Agraria La Molina.

García Estrada, R.S. (29- 30 de Octubre de 2009). Manejo de enfermedades de tomate en agricultura protegida. XII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. http://ica.mx1.uabc.mx/congresos/XII_Congreso/images/Conferencias%20Magistrales.pdf

Gonzalez Lazo, A. E. (2023). Aminoácidos en rendimiento y calidad de ají jalapeño (*Capsicum annuum* L. var. *annuum*) cv. everman, bajo condiciones de la molina. [Tesis de Grado]. Universidad Nacional Agraria la Molina.

Iglesias, N. (2015). Tomate en invernadero: Estudios referidos a aspectos de ecofisiología de la producción forzada para las condiciones del norte del Patagonia. EEA Alto Valle, INTA. DOI: /20.500.12123/14547

INTA. Instituto nacional de tecnología agropecuaria. (2017). Efecto del raleo de flores y estado de madurez de cosecha sobre el rendimiento y calidad de fruto de pimiento. DOI: /2334/1705

Ludvik, B.; Giardina, E.; Di Benedetto, A. 2017. Requerimientos fisiológicos y limitantes tecnológicas en el cultivo de pimiento dulce. Horticultura Argentina 36 (91): pp 122-152

Marcelis, L., Heuvelink, E., Baan Hofman-Eijer, L., Den Bakker, J, y Xue, B. (2004). Flower and fruit abortion in sweet pepper in relation to source and sink strength. Journal of Experimental Botany 55(1), 2261-2268. DOI:10.1093/jxb/erh245

Martínez, M., Garbi, M., Carbone, A., Morelli, G., Argerich, C., Pacheco, R. y Puch, L. (2016). Aplicación de reguladores auxínicos. Efecto sobre el cuajado de fruto en tomate para consumo fresco. Revista Asociación Argentina de Horticultura. (35) 87, 29-36. DOI: /20.500.12123/4398

Ministerio del Agro y la Producción. (2017). Plan Hortícola Provincial. https://agro.misiones.gob.ar/?page_id=15

Molina, N., Pacheco, R., Aguirre, A., Veron R., Piaggio, F., y Zoilo, O. (2018). Análisis económico del pimiento bajo invernadero en Corrientes, para la campaña 2018. Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. n°. 62.

Peil, R. M. N., Albuquerque Neto, A. A. R., Rombaldi, C. V. (2014). Densidade de plantio e genótipos de tomateiro cereja em sistema fechado de cultivo em substrato. Hortic. bras. (32)2: 234-240. DOI: /10.1590/S0102-05362014000200021

Perez, G., Ceconello, M., Alderete, G. y Bórquez, A. (2021). El cultivo de pimiento bajo cubierta en Tucuman. Panorama del sector y costo de producción 2021. INTA ediciones. DOI: /20.500.12123/12009/

Producción de tomate en Argentina. Evolución del cultivo hasta la temporada 2021/2022. (Febrero, 2023). Secretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca. <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/produccion-tomate-en-argentina-hasta-2021-2022.pdf>

Resabala Gonzales, J.O., y Pilco Álvarez, F.J. (2021). Uso de bioestimulantes en la producción de tomate tipo pera en clima cálido tropical. [Tesis de Grado]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Reyes Pérez, J.J., Rivero Herrada, M., Solórzano Cedeño, A.E., Carballo Méndez, F.J., Lucero Vegas, G., y Ruiz Espinoza, F.H. (2021). Application of humic acids, chitosan and mycorrhizal fungus influence pepper growth and development. Terra Latinoam, 39. DOI: [/10.28940/terra.v39i0.833](https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.833).

Roldán Serrano, A. y Guerra Sanz, J. M. (2004). Polinizacion de pimiento “California” en invernadero. Revista Horticultura, 177, 74-75. DOI: /rh177/074_075

Rosell Pardo, R., Ramírez, A. G., Dorado, M., Peña, J. B. y Pacheco, M. (2019). Evaluación del bayfolán forte en el cultivo del pimiento california wonder. Revista Granmense de Desarrollo Local. 3 (2). 259 – 269.

Ruiz, J., Elein, T., Tejeda, T., Diaz, M. M. (2009). Aplicación de bioproductos a la producción ecológica de tomate. Cultivos Tropicales, 30(1): 60-64. DOI: S025859362009000300004

Saavedra del Real, G., Jana A. C., y Kehr M. E. (2019) Hortalizas para procesamiento agroindustrial. Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. n°. 411. DOI: /20.500.14001/6818

Saborio, F. (2002). Fertilización foliar: principios y aplicaciones. Bioestimulantes en la fertilización foliar. Universidad de Costa Rica, Centro de Investigaciones Agronómicas, Laboratorios de Suelos y Foliar. Costa Rica. Pp 145.

