

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Efecto con la Aplicación de Auxinas y Giberelinas en Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en Diferentes Materiales Genéticos, Dosis y Desarrollo

Por:

DENÍ BALLINAS CRUZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Efecto con la Aplicación de Auxinas y Giberelinas en Tomate (*Solanum lycopersicum*
L.) en Diferentes Materiales Genéticos, Dosis y Desarrollo

Por:

DENÍ BALLINAS CRUZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría



M.C. Alfredo Sánchez López

Asesor Principal



Dr. Homero Ramírez Rodríguez

Coasesor



M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos

Coasesor



Dr. Jerónimo Landeros Flores

Coordinador Interino de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2023

Declaración de no plagio

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos: Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin comillas; utilizar ideas de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas o datos sin citar al autor y/o fuente; así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior, me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



Dení Ballinas Cruz

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por la vida de mis padres y de mi hermano, por haber llegado a nuestras vidas en el momento que más lo necesitábamos y habernos quebrantado, por hacer de mí una mujer fuerte de espíritu, por la dicha de poder disfrutar a mi familia y culminar esta etapa.

A **mis padres** por velar todos los días de su vida por la mía, por ser excepcionales y darme las herramientas necesarias para volar, por hacerme una mujer de bien. Gracias por darme sus mejores años, el tiempo no será suficiente para agradecer y pagar todo lo que han hecho por mí, gracias por siempre confiar en su hija; lo que sembraron, cuidaron y protegieron por más de 24 años, hoy empieza a dar frutos. Los amo.

A **mi hermano** por su amor y buenos deseos desde el día que salí de casa, por siempre ser mi motivación.

A mi **Alma Mater** por haberme acogido desde el primer día y ser mi segundo hogar, por forjarme como persona y profesionista; por los incontables momentos de alegría y haber destacado en mí habilidades que desconocía. ¡Una vez buitre, siempre buitre!

A **mis asesores de tesis** Dr. Homero Rodríguez, M.C. Fidel Peña por compartirme sus conocimientos y la disposición para llevar a cabo este trabajo; especialmente mi agradecimiento a mi tutor y asesor principal M.C. **Alfredo Sánchez** por la oportunidad de trabajar con un gran ser humano y profesionista, por los conocimientos que me ha compartido sin dudarlos, por el apoyo incondicional durante la carrera y en la presente investigación. Gracias por el aprendizaje, los consejos y por contribuir en mi formación.

A **Octavio Avendaño** por su apoyo y amor incondicional durante estos años, por haber estado en los momentos felices, pero sobre todo en los días más difíciles. Gracias Avendaño porque también eres parte de este trabajo.

A **mis amigos** Oseas Arvizu, Miguel Zanella, Balamquitze, Víctor, Juan Carlos y Odalis, por su cariño y apoyo incondicional, por haberme acompañado durante toda la carrera y nunca dejarme sola, por cuidarme y protegerme como su hermana, gracias por haber hecho más ligeros los días cuando creía desmayar. Juan Pablo, Mario Jerónimo y Estefany, gracias por su amistad y apoyo, por los momentos que hoy atesoro con mucho cariño. Lucero Benítez, mi gran amiga, gracias por tu apoyo a pesar de la distancia, por el ánimo y buenos deseos que siempre has tenido para mí. A mis amigos, gracias, gracias por los incontables momentos que compartimos, deseo que su vida sea exitosa. ¡Buitres por siempre!

DEDICATORIA

A mis padres **Pablo Ballinas Cortés** y **Rosa María Cruz Cabrera**.

Con mucho amor para ustedes mis muy amados papás, por haberme apoyado y respetado desde el día que decidí ingresar a mi Narro tan querida, por su amor, esfuerzo y sacrificios que hicieron para llegar hasta este día; por estar a mi lado en todo momento, por darme ánimo, creer en mí, nunca soltarme y siempre tenerme en sus oraciones. Es el primer fruto de los años que ustedes han trabajado en mí. Lo hemos logrado papás, esto es por ustedes y para ustedes ¡Somos ingenieros!

Gracias por darme la única y mejor herencia para mi porvenir. Los amo papás.

A mi hermano **Pablo Ballinas Cruz**.

Con mucho cariño, esto también es tuyo. No hubo día que no estuvieras en mis pensamientos, hoy puedo decir que lo logramos. Gracias Pablito por ser mi compañero en esta vida, por siempre ser un hermano cariñoso y alegrar nuestros días; aunque poco lo digo, te amo hermano.

A mis abuelos maternos **Isidoro Cruz Fernández** y **Soledad Cabrera Zuñiga**.

Con cariño para ustedes abuelitos, por ser mis segundos padres, por quererme como su hija y siempre tenerme presente a pesar de la distancia. Mi querida abuelita, la vida no nos esperó para que usted estuviera a mi lado en este momento, anhelaba que se sintiera orgullosa de su primera nieta ingeniera y aunque físicamente no pudo estar a mi lado, estoy segura de que usted estaría feliz por su “Chatita”, esto también es por usted, por los años que estuvo a mi lado, sin su apoyo no hubiera sido posible. Gracias por haberme dado amor de sobra y una mamá muy alegre, la mejor. ¡Lo logramos abuelita, sí pudimos!

A mis abuelos paternos **Marina Cortés Cariño** y **Sebastián Pablo Ballinas Campos**.

A mis abuelitos por su cariño y apoyo, por tenerme presente en todo momento, por las veces que volvía a su casa y se alegraban, los consejos y las llamadas para bendecirme; por los abrazos reconfortantes antes de volver a la universidad. Gracias abuelito Pablo por ser un ejemplo de nobleza. Gracias por darme al mejor papá que pude haber tenido. Los quiero mucho.

ÍNDICE

RESUMEN

INTRODUCCIÓN	1
Objetivo general	3
Objetivos específicos.....	3
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Origen del cultivo	4
Descripción botánica	4
Clasificación taxonómica	5
Importancia de la producción de tomate en México en los diferentes ciclos de producción y superficie	6
Requerimientos climáticos del tomate	8
Hormonas vegetales.....	8
Fitorreguladores hormonales.....	9
Auxinas.....	9
Giberelinas	10
Coeficiente de determinación	11
MATERIALES Y MÉTODOS	12
Localización de las áreas experimentales	12
Ubicación del experimento en laboratorio.....	12
Ubicación del experimento en invernadero.....	13
Material genético	14

Material genético utilizado en laboratorio	14
Material genético utilizado en invernadero	14
Materiales utilizados	14
Tratamiento hormonal previo a la siembra	15
Siembra	16
Preparación de sustrato.....	16
Plantación.....	16
Fertilización y riego.....	17
Manejo fitosanitario	17
Tratamiento primera etapa en laboratorio.....	18
Tratamiento segunda etapa en invernadero	19
Aplicación de tratamiento en invernadero.....	20
VARIABLES EVALUADAS	20
Variable evaluada en laboratorio	20
Variables evaluadas en invernadero	21
Diseño experimental y modelo estadístico, matriz de correlación .	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
Por ciento de germinación	24
Altura de planta	29
Número de folíolos.....	30
Grosor de tallo primario	31
Grosor de tallo secundario.....	32
Altura de horqueta o bifurcación.....	33

Número de racimos	34
Dosel de planta.....	35
ANÁLISIS DE CORRELACIÓN	37
Matriz de correlación	37
CONCLUSIONES.....	44
LITERATURA CITADA	46
APÉNDICE	52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del tomate.	5
Cuadro 2. Producción de tomate en México bajo cielo abierto en los diferentes ciclos de producción y variedades.	6
Cuadro 3. Producción de tomate en México en los diferentes ciclos de producción y variedades bajo agricultura protegida	7
Cuadro 4. Material genético utilizado en laboratorio, primera parte del experimento.....	14
Cuadro 5. Material genético utilizado en la segunda etapa del experimento, invernadero.....	14
Cuadro 6. Descripción de material genético, tipo de crecimiento y tratamientos en etapa de laboratorio	18
Cuadro 7. Descripción de material genético y tratamientos en la segunda etapa del experimento, proveniente del laboratorio.....	19
Cuadro 8. Valores de por ciento de germinación para la interacción variedad-concentración.	26
Cuadro 9. Análisis de varianza para las diferentes variables en estudio en la etapa de invernadero.....	28
Cuadro 10. Matriz de correlaciones entre variedades y dosis aplicadas evaluadas en la etapa de invernadero.....	37
Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable altura de planta en las diferentes variedades.	52
Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable número de foliolos	52
Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable grosor de tallo	

primario.....	53
Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable grosor de tallo secundario	53
Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable altura de horqueta o bifurcación.....	53
Cuadro 16. Análisis de varianza para la variable número de racimos.....	54
Cuadro 17. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz	54
Cuadro 18. Análisis de varianza para la variable número de flores abiertas.	54
Cuadro 19. Análisis de varianza para la variable número de flores cerradas	55
Cuadro 20. Análisis de varianza para la variable longitud de planta.....	55
Cuadro 21. Correlación entre dosis y variables evaluadas en plantas de tomate.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del laboratorio de poscosecha del departamento de horticultura en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México	12
Figura 2. Localización del invernadero perteneciente al departamento de forestal en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México	13
Figura 3. Tratamiento hormonal a los diferentes materiales genéticos, ocho horas previas a la siembra.....	16
Figura 4. Establecimiento del experimento en el invernadero	17
Figura 5. Aplicación foliar experimental de los tratamientos en invernadero	20
Figura 6. Medición de longitud de planta al finalizar experimento en invernadero.....	22
Figura 7. Interacción entre variedades, dosis de auxinas y giberelinas en la germinación de la planta de tomate.....	25
Figura 8. Interacción entre variedades, dosis de auxinas y giberelinas en altura en la planta de tomate	30
Figura 9. Interacción entre variedades, dosis de auxinas y giberelinas en número de foliolos en la planta de tomate.	31
Figura 10. Interacción entre variedades, dosis de auxinas y auxinas en grosor de tallo primario en la planta de tomate.....	32
Figura 11. Interacción entre variedades, dosis de auxinas y giberelinas en grosor de tallo secundario de planta de tomate	33

Figura 12. Interacción entre variedad, dosis de auxinas y giberelinas en altura de la horqueta o bifurcación de la planta de tomate	34
Figura 13. Interacción entre variedades, dosis de auxinas y giberelinas en número de racimos de la planta de tomate.....	35
Figura 14. Interacción entre variedades, dosis de auxinas y giberelinas en dosel de planta	36
Figura 15. Correlación entre altura y número de foliolos en plantas de tomate	39
Figura 16. Correlación entre número de foliolos y número de flores cerradas en plantas de tomate	40
Figura 17. Correlación entre número de foliolos y número de flores abiertas en plantas de tomate	41
Figura 18. Correlación entre número de flores abiertas y número de racimos en plantas de tomate	42
Figura 19. Correlación entre longitud de planta y número de foliolos en plantas de tomate	43
Figura 20. Interacción entre variedades, dosis de auxinas y giberelinas en longitud de raíz de la planta de tomate.....	55
Figura 21. Interacción entre variedades, dosis de auxinas y giberelinas en número flores abiertas de la planta de tomate.....	56
Figura 22. Interacción entre variedades, dosis de auxinas y giberelinas en número flores cerradas de la planta de tomate	57

RESUMEN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una de las hortalizas de mayor importancia en México, ya que es un destacado productor de esta a nivel internacional posicionándose dentro del **Top 10** de los países productores más representativos como productores de este cultivo. Las hormonas vegetales efectúan como regulación fisiológica y bioquímica en la planta; ciertas hormonas vegetales influyen celularmente en el cuajado y tamaño de frutos. A través de la presente investigación, se evaluó el efecto de la aplicación de auxinas y giberelinas en semillas y etapas de desarrollo en diferentes materiales genéticos de tomate. La primera etapa consistió en someter las semillas a 0 ppm, T1=25 ppm, T2=50 ppm, T3=75 ppm y T4=100 ppm de auxinas y giberelinas respectivamente, conociendo la influencia que tienen las distintas dosis de hormonas en el por ciento de germinación. La segunda etapa se realizó en invernadero llevando a cabo aplicaciones foliares con 0 ppm, T1= 25 ppm, T2= 50 ppm de auxinas, T3= 25 ppm de giberelinas y T4= 50 ppm de giberelinas. Se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 5x5 y III repeticiones por tratamiento. El uso de 25 ppm giberelinas favoreció la germinación de semillas hasta en un cien por ciento, en cuanto a variedades, la EXP-1521-AS (V4) mostró mayor tolerancia a la aplicación de ambas hormonas en distintas concentraciones, mientras que las variedades TAN-101® (V1) y TAN-103® (V2) presentaron un alto por ciento de germinación, sin la aplicación de los tratamientos. La variedad EXP-1521-AS tuvo mayor respuesta a los tratamientos, obteniendo mayor número de folíolos, grosor de tallo secundario, y número de racimos, mientras que las variedades TAN-101® (V1) y COM-F₁-Inj-STS (V6) tuvieron mayor altura de horqueta sin ser sometidas a algún tratamiento.

Hubo aceptación al obtener un coeficiente de determinación (R^2) 0.7537 a la relación de número de folíolos desarrollados en la planta con la altura.

Palabras clave: Tomate, auxinas, giberelinas, variedades, dosel.

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum L.*) es una de las hortalizas de mayor importancia en México, ya que es un destacado productor de esta a nivel internacional posicionándose dentro del **Top 10** de los países productores más representativos como productores de este cultivo, ubicándose en la temporada 2020 en el lugar noveno, reportándose una producción comerciable de 4, 137,342 toneladas (FAO, 2020).