Sánchez-Del Castillo, F., Moreno-Pérez, EDC, Pineda-Pineda, J., Osuna, JM, Rodríguez-Pérez, JE, & Osuna-Encino, T. (2014). PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA DE JITOMATE (*Solanum lycopersicum L.*) CON Y SIN RECIRCULACIÓN DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA. Agrociencia, 48 (2), 185-197.

Secretaría de Agricultura y Ganadería, “Resolución SAyG N° 0297/1983,” consulta 13 de diciembre de 2024, <https://digesto.senasa.gob.ar/items/show/58>.

Secretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2023). Informe Síntesis. Economía Regional-Tomate Industria. <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/produccion-tomate-en-argentina-hasta-2021-2022.pdf>

Stavisky, A. (2013). Panorama de la plasticultura en Argentina. Plásticos, 308, 27-33. <https://www.revistaplásticos.com/308/files/assets/basic-html/page28.html>

Torres, N. (2016). Efecto de cuatro bioestimulantes en el rendimiento del pimiento (*Capsicum annuum L.*) cultivar candente, en el centro experimental Agrícola III, Los Pichones-TACNA. [Tesis de Grado]. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-TACNA.

Uscola, M., Villar-Salvador, P., Heredia, N. (2008). Efecto de la fertilización edáfica con nitrato y amonio y la fertilización foliar con aminoácidos sobre el crecimiento de dos especies forestales mediterráneas, *Quercus ilex* y *Pinus halepensis*. Universidad de Granada, Granada España.

Vida, J. B., Zambolim, I., Tessmann, D. J., Brandão-Filho, J. U. T., Verzignassi, J. R., Caixeta, M. P. (2004). Manejo de doença de plantas em cultivo protegido. Fitopatologia Bras. 29(4): 355-372. DOI: [/10.1590/S0100-41582004000400001](https://doi.org/10.1590/S0100-41582004000400001)

Villalobos Barraza, A. (2019). Aplicación foliar de aminoácidos y su efecto en la producción y calidad en tomate (*Solanum lycopersicum L.*), en invernadero. [Tesis de grado]. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Villavicencio Parrales, L. M. (2020). Evaluación del efecto de tres bioestimulantes orgánicos sobre el crecimiento y producción del cultivo de ají jalapeño (*Capsicum annuum var. annuum*) en la zona de La Maná, Provincia de Cotopaxi. [Tesis de grado]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Villegas Espinoza, J. A., Reyes Pérez, J.J, Nieto Garibay, A., Ruiz Espinoza, F. H, Cruz Falcón, A., y Murillo Amador, B. (2018). Bioestimulante Liplant®: su efecto en *Solanum lycopersicum* (L.) cultivado en suelos ligeramente salinos. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 9 (20), 4137-4147. DOI: [/10.29312/remexca.v0i20.985](https://doi.org/10.29312/remexca.v0i20.985)

Zunun Rios, J.L. (2004). Comportamiento de tres tipos de chiles (*Capsicum annuum* L.) con dos Bioestimulantes, en cultivo sin suelo. [Tesis de Grado]. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.

8 ANEXO

Tabla 4: Resumen de datos obtenidos por tratamiento en tomate.

Tratamiento	Altura (Cm)	Número de frutos	Rendimiento promedio (gr)	Diámetro polar (mm)	Diámetro Ecuatorial (mm)
AA	144,0	251	1215,47	67,99	45,09
BNOA	134,3	239	1278,2	65,59	53,4
AA + BNOA	131,6	344	1645,87	64,87	50,97
Testigo	149,9	290	1169,4	60,03	42,97

Tabla 5: Resumen de datos obtenidos por tratamiento en morrón.

Resumen resultados obtenidos en Morrón					
Tratamiento	Altura (Cm)	Número de frutos	Rendimiento promedio (gr)	Diámetro polar (mm)	Diámetro Ecuatorial (mm)
AA	103,47	106	557,13	91,39	59,49
BNOA	82,4	72	357,67	71,47	62,85
AA + BNOA	88,87	82	350,67	73,46	55,97
TESTIGO	94,33	76	350	79,65	58,16



Figura 17: Bandejas de germinación de tomate y morrón.



Figura 18: Trasplante de tomate.



Figura 19: Trasplante de morrón.



Figura 20: Poda sanitaria en morrón.



Figura 21: Frutos obtenidos del tratamiento AA, AA + BNOA y TESTIGO.