En el país se establece bajo cuatro modalidades importantes de producción, cielo abierto, invernadero, macro túneles y malla sombra, las cuales se localizan en un mapa del territorio nacional en los diferentes ciclos del año Primavera-Verano y Otoño-Invierno dentro de los cuales participan al menos 42 regiones distribuidas en varios estados, dentro de los cuales destacan la 21 y 22 que comprenden el estado de Sinaloa como localidad líder en la producción de tomate para mercado fresco en sus diferentes tipos e industrial.

En relación con la información reportada por el SIAP, la producción de tomate fresco que se obtuvo en el año 2020 en sus diferentes tipos, el Saladette correspondió el 86.13% del total de la producción, el Bola "Beef" el 11.19 %, el Cherry el 2.23 % y el .45 % restante corresponde a los diferentes tipos de especialidad en Variedades e Híbridos F₁. (SIAP, 2021).

Las hormonas vegetales son constituidas por moléculas señalizadoras en distintos tejidos de la planta, que en ciertas cantidades regulan procesos específicos; son moléculas que sintetiza la planta y son capaces de regular procesos fisiológicos y bioquímicos: división celular, crecimiento, diferenciación de órganos; así como, germinación, floración, formación de fruto (Porta *et al.*, 2020).

Las células de las plantas responden a una adaptación de estímulo-respuesta; se necesita de un receptor que detecta la hormona y reconoce las

señales de activación de respuestas específicas, a través de la transducción de las señales hormonales (Ortuño *et al.*, 2015).

El tener más información sobre hormonas ha generado que la industria agroquímica se interese y enfoque en la creación de formulaciones de compuestos a base de hormonas naturales o sintéticas, siendo útiles para su aplicación a las plantas, obteniendo su modificación morfológica y fisiológica (Cuesta, 2014).

La agricultura hace uso de fitohormonas para incrementar el crecimiento de la planta, la producción con mayor número de frutos; la horticultura se ve condicionada por el uso de químicos para poder lograr un buen manejo del cultivo siendo regulado por fitohormonas (Pichardo *et al.*, 2018).

Las giberelinas intervienen en distintos procesos de las plantas como: el alargamiento de tallo, expansión de hojas, desarrollo de polen, formación y germinación de semillas (Bassel *et al.*, 2008). Así como las giberelinas, las auxinas, forman parte importante del crecimiento y desarrollo de las plantas, intervienen en la diferenciación y división celular; promueven el crecimiento de tallos, desarrollo de raíces secundarias, participan en la síntesis de etileno y tropismos (Jiménez, 2015).

Objetivo general

Observar el efecto de la aplicación de auxinas y giberelinas en la germinación y etapa de crecimiento.

Objetivos Específicos

Determinar qué hormona y en qué concentración favorece la germinación en la semilla de tomate en diferentes variedades.

Identificar y analizar la dosis adecuada que beneficia a la planta en su aplicación durante las etapas de desarrollo y sistema radicular.

Hipótesis

El uso de hormonas, favorecen la germinación y desarrollo de tomate en diferentes concentraciones.

Al menos un tratamiento presentará respuesta en una concentración y/o variedad.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen del Tomate

El tomate es originario de América del Sur, específicamente de la región de los Andes que comprende: Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y Perú; en dicha región se encuentra la mayor variabilidad genética y tipos silvestres. Siendo México el país con mayor importancia de domesticación de tomate a nivel mundial (Espinosa, 2011).

Posterior a la domesticación del tomate en México, a mediados del siglo XIV fue introducido a Europa en países como España, Italia y Portugal, destacando por su uso alimenticio, con fines medicinales y terapéuticos; una vez introducido en Europa, fue hasta el siglo XIX cuando se llevó a Medio Oriente y África (Vergani, 2002).

Descripción Botánica

El tomate presenta un tallo semileñoso de 2-4 cm en la base, siendo más delgado en la parte superior, está compuesto por un sistema radicular que consta de una raíz principal corta y con múltiples raíces secundarias (Escobar, 2009).

Consta de hojas pinnadas de 2-6 pares de folíolos opuestos, con presencia de pelos glandulares capaces de desprender el olor característico del tomate; el haz tiene un verde oscuro y el envés un verde claro; contando en las axilas con yemas que producen brotes o chupones (Tomalá, 2017).

La flor de tomate es perfecta, el cáliz y corola cuentan con 5 sépalos y 5 pétalos amarillos; las flores se conforman en inflorescencias de racimo, encontrándose debajo de las axilas cada 2 o 3 hojas. El fruto es una baya, conformado por el pericarpio, tejido placentario y semillas, en estado inmaduro presenta un color verde y una vez maduro torna a un color rojo brillante (López, 2016).

La semilla de tomate tiene forma redonda, mide entre 3-5 milímetros de diámetro, presenta color grisáceo y está cubierta de vellosidades (Pérez, 2022).

Clasificación Taxonómica

Clasificación taxonómica según Lainez (2019).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del tomate.

Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase:	<i>Asteridae</i>
Orden:	<i>Solanales</i>
Familia:	<i>Solanacea</i>
Género:	<i>Solanum</i>
Especie:	<i>lycopersicum L</i>
Nombre científico:	<i>Solanum lycopersicum L</i>

Importancia de la producción de tomate en México en los diferentes ciclos de producción y superficie

Cuadro 2. Producción de tomate en México bajo cielo abierto en los diferentes ciclos de producción y variedades.

Tipo de tecnología	Ciclo	Modalidad	Variedad	Superficie (ha)			Producción	Rendimiento (UDM/ha)	PMR (\$/UDM)	Valor Producción (Miles de pesos)		
				Sembrada	Cosechada	Siniestra						
Cielo Abierto	Primavera-Verano	Riego	Bola	299.5	299.5	0	16,123.03	53.83	15,719.13	253,294.8		
			Saladette	9,284.15	9,234.57	49.58	370,994.09	39.88	7,302.32	2,689,054.3		
			Cherry	470	470	0	16,861.96	35.88	12,677.61	213,769.3		
			Total	10,122.15	10,072.57	49.59	403,979.08	40.11	7,857.96	3,174,451.6		
		Temporal	Bola	6.5	6.5	0	196.5	30.23	8,509.59	1,672.1		
			Saladette	4,496.30	4,481.80	14.50	107,405.87	23.85	6,242.48	667,232.4		
	Total		4,528.80	4,514.30	14.50	107,602.37	35.07	6,262.36	673,844.5			
	Total ciclo				14,650.95	14,586.87	64.08	511,581.45	35.07	7,522.35	3,848,296.2	
	Otoño-Invierno	Riego	Bola	1,091.45	1,091.45	0.00	55,149.62	50.53	10,598.00	584,296.2		
			Saladette	12,907.64	12,862.44	45.20	515,018.99	39.67	22,032.64	4,230,711.9		
			Cherry	343.5	343.5	0.00	9,026.25	26.28	10,198.49	92,054.0		
			Total	14,342.59	14,297.39	45.20	579,194.86	40.12	8,472.52	4,907,241.4		
		Temporal	Bola	21.5	21.5	0	402.05	18.7	6,254.52	2,514.6		
			Saladette	603.61	603.61	0	13,811.81	22.88	6,077.03	83,934.7		
			Cherry	4.7	4.7	0	28.06	5.97	7,840.00	219.9		
		Total ciclo				14,972.40	14,927.20	45.20	593,436.78	39.39	8,415.24	4,993,910.8
		Total tecnología				29,623.35	29,514.07	109.28	1,105,018.23	37.26	8,001.87	8,842,207.0

Fuente: SIAP, 2021.

Cuadro 3. Producción de tomate en México en los diferentes ciclos de producción y variedades bajo agricultura protegida.

Tipo de tecnología	Ciclo	Modalidad	Variedad	Superficie (ha)			Producción	Rendimiento (UDM/ha)	PMR (\$/UDM)	Valor Producción (Miles de pesos)	
				Sembrada	Cosechada	Siniestra					
Agricultura Protegida	Primavera -Verano	Riego	Bola	374	374	0	103,493.63	276.72	10,208.71	1,056,536.26	
			Saladette	4,885.12	4885.12	0	900,221.33	184.28	8,043.74	7,241,144.20	
			Cherry	360	360	0	38,979.09	108.28	9,459.79	368,734.13	
			Uva	173.3	173.3	0	24,722.56	142.66	11,007.58	272,135.54	
			Total	5,792.42	5792.42	0.00	1,067,416.61	184.28	8,374.00	8,938,550.13	
	Temporal	Sin Producción									
	Total ciclo				5,792.42	5,792.42	0.00	1,067,416.61	711.94	8,374.00	8,938,550.14
	Invernadero	Otoño-Invierno	Riego	Bola	310.31	310.31	0	40,708.11	131.19	15,461.86	628,423
				Saladette	1,154.13	1,149.13	0	234,819.91	204.35	9,511.92	2,233,588.95
				Cherry	18.5	18.5	0	3,372.46	182.3	6,656.92	22,450.20
Uva				27.86	27.86	0	3,173.25	113.9	13,725.21	43,553.53	
Total				1,510.80	1,505.80	5.0	282,073.73	187.32	10,383.87	2,929,015.69	
Temporal		Sin Producción									
Total ciclo				1,510.80	1,505.80	5.00	282,073.73	187.32	10,383.87	2,929,015.69	
Total tecnología				7,303.22	7,298.22	5.00	1,349,490.34	184.91	8,794.11	11,867,565.82	

Fuente: SIAP, 2021.

Requerimientos Climáticos del Tomate

Temperatura

Para poder llevarse a cabo la germinación las temperaturas óptimas oscilan entre 25°C y 28°C, con temperaturas menores a 10°C no es posible la germinación; durante el crecimiento se desarrolla mejor la planta de tomate con temperaturas entre los 21°C y 26°C; en cuanto a floración son ideales temperaturas diurnas de 23°C a 26°C, mientras que las nocturnas son de 15°C y 18°C, ya que a 35°C ocurre deshidratación de polen y poco amarre de frutos (Rivera, 2019).

Humedad Relativa

El tomate requiere de una humedad relativa del 60% - 70%, al tener humedad relativa alta permite que sea favorable el desarrollo de enfermedades, presenta complicaciones en cuanto a la fecundación por compactación del polen, de lo contrario, en presencia de humedad relativa baja es difícil que el polen pueda fijarse al estigma (Rendón, 2012).

Hormonas Vegetales

Se considera hormona a aquel producto químico de naturaleza orgánica que cumple el papel de mensajero químico, siendo producido en la planta y teniendo como objetivo otra parte de dicha planta (Vera, 2020).

Las hormonas vegetales son moléculas sintetizadas por la planta, cumplen un papel de regulación fisiológica y bioquímica, así como respuestas a señales ambientales; intervienen en el crecimiento, diferenciación de órganos aéreos, raíces, germinación, floración y senescencia (Porta, 2019).

Las hormonas se agrupan en Siete clases: auxinas, giberelinas, citocininas, brasinoesteroides, etileno, ácido abscísico y jasmonatos; están compuestas por moléculas con una masa de: 28 Da (etileno) a 450 Da (brasinoesteroides) y actúan en concentraciones muy bajas: 10^{-6} - 10^{-8} mol/L (Jankiewicz, 2003).

Borjas *et al.* (2020) indican que se consideran hormonas clásicas al grupo de auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico y etileno; cuyas funciones que desempeñan en la planta incluyen la división y elongación celular en caso de auxinas; siendo las giberelinas quienes contribuyen en la maduración del polen, desarrollo y crecimiento de flores, frutos y semillas. Así mismo, (Zelaya *et al.*, 2022.) afirman que las hormonas vegetales además de intervenir en el crecimiento y desarrollo de las plantas, influyen en los mecanismos de defensa de las mismas.

El desarrollo de las plantas depende de factores externos como la luz, el agua, temperatura, nutrientes, etcétera y algunos otros factores internos como son las hormonas; hormonas que son capaces de regular procesos fisiológicos en concentraciones mínimas comparadas con nutrientes, ya que en dosis mayores las afectarían (Touma *et al.*, 2022).

Fitorreguladores hormonales

Los fitorreguladores están constituidos por moléculas iguales o similares a las hormonas naturales, por lo que se les clasifica como hormonas sintéticas; llevan a cabo una acción semejante o la misma que las hormonas naturales (Rojas, 1987).

Auxinas

“Auxina” proviene de la palabra griega “auxein” que significa crecer. La principal auxina en plantas es el ácido indol-3-acético (AIA). Las auxinas intervienen en la regulación de división, expansión y diferenciación celular, influyendo en la formación de raíces laterales, floración y respuestas trópicas (Munguía, 2018).

De acuerdo con Jankiewicz (2003) las auxinas fueron las primeras hormonas descubiertas en las plantas; se generan en partes jóvenes de la planta, estimulan el crecimiento de alargamiento de tallos, intervienen en curvaturas fototrópicas y gravitrópicas, formación de raíces laterales y adventicias,

estimulan formación de frutos partenocárpicos (sin fecundación de flor) y estimulación de floración.

Las auxinas son sintetizadas en los meristemos, en el ápice del tallo, ramas, yemas y hojas jóvenes; siendo su principal efecto el alargamiento celular. Las auxinas se caracterizan por estimular el metabolismo y desarrollo en concentraciones bajas, lo contrario a utilizarlas en concentraciones altas ya que pueden deprimir su función (Rojas, 1987).

Giberelinas

Los primeros datos que se tienen de giberelinas son de 1898 cuando el agricultor japonés Konishi, describió una enfermedad conocida como “bakanae” que en arroz causaba excesivo crecimiento de tallos y disminución del sistema radicular y ramificación en exceso, lo que las llevaba a la muerte. (Jankiewicz, 2003).

Las giberelinas son sintetizadas en hojas jóvenes y semillas. Interactúan con el fitocromo, es decir, el receptor encargado de que las plantas lleven a cabo el fotoperiodo; así mismo, aceleran la germinación, alargamiento de tallos, desarrollo de frutos, floración fuera del fotoperiodo (Rojas, 1987).

Las giberelinas están involucradas en distintos procesos metabólicos durante la vida de la planta teniendo presencia en la germinación de la semilla, crecimiento de tallos, inducción floral, desarrollo de polen y crecimiento del fruto (Bohórquez, 2011). Suele haber mayor concentración de giberelinas en partes reproductivas que en las vegetativas, de la misma forma se presenta un mayor porcentaje en partes jóvenes comparado con las partes maduras de la planta; tienden a estimular el cambio entre la etapa joven a adulta, además de ser decisivas al definir el sexo en flores (Chuquimarca, 2022).

Además de que las giberelinas están involucradas en el crecimiento de hojas, tallos, estimular la germinación, causan la desaparición de la proteína fusca 3 quién es responsable del estímulo de la síntesis de ácido abscísico y son

capaces de activar aquellos genes que sintetizan el ARNm aumentando la longitud (Sánchez, 2022).

Coeficiente de Determinación

El coeficiente de determinación (R^2) es útil para analizar el acomodo del modelo de regresión lineal simple, para regresión lineal múltiple también se utiliza el coeficiente de colinealidad $C(p)$ (Rojas *et al.*, 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en dos etapas, en la primera etapa fue manejado el efecto de las dosis en semilla con 100, 75, 50, 25 y 0 ppm de auxinas y giberelinas sumergidas durante ocho horas previas a la siembra respectivamente. El trabajo realizado durante esta etapa fue en laboratorio utilizando una charola de germinación de 128 cavidades y peat moss. La segunda etapa del experimento para continuar con la investigación se llevó a cabo en invernadero sólo con las dosis que presentaron los mejores resultados en la primera etapa.

Localización de las Áreas Experimentales

Ubicación del experimento en laboratorio

La primera etapa del experimento comprendió la siembra de tomate en charola de 100 cavidades en el laboratorio de postcosecha en el Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Saltillo, Coahuila, México; con las coordenadas 25.35575°, -101.035192°.



Figura 1. Localización del laboratorio de poscosecha del departamento de horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.

Ubicación del experimento en invernadero

El experimento se realizó bajo condiciones de invernadero del departamento de forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicando al sur de la ciudad en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; presentando las coordenadas 25.352927° , -101.027256° y una altitud de 1783 msnm; de acuerdo al sistema Köppen-Geiger con un clima cálido templado, con presencia de precipitaciones significativas.



Figura 2. Localización del invernadero perteneciente al departamento de forestal en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.

Material Genético

Material genético utilizado en laboratorio

Cuadro 4. Material genético utilizado en laboratorio, primera parte del experimento.

Genealogía	Variedades
TAN-101 [®]	Variedad 1
TAN-103 [®]	Variedad 2
TAN-004 F ₁	Variedad 3
EXP 1521 AS	Variedad 4
COM-F ₁ -DX-ST INV	Variedad 5
COM-F ₁ -Inj-STS	Variedad 6

Material genético utilizado en invernadero

Cuadro 5. Material genético utilizado en la segunda etapa del experimento, invernadero.

Genealogía	Variedades
TAN-101 [®]	Variedad 1
TAN-103 [®]	Variedad 2
TAN-004 F ₁	Variedad 3
EXP 1521 AS	Variedad 4
COM-F ₁ -Inj-STS	Variedad 6

Materiales Utilizados

- Giberelinas **AG 4/7**
- Auxinas **6 BA**
- Vasos estériles para muestras de laboratorio.

- Aluminio.
- Alcohol.
- Agua destilada.
- Auxinas.
- Giberelinas.
- Charola germinadora.
- Peat moss.
- Bolsas de polietileno.
- Bolsas de papel.
- Palas.
- Cubetas.
- Carretillas.
- Carrizos.
- Rafia.
- Fertilizantes.
- Bomba de fumigación.
- Hojarasca.
- Suelo.

Tratamiento Hormonal Previo a la Siembra

Se realizó la selección de semillas el día 23 de Febrero del 2022 y fueron sometidas a los tratamientos hormonales durante 8 horas previas a la siembra, se seleccionaron 20 semillas de los materiales TAN-101[®] (Variedad 1), TAN-103[®] (Variedad 2), TAN-004 F₁ (Variedad 3), EXP 1521 AS (Variedad 4); y 10 semillas para los materiales COM-F₁-DX-ST INV (Variedad 5) y COM-F₁-Inj-STS (Variedad 6), los cuales fueron sometidos a los tratamientos 100, 75, 50, 25 y 0 ppm de giberelinas y auxinas respectivamente, utilizando vasos estériles cubiertos con aluminio para evitar la oxidación de dichos tratamientos.



Figura 3. Tratamiento hormonal a los diferentes materiales genéticos, ocho horas previas a la siembra.

Siembra

La siembra del material genético fue realizada en charolas germinadoras de 100 cavidades con sustrato peat moss y perlita con una relación 70:30, se ejecutó el día 23 de Febrero del 2022.

Preparación De Sustrato

Para realizar la preparación del sustrato se llevó a cabo con una relación 70:30 suelo y hojarasca respectivamente a cada uno de los contenedores con capacidad de 4 litros.

Plantación

La plantación se llevó a cabo en bolsas de polietileno con una relación de sustrato 70:30, el día 28 de Abril del 2022; posterior a la plantación se aplicó un riego de 50 ml y se realizaron 4 aberturas a cada maceta para permitir el drenaje adecuado.



Figura 4. Establecimiento del experimento en el invernadero.

Fertilización y Riego

Los riegos se realizaron diariamente dependiendo la necesidad de la planta y se alternaron las dosis de fertilización.

En charola se fertilizó con 18-46-00, 1 g/l. Posterior a la plantación, la primera fertilización se empleó con 17-17-17 aumentando a 3 g/l, aplicando 250 ml por maceta, posteriormente en la quinta aplicación se empleó una dosis de 4 g/l, manteniendo el volumen de 250 ml aplicado por maceta.

Manejo Fitosanitario

El manejo fitosanitario inició con la desinfección de las charolas germinadoras y el área asignada para establecer el experimento, así como del material que fue utilizado; se realizaron deshierbes en el radio de la maceta y aplicaciones de Captan.

Tratamientos

Tratamientos Primera Etapa En Laboratorio

La etapa de laboratorio se realizó con 5 tratamientos para auxinas y giberelinas respectivamente en diferentes concentraciones (ppm) en 6 materiales genéticos con diferentes hábitos de crecimiento.

Cuadro 6. Descripción de material genético, tipo de crecimiento y tratamientos en etapa de laboratorio.

Materiales Genéticos	Hábito de Crecimiento	Auxinas (ppm)	Giberelinas (ppm)
TAN-101® (Variedad 1)	Bola Semi-indeterminado	0	0
		25	25
		50	50
		75	75
		100	100
TAN-103® (Variedad 2)	Bola Semi-indeterminado	0	0
		25	25
		50	50
		75	75
		100	100
TAN-104 F ₁ (Variedad 3)	Bola Semi-indeterminado	0	0
		25	25
		50	50
		75	75
		100	100
EXP 1521 AS (Variedad 4)	Saladette indeterminado	0	0
		25	25
		50	50
		75	75
		100	100
COM-F ₁ -DX-ST INV (Variedad 5)	Saladette Semi-indeterminado	0	0
		25	25
		50	50
		75	75
		100	100
COM-F ₁ -Inj-STs (Variedad 6)	Saladette Semi-determinado	0	0
		25	25
		50	50
		75	75
		100	100

Tratamientos Segunda Etapa en Invernadero

En la primera etapa presentaron mayor germinación los tratamientos 1, 2 y 3 con la aplicación de ambas hormonas; por lo que se determinó emplear únicamente las dosis con mayor éxito durante la germinación para algunos tratamientos y poder continuar con el proceso de investigación en la etapa de invernadero, se manejaron 4 tratamientos con **III** repeticiones y el testigo, bajo un diseño completamente al azar cada tratamiento en los cinco materiales genéticos que fueron utilizados.

Cuadro 7. Descripción de material genético y tratamientos en la segunda etapa del experimento, proveniente del laboratorio.

Materiales Genéticos	Hábito de Crecimiento	Auxinas (ppm)	Giberelinas (ppm)
		0	0
TAN-101 [®] (Variedad 1)	Bola Semi- indeterminado	25 50	25 50
		0	0
TAN-103 [®] (Variedad 2)	Bola Semi- indeterminado	25 50	25 50
		0	0
TAN-004F ₁ (Variedad 3)	Bola Semi- indeterminado	25 50	25 50
		0	0
EXP 1521 AS (Variedad 4)	Saladette indeterminado	25 50	25 50
		0	0
COM-F ₁ -Inj-ST5 (Variedad 6)	Saladette semi- indeterminado	25 50	25 50

Aplicación de Tratamientos en Etapa de Invernadero

La aplicación de los tratamientos correspondientes fue de forma foliar, se desarrolló con una bomba de fumigación y como apoyo, una barrera para evitar la contaminación entre tratamientos que fueron aplicados.



Figura 5. Aplicación foliar experimental de los tratamientos en invernadero.

La elaboración de los tratamientos se implementó de acuerdo con las dosis correspondientes, se pesó cada una de las hormonas siendo diluidas en agua destilada y alcohol hasta obtener un litro, para posteriormente ser envasadas en frascos color ámbar para evitar su oxidación.

Variables Evaluadas

Variable Evaluada en Laboratorio

Por ciento (%) de germinación: Dosis 100, 75, 50, 25 y 0 ppm de auxinas y giberelinas.

Variables Evaluadas en Invernadero

Altura de la planta: Se determinó a lo largo del experimento, tomando la altura desde la base de la planta hasta el ápice.

Número de foliolos: Fue determinado a través de un conteo a cada planta.

Grosor de tallo primario: El grosor de ambos tallos se definió con un vernier.

Grosor de tallo secundario: La variable grosor del tallo secundario, fue implementada de la misma forma que la variable grosor de tallo primario.

Altura de horqueta o bifurcación: Esta variable fue medida con la ayuda de una cinta métrica desde la base de la planta hasta la bifurcación.

Número de flores abiertas Las variables número de flores abiertas y cerradas fueron recabadas tras un conteo en toda la planta.

Número de flores cerradas: Se realizó en conteo de aquellas flores que aún no presentaban polinización.

Número de racimos: Se realizó un conteo en la planta cuando presentaba 2 y 3 floraciones o tercer racimo floral.

Longitud de planta: Determinada después de haber realizado un lavado de raíz, se midió con un flexómetro desde la raíz hasta el ápice de la planta.

Longitud de raíz: Obtenida después de realizar un lavado de raíz y determinada en centímetros por una cinta métrica.



Figura 6. Medición de longitud de planta al finalizar experimento en invernadero.

Diseño Experimental y Modelo Estadístico

Diseño Experimental

El experimento se estableció con un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 5 x 5, con tres repeticiones por tratamiento.

La unidad experimental consistió en 75 macetas con una planta de tomate. Los factores de estudio fueron cinco variedades y cuatro dosis (0.0, 25.0 y 50 de giberelina en ppm; 25 y 50 de auxina en ppm) más el testigo.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con un arreglo factorial A x B, donde A son las variedades y B las concentraciones; llevándolo a cabo con el software R versión 4.3.

Modelo estadístico

$$y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

y_{ijk} =Variable respuesta en la repetición k, $i=1,2,\dots,a$

Nivel j de B, nivel i de A $j=1,2,\dots,b$

μ =Media general

A_i =Efecto del factor A al nivel i

B_j =Efecto del factor B al nivel j

$(AB)_{ij}$ =Efecto de la interacción AB al nivel i, j

ε_{ijk} =Error aleatorio

Matriz de correlación

Las correlaciones se llevaron a cabo utilizando el programa Statistic Ver.

10 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Etapa de laboratorio

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias por el método de tukey ($\alpha = 0.05$) mostraron diferencia significativa ($p < 0.05$) en los factores A y B, así como en la interacción A x B (Cuadro 8 y Figura 7).

Por ciento de germinación (%)

El por ciento de germinación mostró diferencia significativa en el ANVA ($p < 0.05$) en cuanto a las distintas dosis de hormonas aplicadas; de tal forma, se obtuvo mayor germinación al someter las semillas de tomate al tratamiento con 25 ppm de giberelinas, siendo mayor comparado con el control; esto concuerda con Fraile *et al.*, (2012) donde indican que las giberelinas influyen en la germinación de semillas hasta en un 100%; por otra parte, a concentraciones mayores a 600 mg L⁻¹, se presenta una demora en el tiempo de germinación, comparada con concentraciones menores a 400 mg L⁻¹.

En el caso de las variedades, se obtuvieron diferencias significativas, siendo la variedad dos (V2) quien presentó el 100% de germinación aún sin ser sometida a los tratamientos debido a su carga genética, cuando se trabajaron altas concentraciones de auxinas afectó la germinación de la mayoría de las variedades al no presentar germinación; mientras que la variedad cuatro (V4) mostró mayor capacidad de germinación al ser sometida a los ocho tratamientos, logrando tolerar 50-75 ppm de auxinas y no 100 ppm, ya que hay un decremento en la germinación.