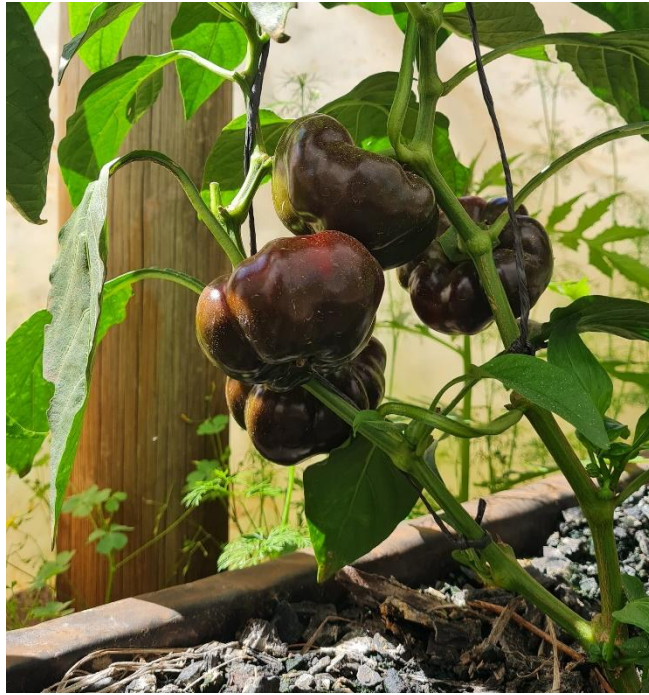


Figura 22: Frutos obtenidos del tratamiento BNOA.



Figura 23: Medición de frutos con calibre Vernier.



Figura 24: Cosecha de morrón.



Figura 25: Cosecha de tomate y morrón.



Figura 26: Cosecha de morrón.



Figura 27: Cosecha de tomate.

**Formulario de autorización de depósito de tesis/trabajo final integrador en la
 Comunidad Ciencias Agrarias del RIDUNaM
 (Repositorio Institucional Digital de la UNaM)**

Por intermedio de la presente, los abajo firmantes, AUTORES del trabajo integrador final titulado **“Aplicación de bioestimulante y fitorregulador para el estudio de su impacto en el vigor y rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) y morrón (*Capsicum annuum L.*)”**, da FE de la autoría y originalidad de la obra mencionada, que fue dirigida por Facundo Ernesto RAMOS HENTZ y Ricardo Ariel Bernardo BUCHWEIS, presentada y defendida en la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones (FCF-UNaM), el 04/04/2025, Acta N°189612, con el fin de obtener el título de Ingeniero/a agrónomo/a.

Tildar según corresponda

- Tesis de Posgrado
 Doctorado Maestría Trabajo Final Integrador
 Tesis de Grado

Derechos patrimoniales

Como autor, expreso mi conformidad en cuanto a la cesión gratuita de los derechos de reproducción y circulación de esta obra, en forma NO EXCLUSIVA, a la Facultad de Ciencias Forestales-UNaM. Dicha reproducción y circulación se podrá realizar, una o varias veces, en cualquier soporte, para todo el mundo, con fines sociales, educativos y científicos.





En virtud del carácter no exclusivo de esta cesión, el autor podrá reproducir y comunicar libremente la tesis o trabajo final integrador, a través de los medios que estime oportunos.

Condiciones de acceso en línea

- Autorizo el depósito de la tesis o trabajo final integrador en forma inmediata
 Autorizo el depósito del documento con embargo por el plazo de _____ meses a partir de la defensa de la misma.

Condiciones de uso de la tesis/TFI

Será puesta a disposición pública bajo las siguientes condiciones de uso:

	(BY) Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).
	(NC) No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
	(SA) Permite trabajos derivados — Siempre que se mantenga la misma licencia.
	Reconocimiento – NoComercial – CompartirIgual (by-nc-sa): No se permite un uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original.

Referencias:

- CC (Licencias Creative Commons).
 BY (Atribución).
 NC (No comercial).
 SA (Compartir igual).

Dados personales (llenar un cuadro por cada autor)

Apellido y Nombres	RIEDENAUER, Bianca Mailen
Teléfono/Celular	+54 9 3751 54-2435
Correo electrónico	biancamailenriedenauer@gmail.com

Apellido y Nombres	PANIAGUA, Luciano Esequiel
Teléfono/Celular	+54 9 3751 54-2482
Correo electrónico	luchopaniagua98@gmail.com

Se firma la presente en la Ciudad de Eldorado, Misiones a los 4 días del mes de abril de 2025.-

Riedenauer B.
Firma

DNI: 4.091.116
Tipo y N° Documento

Bianca Mailen Riedenauer
Aclaración

[Firma]
Firma

DNI: 40340380
Tipo y N° Documento

Paniagua Luciano
Aclaración