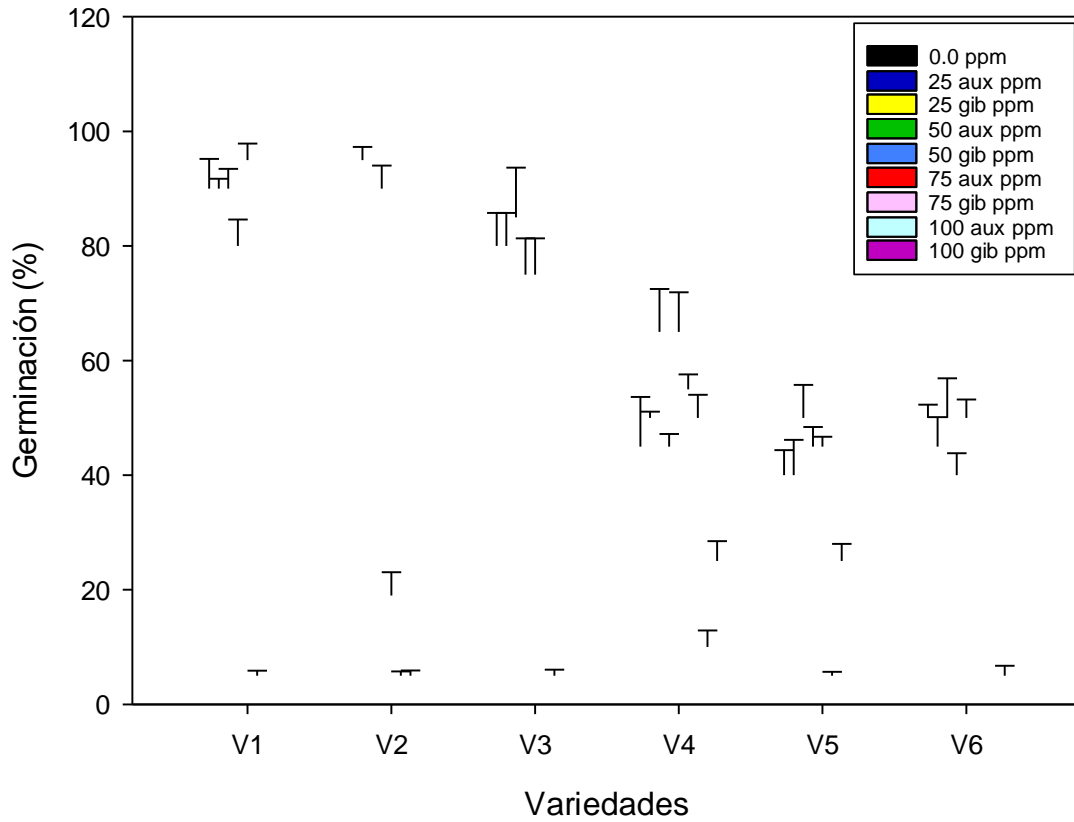


Figura 7. Interacción entre variedades, dosis de auxinas y giberelinas en la germinación de la planta de tomate.

Cuadro 8. Valores de por ciento de germinación para la interacción variedad-concentración.

Concentración (ppm)	Germinación (%)
0	67.500 ab
25 GIB	73.333 a
50 GIB	58.167 c
75 GIB	14.167 d
100 GIB	5.000 ef
25 AUX	66.667 ab
50 AUX	62.500 bc
75 AUX	11.667 ed
100 AUX	1.667 f
ANVA $P \leq 0.05$	<.0001
Variedades	
V1	50.000 a
V2	46.000 ab
V3	44.444 b
V4	45.556 ab
V5	27.778 c
V6	26.667 c
ANVA $P \leq 0.05$	<.0001
Interacción $P \leq 0.05$	<.0001
C.V (%)	16.6061

C.V: Coeficiente de variación en por ciento

Etapa de invernadero

El análisis de varianza (ANVA) de grosor de tallo primario (GTP) mostró diferencias significativas entre concentraciones ($p < 0.05$), y la prueba de medias mostró que las concentraciones de 25, 50 de auxinas obtuvieron mayor grosor de tallo primario que las concentraciones 25 y 50 de giberelinas. Sin embargo, altura de planta (AP), número de foliolos (NFOL), grosor de tallo secundario (GTS), altura de la horqueta (AH), número de racimos (NR), longitud de raíz (LR), número de flores abiertas (NFA), número de flores cerradas (NFC) y dosel de la planta (DOP) no mostraron diferencia significativa ($p > 0.05$) entre concentraciones (Cuadro 9).

Por otra parte, el ANVA y la comparación de medias por el método de tukey

($\alpha = 0.05$) Mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre variedades para las variables AP, NFOL, AH, NR, NFA, NFC, NF YDOP (Cuadro 9). Además, el análisis de varianza mostro diferencia significativa ($p < 0.05$) en la interacción Variedad X Concentración, en las variables AH, NR y DOP.

Cuadro 9. Análisis de varianza para las diferentes variables en estudio en la etapa de invernadero.

Concentración (ppm)	AP	NFOL	GTP	GTS	AH	NR	LR	NFA	NFC	DOP
0	42.26 a	10.86 a	5.24 b	3.68 a	20.93 a	2.66 a	34.05 a	2.46 a	5.60 a	106.14 a
25 GIB	35.83 a	9.73 a	4.87 b	3.44 a	19.06 a	2.73 a	32.19 a	2.33 a	4.93 a	112.90 a
50 GIB	42.64 a	11.00 a	5.45 ab	3.93 a	20.59 a	2.80 a	36.34 a	2.40 a	5.46 a	115.76 a
25 AUX	40.24 a	11.06 a	6.53 a	4.42 a	21.57 a	2.66 a	40.99 a	3.00 a	6.33 a	124.06 a
50 AUX	42.55 a	11.66 a	5.70 ab	4.41 a	19.43 a	2.80 a	40.60 a	3.40 a	6.06 a	124.90 a
ANVA $P \leq 0.05$	0.42	0.48	0.0046	0.12	0.84	0.98	0.10	0.27	0.51	0.07
Variedades										
V1	42.21 a	10.73 abc	5.66 a	4.02 a	23.41 a	2.80 a	40.65 a	2.86 ab	6.46 ab	116.01 ab
V2	40.28 ab	10.06 c	5.84 a	3.92 a	23.85 a	2.66 ab	39.04 a	2.66 ab	4.46 bc	115.66 ab
V3	29.60 b	8.53 c	5.17 a	3.36 a	13.36 a	1.93 a	33.42 a	1.60 b	3.66 c	97.48 b
V4	44.63 a	13.13 a	5.69 a	4.55 a	18.66 ab	3.40 a	34.03 a	3.33 a	7.66 a	126.05 a
V6	46.79 a	11.86	5.43 a	4.03 a	22.30 a	2.86 a	37.03 a	3.13 ab	6.13 ab	128.56 a
ANVA $P \leq 0.05$	0.0014	0.0011	0.5603	0.1558	0.0005	0.0005	0.2825	0.0350	0.0001	0.0002
Interacción	0.39	0.59	0.28	0.82	0.03	0.05	0.28	0.80	0.56	0.0094
$P \leq 0.05$										
CV(%)	27.78	26.74	20.90	31.12	34.09	30.40	28.79	57.25	40.74	15.74

AP: Altura de planta, **NFOL:** Número de foliolos, **GTP:** Grosor de tallo primario, **GTS:** Grosor de tallo secundario, **AH:** Altura a la horqueta, **NR:** Número de racimos, **LR:** Longitud de raíz, **NFA:** Número de flores abiertas, **NFC:** Número de flores cerradas y **DOP:** Dosel de planta.

Altura de planta (AP)

En esta variable no se presentó efecto significativo ($p > 0.05$) entre dosis. Sin embargo, numéricamente se observó que al adicionar 50 ppm de giberelinas se aventajo al testigo un 0.89%, siguiendo la dosis de 50 ppm de auxinas con 0.68%. Por otro lado, la dosis 25 ppm de giberelinas presento un 15.22% menos de altura que el testigo.

Los resultados del ANVA para la variable altura de planta mostraron diferencia significativa ($p < 0.05$), indicando que la variedad seis (V6) fue la que tuvo mayor altura (46.79 cm) que el resto de las variedades (Figura 8 y Cuadro 9). Lo anterior, concuerda con el trabajo de Serna *et al.*, (2017), en donde evaluaron a los 40 DDT (Días después del trasplante), alturas de 40 y 48 cm para los híbridos Alboran y Torrano con la aplicación de 50 ppm de giberelinas. La interacción no influyó significativamente en la variable. La mayor altura se presentó en plantas de la variedad seis (V6) tratadas con 50 ppm de auxinas, con un porcentaje de 10% de incremento con relación al testigo. Algunos autores mencionan que las auxinas participan en los procesos morfológicos, alargamiento y diferenciación durante el desarrollo; la comprensión de cómo estos procesos se acoplan para dar una respuesta diferencial de células y tejidos, ha sido usada con éxito para mejorar el entendimiento de incrementar la eficiencia agronómica de las auxinas (Garay *et al.*, 2014; Azcón y Talón, 2013).

El análisis de varianza no mostro diferencia significativa en la interacción Variedad X Concentración (Cuadro 9 y 8).

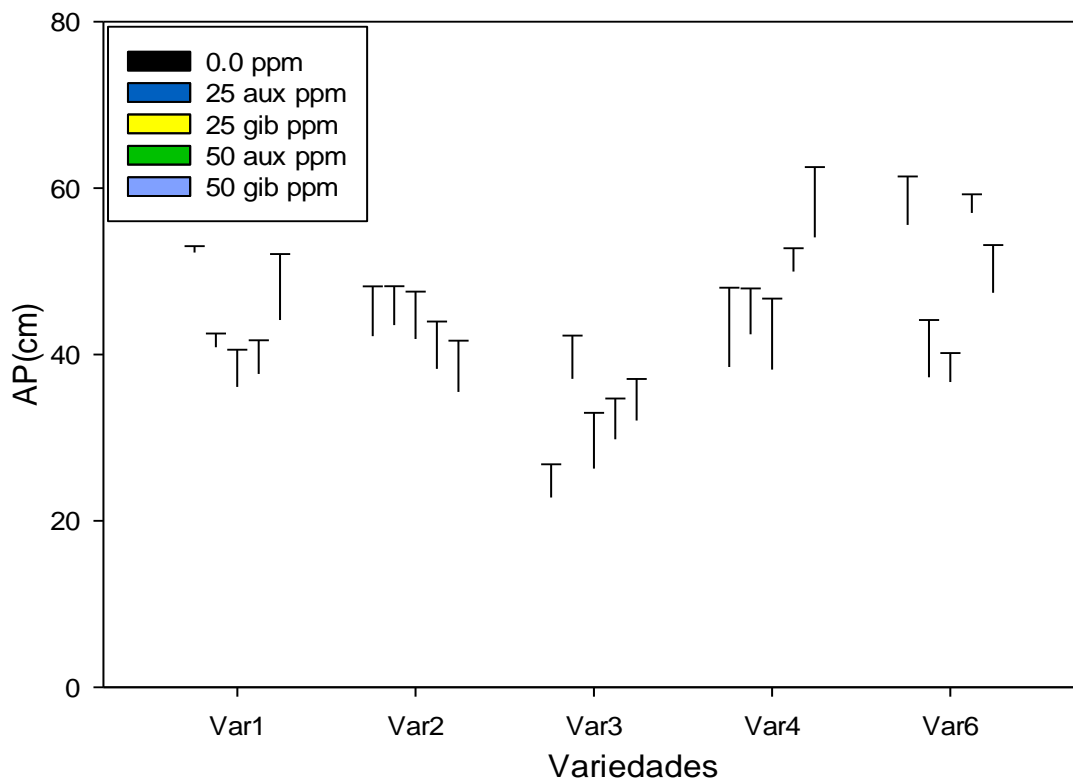


Figura 8. Interacción entre variedades, dosis de auxinas y giberelinas en altura en la planta de tomate.

Número de folíolos (NFOL)

El número de folíolos no presentó diferencia significativa en cuanto a las dosis aplicadas; sin embargo, los resultados del ANVA de dicha variable mostraron diferencia significativa ($p < 0.05$), donde se muestra que la variedad cuatro (V4) tuvo mayor número de folíolos al aplicar 50 ppm de giberelinas comparado con el resto de las variedades a los 40 DDT.

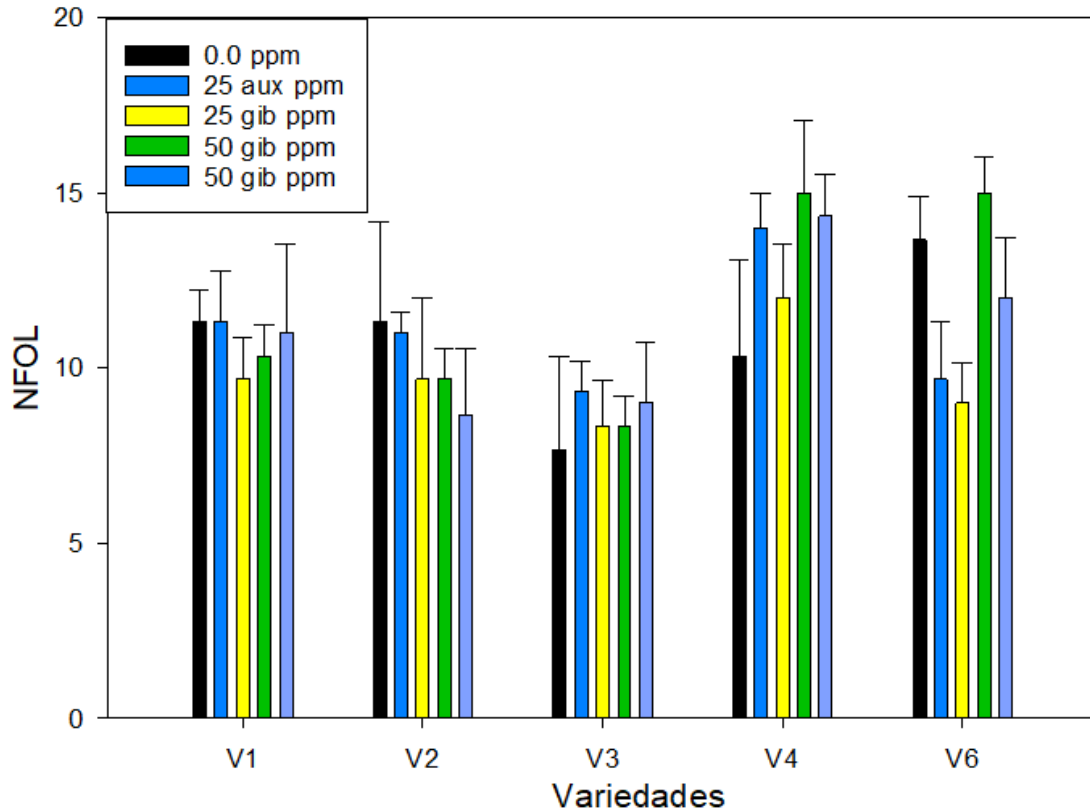


Figura 9. Interacción entre variedades, dosis de auxinas y giberelinas en número de foliolos en la planta de tomate.

Grosor de tallo primario (GTP)

El grosor del tallo primario 40 DDT mostró diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza entre concentraciones ($p < 0.05$), obteniendo mayor grosor de tallo aquellas plantas que fueron sometidas a las aplicaciones con 25 y 50 ppm de auxinas respectivamente; mientras que las plantas que recibieron aplicaciones con 25 y 50 ppm de giberelinas ($GA_{4/7}$) presentaron menor grosor de tallo principal; de tal forma que a los 20 días después de la aplicación resulta favorable tratar con auxinas en dichas concentraciones, ya que el efecto de la aplicación de giberelinas ($GA_{4/7}$) en cuanto a grosor de tallo principal se vería reflejado hasta los 97 días después de la aplicación tal como lo indica Zavala, (2016).

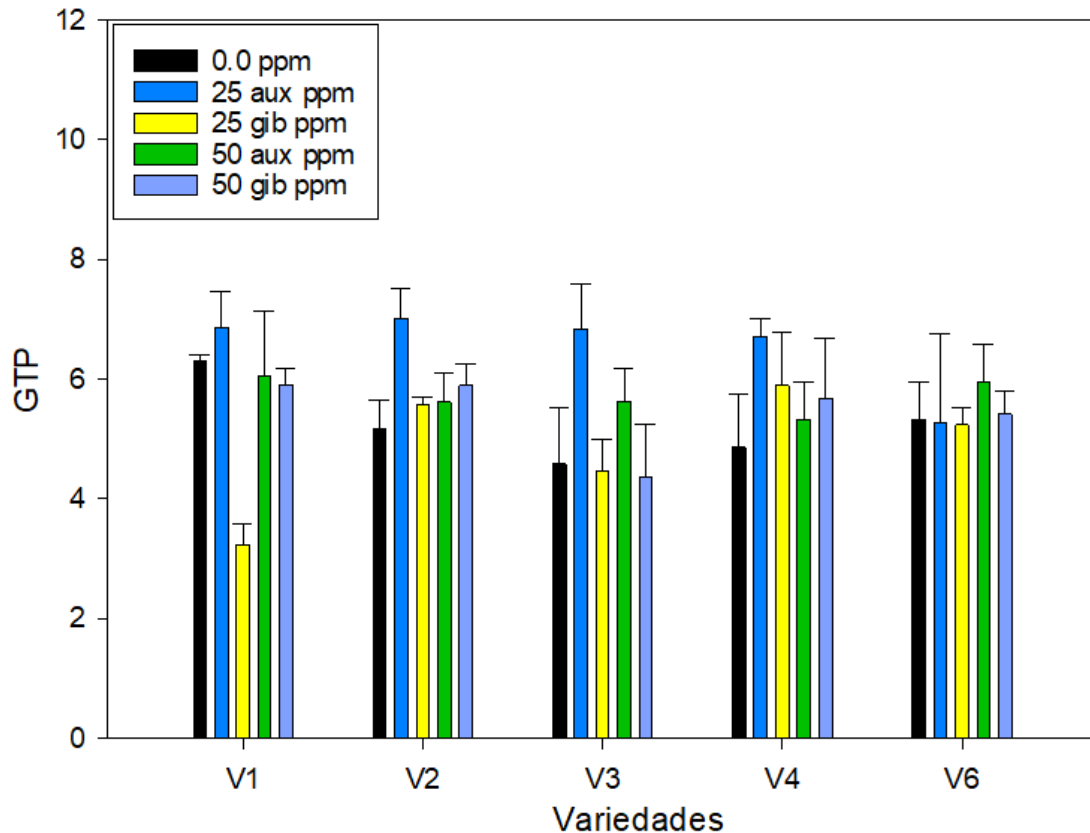


Figura 10. Interacción entre variedades, dosis de auxinas y auxinas en grosor de tallo primario en la planta de tomate.

Grosor de tallo secundario (GTS)

El grosor del tallo secundario no mostró diferencia significativa ($p > 0.05$) entre variedades y concentración 40 DDT. En la Figura 11 se muestra que se superó al testigo (0.0 aplicación) en un 43% y la concentración 50 ppm de giberelinas en un 19.35%. Lo anterior confirma que las auxinas presentan valores más altos para esta variable. Siendo la V4 quien manifestó mayor grosor de tallo secundario.

El menor grosor de tallo secundario se presentó en la variedad tres y en donde el testigo supera en 3.49% a la concentración 25 ppm de giberelinas. Sin embargo, al aplicar 50 ppm de giberelinas se superó al testigo en 1.39%. Indicando que al aumentar la dosis de giberelinas aumenta el grosor de tallo secundario.

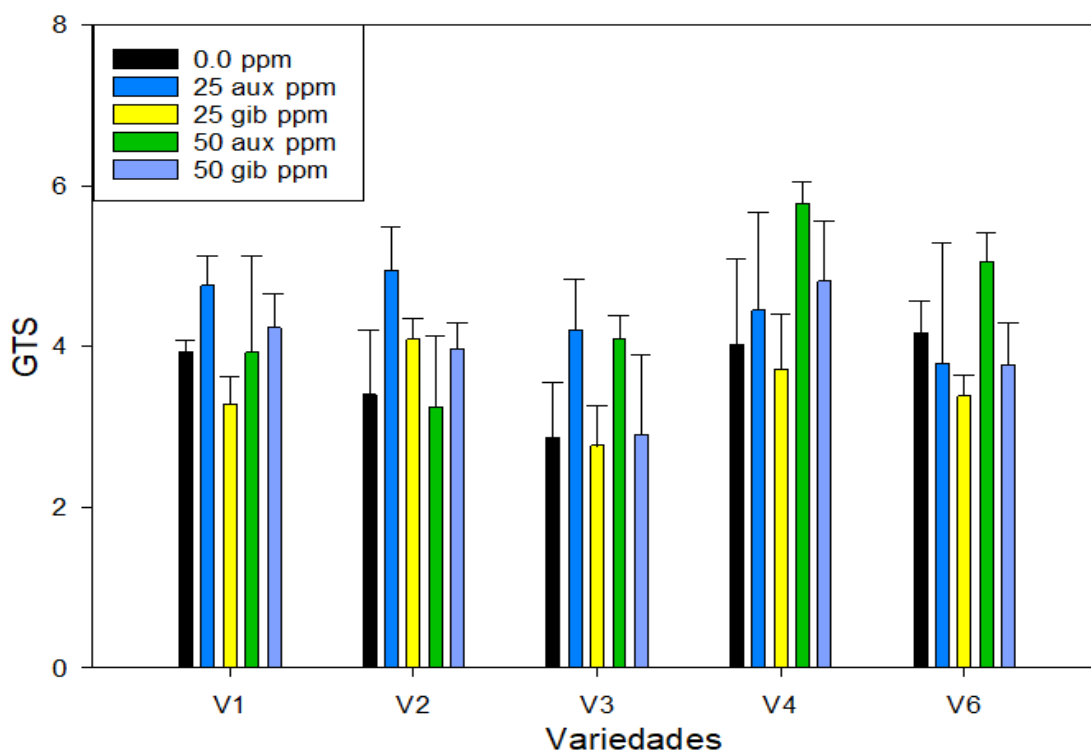


Figura 11. Interacción entre variedades, dosis de auxinas y giberelinas en grosor de tallo secundario de planta de tomate.

Altura de horqueta (AH) o bifurcación

En la figura podemos observar que la mayor altura de orqueta (AO) o bifurcación se dio al interaccionar la variedad 1 + 0.0 ppm; variedad 2+25 ppm giberelinas; variedad 6+0.00 ppm, 40 DDT. De acuerdo con (Azcón y Talón, 2013) mencionan que las giberelinas funcionan mejor a concentraciones bajas en el desarrollo de las plantas (Figura 12); mientras que las variedades V1 y V4 expresaron una altura de horqueta mayor aún sin tratamientos, lo que indica que por sí solas tienen características genéticas que la benefician.

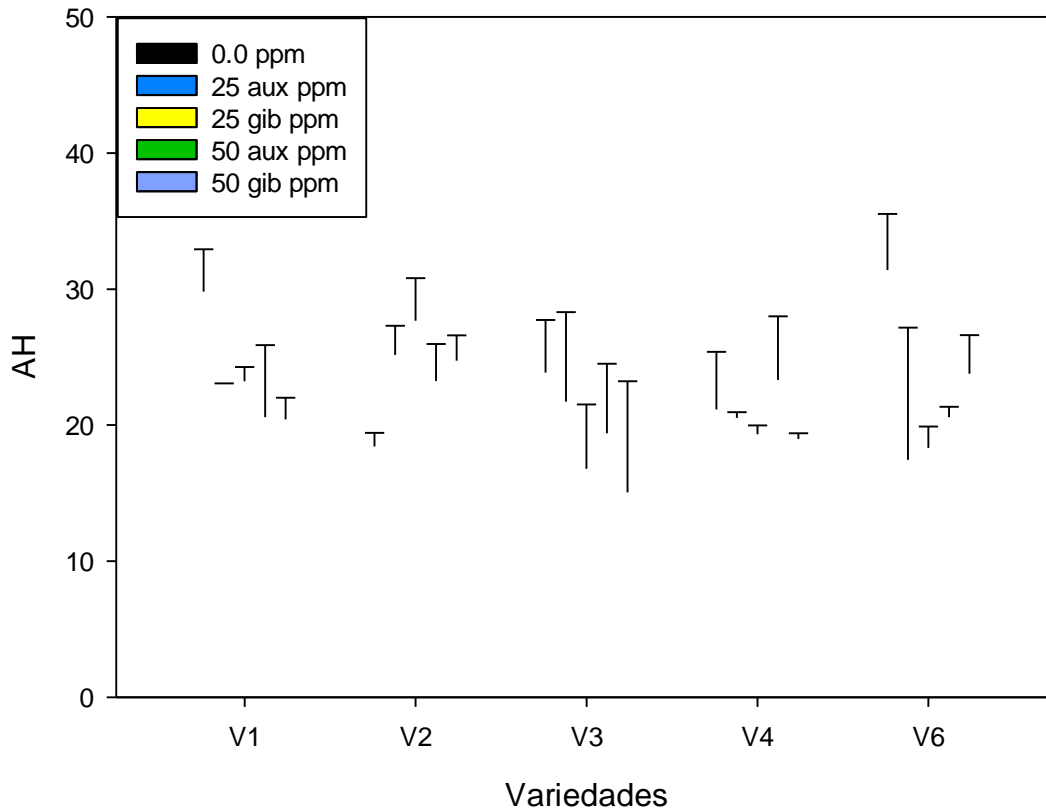


Figura 12. Interacción entre variedad, dosis de auxinas y giberelinas en altura de la horqueta o bifurcación de la planta de tomate.

Número de racimos (NR)

El número de racimos fue mayor con 50 ppm de giberelinas en la variedad 4, y en aquellas plantas en donde se adicionaron 50 ppm de auxinas (Figura 13) 40 DDT. Estudios realizados, mencionan que las auxinas estimulan la generación de racimos (Serrani, 2008). Los tratamientos con auxinas favorecieron la producción de racimos ya que están relacionadas con la dominancia apical, desarrollo de flores y frutos (Jordán y Casaretto, 2008), Figura 13.

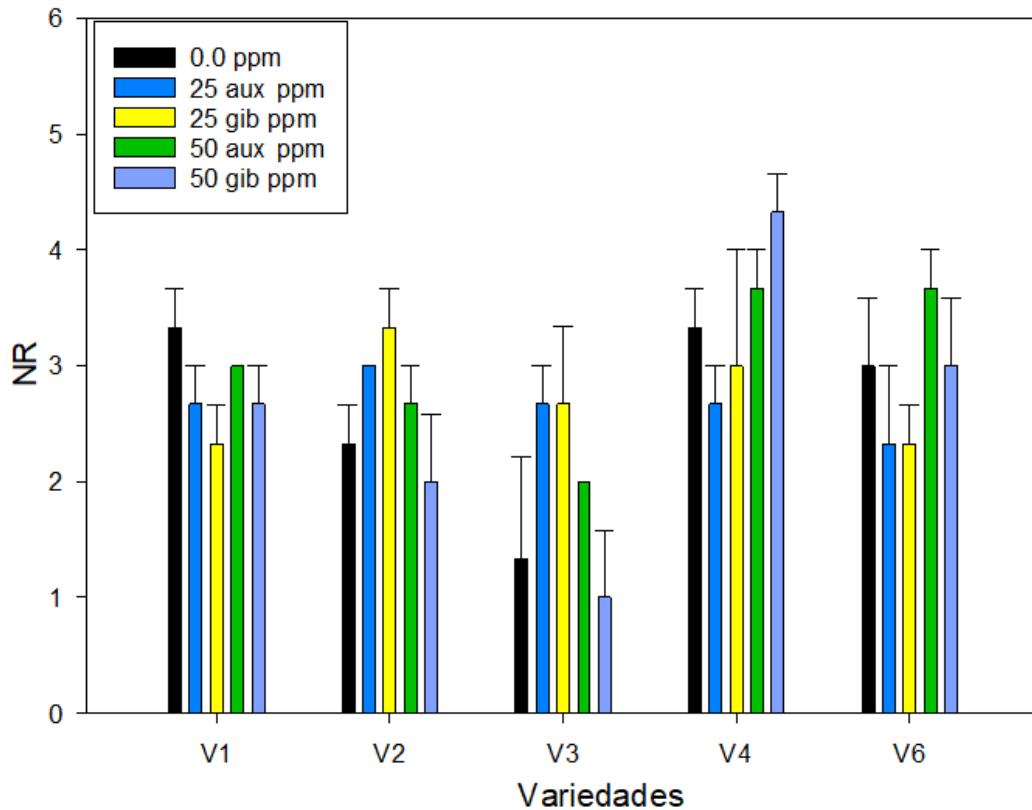


Figura 13. Interacción entre variedades, dosis de auxinas y giberelinas en número de racimos de la planta de tomate.

Dosel de planta (DOP)

Las plantas que fueron tratadas con 50 ppm de auxinas de la variedad seis (V6) aumentaron su longitud en un 50% comparado con las plantas del testigo, efecto similar ocurrió cuando las plantas fueron tratadas con 25 ppm de auxinas en la variedad cuatro (V4) 40 DDT. Este incremento pudo ser debido al aumento radicular (efecto de las auxinas) y su efecto fototropismo, ver Figura 14.

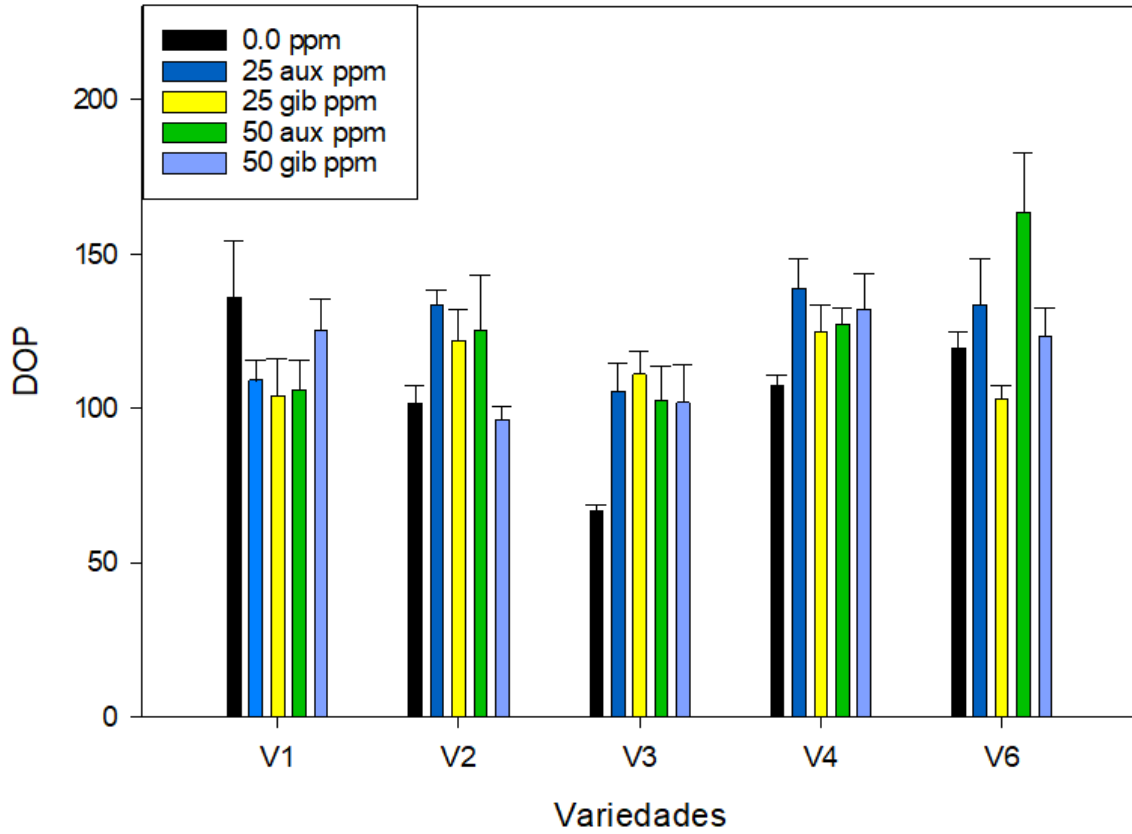


Figura 14. Interacción entre variedades, dosis de auxinas y giberelinas en longitud de planta.

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

Matriz De Correlación

A través del coeficiente de correlación de Pearson, se obtuvo la correlación existente entre dosis y variedades en plantas de tomate en etapa de invernadero.

Cuadro 10. Matriz de correlaciones entre dosis y variedades evaluadas en plantas de tomate en etapa de invernadero.

	AP	NFOL	GTP	GTS	AH	NR	LR	NFA	NFC	DOP
AP	1.0000 p= ---									
NFOL	.8681 p=.000	1.0000 p= ---								
GTP	.3614 p=.076	.3174 p=.122	1.0000 p= ---							
GTS	.6834 p=.000	.7291 p=.000	.5946 p=.002	1.0000 p= ---						
AH	.6491 p=.000	.3603 p=.077	.2629 p=.204	.3847 p=.058	1.0000 p= ---					
NR	.7759 p=.000	.7335 p=.000	.2573 p=.214	.5747 p=.003	.5371 p=.006	1.0000 p= ---				
LR	.4071 p=.043	.2709 p=.190	.4664 p=.019	.4629 p=.020	.3549 p=.082	.2430 p=.242	1.0000 p= ---			
NFA	.7069 p=.000	.7958 p=.000	.4595 p=.021	.6697 p=.000	.3452 p=.091	.6706 p=.000	.4840 p=.014	1.0000 p= ---		
NFC	.7813 p=.000	.8226 p=.000	.4507 p=.024	.7118 p=.000	.4110 p=.041	.7131 p=.000	.3350 p=.102	.7000 p=.000	1.0000 p= ---	
DOP	.7503 p=.000	.7192 p=.000	.4131 p=.040	.5811 p=.002	.4362 p=.029	.6812 p=.000	.5911 p=.002	.6953 p=.000	.7063 p=.000	1.0000 p= ---

AP: Altura de planta, **NFOL:** Número de foliolos, **GTP:** Grosor de tallo primario, **GTS:** Grosor de tallo secundario, **AH:** Altura de horqueta, **NR:** Número de racimos, **LR:** Longitud de raíz, **NFA:** Número de flores abiertas, **NFC:** Número de flores cerradas, **LP:** Longitud de planta.

Las Interacciones obtenidas mostraron correlaciones aceptables (coeficientes de correlación de 0.50 a 0.86) de acuerdo con el método de Pearson entre la expresión de los materiales genéticos y las distintas dosis de hormonas aplicadas en el experimento (Ver Cuadro 22 del apéndice).

La respuesta manifestada fue que al tener mayor altura de planta existe fuerte correlación con el desarrollo de folíolos expresándose de esta manera el vigor híbrido, número de flores cerradas, número de racimos y el dosel de la planta. Así mismo, el número de folíolos fue relacionado con el número de flores cerradas y abiertas, por lo tanto, involucra el número de racimos por planta, lo que indica que la mayor cantidad de folíolos fueron producidos con 50 ppm de auxinas y conlleva a una mayor producción de racios y flores en las plantas sometidas a este tratamiento en las variedades cuatro y seis.

En cuanto al grosor del tallo primario se obtuvo que existe una relación con la generación del tallo secundario, el número de flores abiertas y el número de flores cerradas, los materiales que mostraron mayor grosor de tallo fueron **(V1)**, **(V2)** y **(V3)**; sin embargo, la respuesta del tallo secundario se relaciona con el número de flores cerradas y abiertas, el dosel de la planta y el número de racimos. La horqueta o bifurcación tuvo relación con el número de racimos, dosel de planta y número de flores cerradas; por otra parte, la longitud de raíz de planta de tomate está involucrada con la altura, número de flores abiertas y dosel. La planta mostró una relación con la mayoría de las variables evaluadas, lo que indica que al aplicar 50 ppm de auxinas se presenta mejor desarrollo radicular, así como mayor dosel.

La estimación de la variable dependiente NFOL con regresión lineal simple en la interacción dosis y variedad a partir de altura de planta como variable independiente tuvo coeficientes de determinación ($r^2=0.7537$) lo que indica que éste es un buen ajuste para estimar el NFOL (Figura 15).

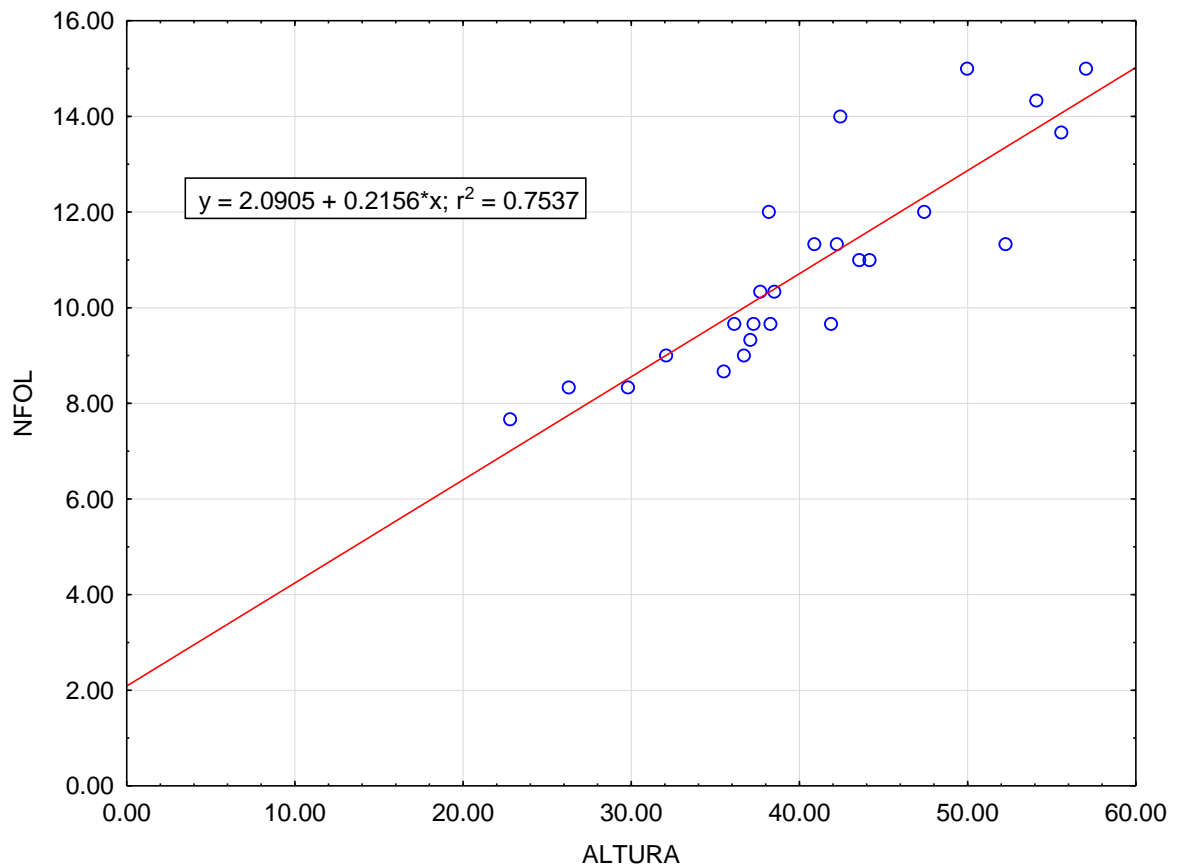


Figura 15. Coeficiente de determinación en altura de planta y número de folíolos de la información interacción dosis y variedad.

La evaluación de la variable dependiente NFC con regresión lineal simple en la interacción dosis y variedad a partir de NFOL siendo variable independiente, tuvo coeficientes de determinación ($r^2=0.6766$) lo que demuestra que es un buen ajuste para la estimación de NFC (Figura 16).

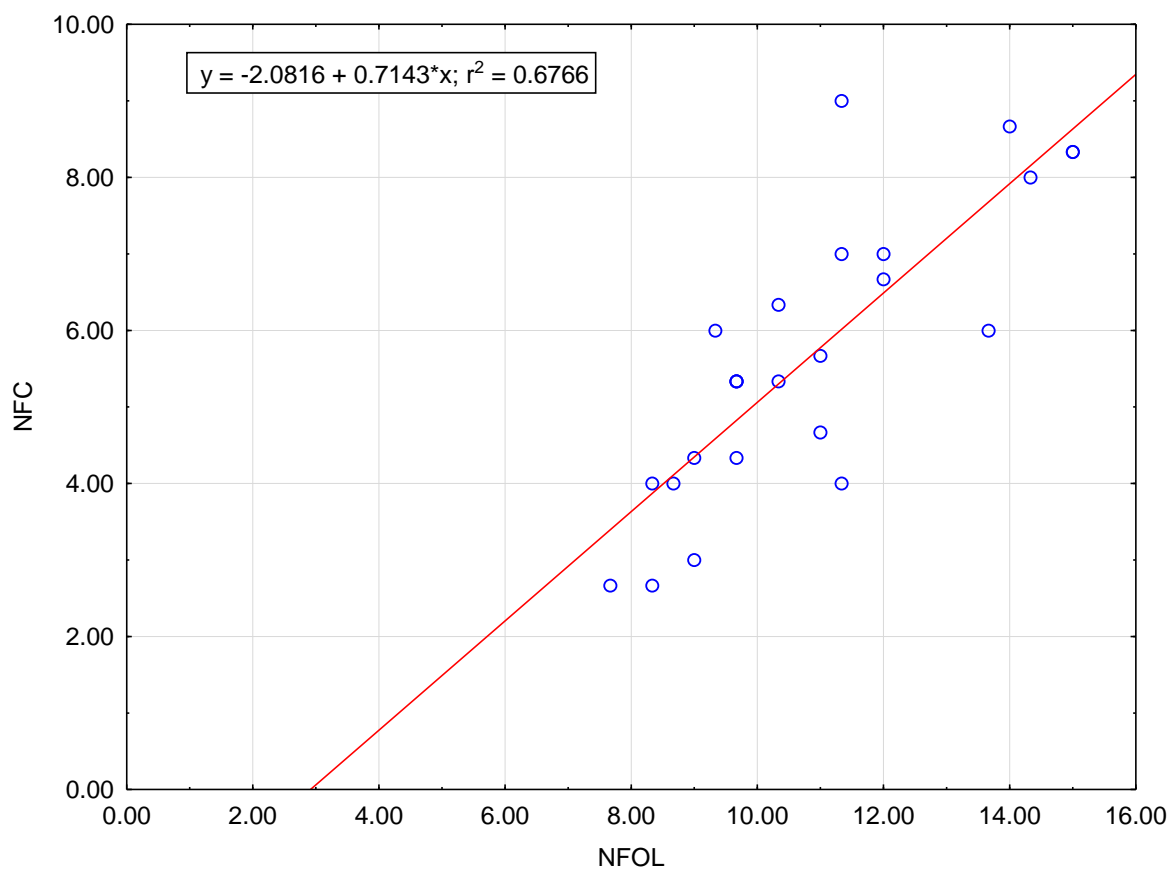


Figura 16. Correlación entre número de foliolos y número de flores cerradas en plantas de tomate.

La estimación de la variable dependiente NFA con regresión lineal simple dada la interacción dosis y variedad a partir de NFOL siendo variable independiente se obtuvieron coeficientes de determinación ($r^2=0.6333$) lo que indica un buen ajuste para estimar el NFA (Figura 17).

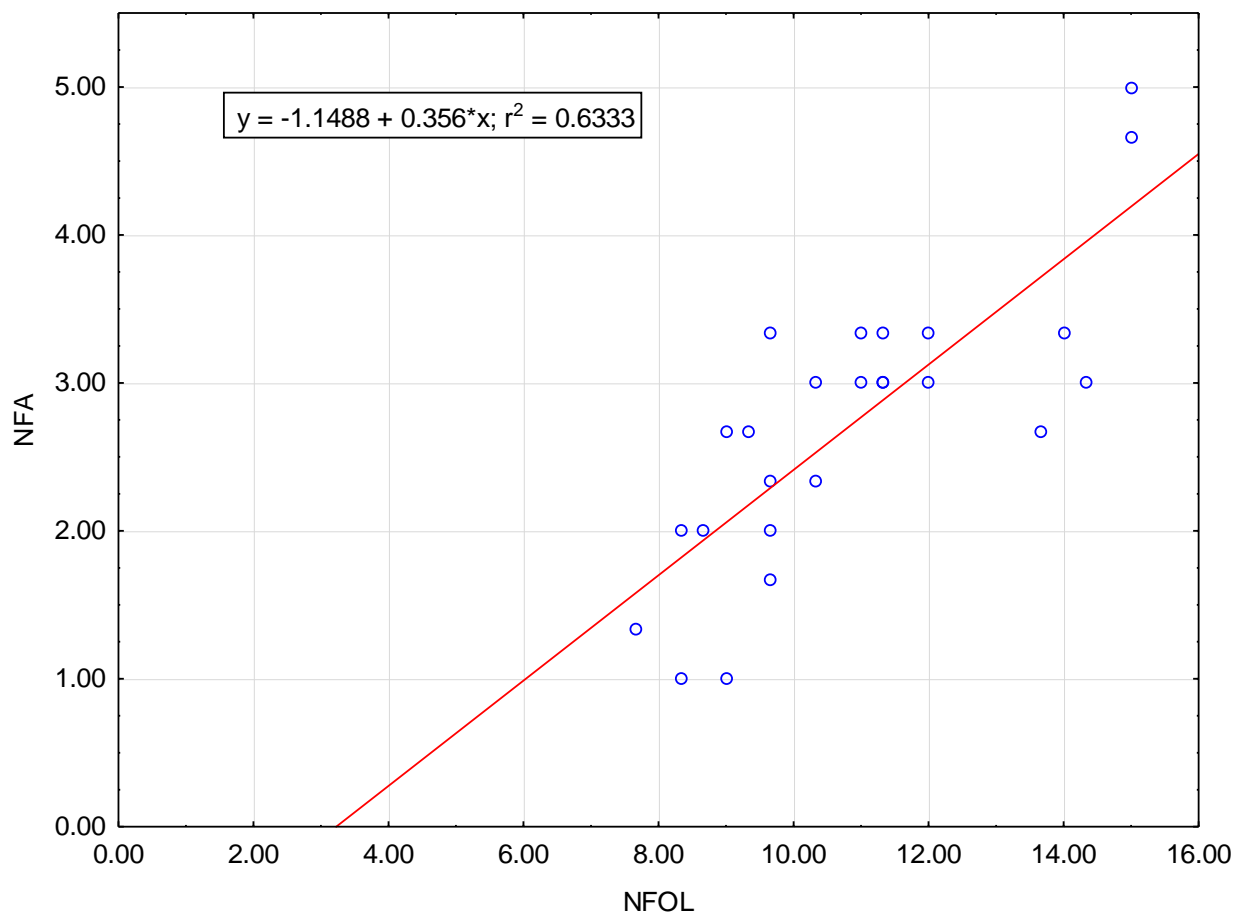


Figura 17. Correlación entre número de foliolos y número de flores abiertas en plantas de tomate.

La estimación de la variable dependiente NFA con regresión lineal simple en la interacción dosis y variedad a partir de NR como variable independiente tuvo coeficientes de determinación ($r^2=0.4497$) manifestando que es un buen ajuste para estimar el NR (Figura 18).

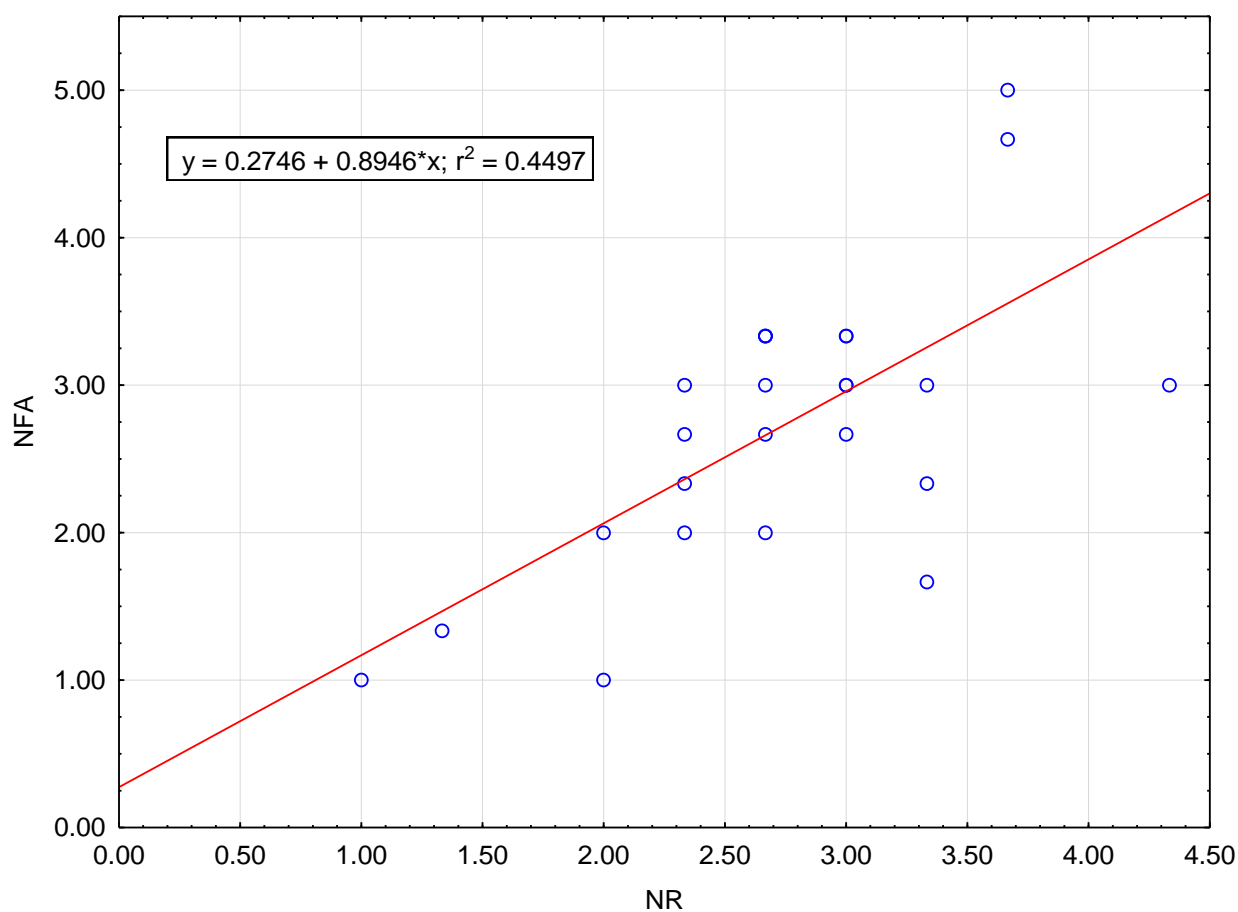


Figura 18. Correlación entre número de flores abiertas y número de racimos en plantas de tomate.

La estimación de la variable dependiente LP con regresión lineal simple en interacción dosis y variedad a partir de LP como variable independiente tuvo coeficientes de determinación ($r^2=0.52$) indicando que es un buen ajuste para la estimación de NFOL (Figura 19).

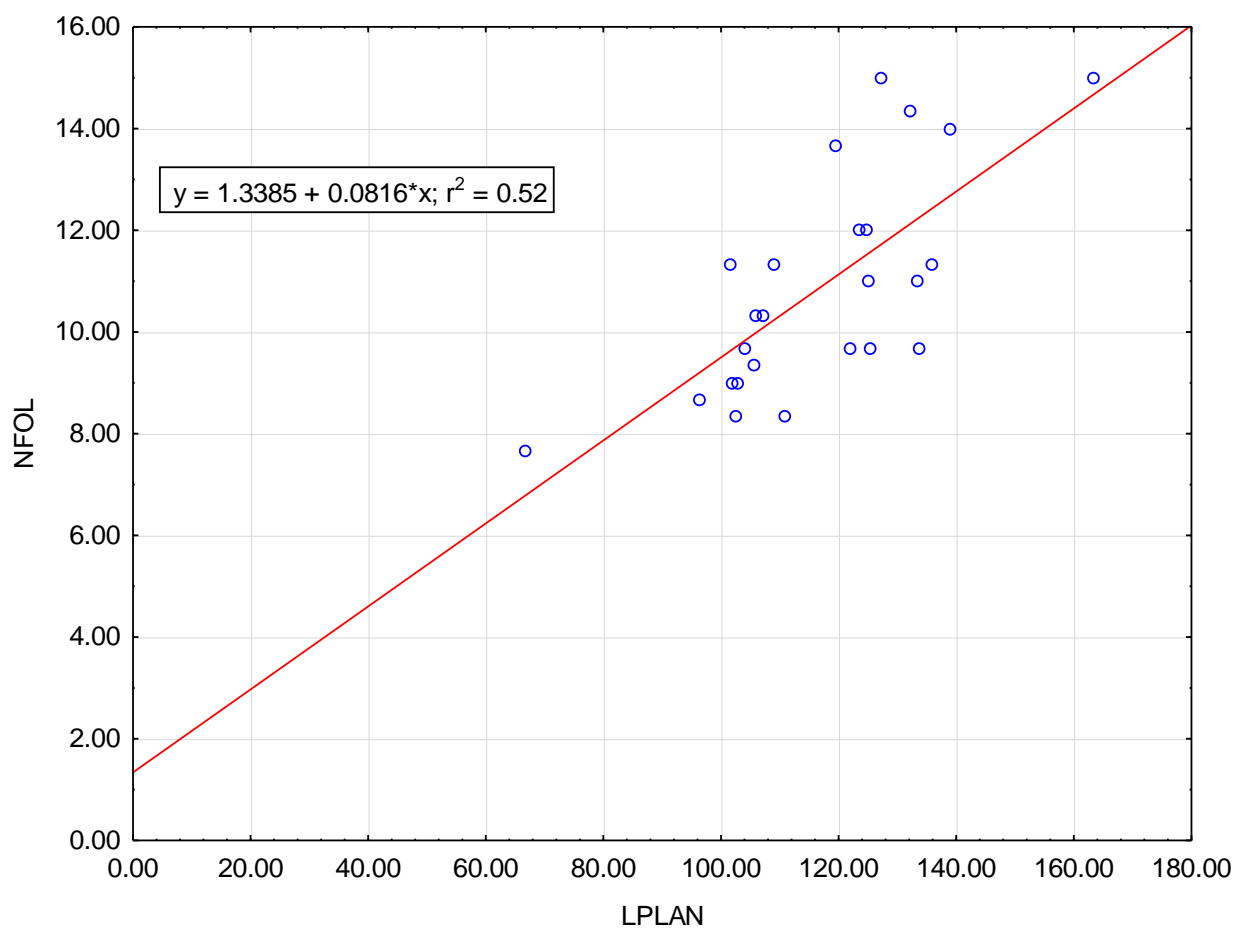


Figura 19. Correlación entre longitud de planta y número de folíolos en plantas de tomate.

CONCLUSIONES

- Al evaluar los diferentes tratamientos en la etapa de germinación se demostró que el uso de giberelinas a una concentración de 25 ppm influye hasta en un cien por ciento en la germinación de semilla de tomate.
- Es probable que al manejar niveles más altos de giberelinas para germinación dependiendo del material genético no presenten el mismo comportamiento.
- Sin embargo, para las variedades TAN-101[®] y TAN-103[®] presentaron la misma capacidad de germinación sin aplicación de giberelinas, lo que indica que son semillas con características diferentes al resto de las variedades.
- Mientras que EXP-1521-AS fue la única variedad que tuvo respuesta en la germinación a todas las concentraciones a todos los tratamientos aplicados.
- Al ser tratadas después de ser trasplantadas con auxinas a 50 ppm bajo invernadero la Línea EXP-1521-AS manifestó mayor número de folíolos y grosor de tallo secundario. Sin embargo, al aplicar 50 ppm de giberelinas se obtuvieron mayor número de racimos en el mismo material.
- La respuesta que tuvieron las diferentes variedades al ser sometidas a los tratamientos indica que influye el vigor híbrido y para manifestar su desarrollo de planta, siendo COM-F₁-Inj-STS (**V6**) quien tuvo mayor altura y dosel de la misma al aplicar 50 ppm de auxinas para esta característica.
- Al aplicar la dosis de 25 ppm de giberelinas se obtuvo mayor grosor en el tallo primario para la variedad (**V2**), presentando diferencia significativa, no siguiendo el mismo comportamiento para el resto de las variedades.

- Para las variedades (**V1** y **V6**) como testigos, sin ser sometidas a los tratamientos la característica altura de horqueta o bifurcación manifestaron la mayor diferencia en altura.
- La regresión Altura-Número de foliolos manifestó aceptación al tener coeficiente de determinación (r^2) 0.7537 para la altura con relación al número de foliolos desarrollados en la planta.

LITERATURA CITADA

- Agricultura y Desarrollo Rural, S. (s/f). El jitomate, hortaliza mexicana de importancia mundial. gob.mx. Recuperado el 23 de noviembre de 2022, de <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/el-jitomate-hortaliza-mexicana-de-importancia-mundial?idiom=es>
- Azcón, J., y Talón, M. (2013). Fundamentos de fisiología vegetal. España: McGraw-Hill-Interamericana de España, S.L.
- Bassel, G.W., Mullen, R., Bewley, D. 2008. Procera is a putative DELLA mutant in tomato (*Solanum lycopersicum*): effects on the seed and vegetative plant. *Journal of Experimental Botany* 59, 585-593.
- Bohórquez, S.C., Áñvarez, H.J., Niño, M.R. 2011. Giberelinas y 6-Bencilaminopurina en la plantulación de semillas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) híbrido Adrale RZ F1. *Tem. Agra.*, 16 2.
- Borjas, V.R., Julca, O.A., Alvarado, H.Leonel. 2020. Las fitohormonas una pieza clave en el desarrollo de la agricultura. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8 150-164. doi.org/10.36610/j.jsab.2020.080200150
- Chuquimarca, P.J. 2022. Efecto de la aplicación complementaria de bioestimulantes para el desarrollo vegetativo y productivo del melón 32-33.
- Cuesta, G., Mondaca, E. 2014. Efecto de un biorregulador a base de auxinas sobre el crecimiento de plantines de tomate. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 20 (2), 215-222. doi.org/10.5154/r.rchsh.2014.01.001

Escobar, H., Lee. R. 2009. Manual de producción de tomate bajo invernadero.
https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/wysiwyg/pub_29_-_manual_produccion_de_tomate.pdf

Espinosa, P.O. 2011. Producción de tomate con aplicación de composta y riego por cintilla en la comarca lagunera. 81 p.

FAO (2020) Estadísticas de producción de tomate.
<https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>

Fraile, R, A.N., Álvarez, H, J.G., Deaquiz, L, Y.A. 2012. Efecto de las giberelinas en la propagación de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) bajo diferentes sustratos enriquecidos con fertilizantes. Revista colombiana de ciencias hortícolas, 6(1), 41-54.

Garay, A.A., Sánchez, M., García, P.B., Álvarez, B.E., Gutiérrez, C. 2014. La homeostasis de las auxinas y su importancia en el desarrollo de *Arabidopsis Thaliana*. 33(1), 13-22.

Jankiewicz, L. 2003. *Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas*. México. D.F. Mundi – Prensa. P 341.

Jiménez, H.F. 2015. Interacción entre giberelinas y auxinas en tomate Micro-Tom. 37 p.

Jordan, M., Casaretto, J. 2009. Hormonas y reguladores del crecimiento: auxinas, giberelinas y citocininas. 2-27

- Laínez, F.S. J. 2019. Comportamiento agronómico de once líneas promisorias de tomate (*Lycopersicon esculentum mill.*) tolerantes al estrés hídrico en el sector Velasco Ibarra, cantón La Libertad. 156 p.
- López, M, L.M. 2016. Manual técnico del cultivo de tomate *Solanum lycopersicum*.
file:///C:/Users/TC%20SYSTEM/Downloads/BVE17079148e.pdf
- Munguía, G., Martínez, M. 2018. Las auxinas: síntesis, transporte y señalización. *Biológicas*, 20 (1) 1-7.
- Ortuño, T, A.M., Díaz, E, L., Del Río C, J.A. 2015. Evolución de la fisiología en los últimos 100 años. *Revista Eubacteria*. Cien años de avances en ciencias de la vida No. 34. 2015. ISSN 1697-0071.
- Pérez, P.C. 2022. Producción de tomate injertado y cultivado en diferentes componentes en el sustrato. 51 p.
- Pichardo-González, J. M., Guevara-Olvera, L., Couoh-Uicab, Y.L., González-Cruz, L., Bernardino-Nicanor, A., Medina, H.R., González-Chavira, M.M., Acosta-García, G. 2018. Efecto de las giberelinas en el rendimiento de chile jalapeño (*Capsicum annum L.*). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(5), 925-934. doi.org/10/29312/remexca.v9i5.1502
- Porta, H., Jiménez, N. 2019. Papel de las hormonas vegetales en la regulación de la autofagia en plantas. *TIP*. Revista especializada en ciencias químico-biológicas, 22 160. doi.org/10/22201/fesz.23958723e.2019.0.160
- Rivera, L.G. 2019. Efecto de estiércoles líquidos enriquecidos en el rendimiento y calidad de jitomates criollos (*Solanum lycopersicum L.*) en condiciones de

bioespacio en Iguala Guerrero.
<http://mcagropecuarias.uagro.mx/inicio/images/tesis/TESIS-GILBERTO.pdf>

Rendón P.S. 2012. Evaluación de seis cultivares de tomate en campo abierto en General Cepeda. p 41.

Rojas, M., Ramírez, O. 1987. *Control hormonal del desarrollo de las plantas*. México. D.F. Editorial Limusa. P. 58.

Rojas-Lara, P. C., Pérez-Grajales, M., Colinas-León, M, T, B., Sahagún-Castellanos, J., Avitia-García. (2008) Modelos matemáticos para estimar el crecimiento del chile manzano (*Capsicum pubescens R y P.*) Revista chapingo serie horticultura, 14(3), 289-294

Sánchez, L.A. (2017). Registro ante (SAGARPA-SNICS) de la Variedad SofiMely® Extra firmes de larga vida de anaquel de tomate (*Solanum lycopersicumL.*) tipo Beef. Pàgs. 1-59.

Sánchez, L.A. (2017). Registro ante (SAGARPA-SNICS) de la Variedad VILLA NARRO® Extra firmes de larga vida de anaquel de tomate (*Solanum lycopersicumL.*) tipo Beef. Pàgs. 1-60.

Sánchez V.W. 2022. Efecto de la giberelina sobre el rendimiento y calidad del pimiento (*Capsicum annum L.*) p 24.

SIAP (2021) Contribución de las diferentes variedades de tomate.
<https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

SIAP (2021) Comportamiento de PIB Agroalimentario al tercer trimestre de 2021 https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/685842/PIB_Agroalimentario_3erTrim_21.pdf

SIAP (2021) Escenario mensual de productos agroalimentarios tomate rojo.

Tomalá F.A. 2017. Evaluación de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum mill*) tolerantes al estrés hídrico en manglaralto, cantón santa elena, provincia de Santa Elena. p 90.

Touma, H.C., Rendón, L.V., Bohórquez, B.T., Quispe, S.M. (2022). Hormonas vegetais em culturas de arroz (*Oryza sativa L.*). Brazilian Journal of Animal and Environmental Research. 5, 4234-4250. ISSN: 2595-573X <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/55352/40769>

Vera Litardo, A. 2020. Efecto de hormonas vegetales de rizogénesis en la producción del cultivo de maíz (*Zea mays, L.*) en condiciones edafoclimáticas de ventanas. p 48.

Vergani, G.R. 2002. *Lycopersicum esculentum*: una breve historia del tomate. Horticultura 158 1-2. <https://docplayer.es/65092588-Lycopersicum-esculentum-una-breve.html>

Zavala, R, M.G., 2016. Respuesta de tomate a biorreguladores cultivado bajo condiciones de invernadero. p 16.

Zelaya, Molina.L., Chávez, D.I.F., de los Santos, V.S., Cruz, Cárdenas. C.I., Ruíz, R.S., Rojas, A.E. 2022. Control biológico de plagas en la agricultura

mexicana. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(spe27), 69-79. Epub 31 de octubre de 2022. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i27.3251>

APÉNDICE

ANÁLISIS DE VARIANZA

Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable altura de planta en las diferentes variedades.

Altura de planta (AP)

```
Analysis of Variance Table

Response: AP
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
BLO    2  144.4    72.19   0.5643 0.572473
HORC   4  503.7   125.93   0.9844 0.424989
VAR    4 2672.4   668.10   5.2227 0.001419 **
HORC:VAR 16 2207.9   137.99   1.0787 0.399945
Residuals 48 6140.3   127.92
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable número de folíolos.

Número de folíolos (NFOL)

```
Analysis of Variance Table

Response: NFOL
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
BLO    2   9.15    4.573   0.5413 0.585485
HORC   4  29.73    7.433   0.8799 0.483066
VAR    4 183.60   45.900   5.4330 0.001086 **
HORC:VAR 16 118.67    7.417   0.8779 0.596506
Residuals 48 405.52    8.448
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable grosor de tallo primario.

Grosor de tallo primario (GTP)

```
Analysis of Variance Table

Response: GT1
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
BLO    2  4.926  2.4631  1.8218 0.172748
HORC   4 23.316  5.8290  4.3112 0.004641 **
VAR    4  4.078  1.0195  0.7540 0.560311
HORC:VAR 16 26.511  1.6569  1.2255 0.284278
Residuals 48 64.899  1.3521
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable grosor de tallo secundario.

Grosor de tallo secundario (GTS)

```
Analysis of Variance Table

Response: GT2
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
BLO    2  1.457  0.72842  0.4745 0.6251
HORC   4 11.548  2.88710  1.8806 0.1292
VAR    4 10.710  2.67743  1.7440 0.1558
HORC:VAR 16 16.021  1.00129  0.6522 0.8241
Residuals 48 73.689  1.53519
```

Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable altura de horqueta o bifurcación.

Altura de horqueta (AH)

```
Analysis of Variance Table

Response: ALOR
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
BLO    2 126.41  63.204  1.3166 0.2775496
HORC   4  65.86  16.465  0.3430 0.8475782
VAR    4 1157.93 289.481  6.0302 0.0005151 ***
HORC:VAR 16 1559.49  97.468  2.0304 0.0301408 *
Residuals 48 2304.27  48.006
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Cuadro 16. Análisis de varianza para la variable número de racimos.

Número de racimos (NR)

```
Analysis of Variance Table

Response: NR
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
BLO    2  0.187  0.0933  0.1352 0.8739101
HORC   4  0.267  0.0667  0.0965 0.9830829
VAR    4 16.667  4.1667  6.0338 0.0005128 ***
HORC:VAR 16 20.400  1.2750  1.8463 0.0519155 .
Residuals 48 33.147  0.6906
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Cuadro 17. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz.

Longitud de raíz (LR)

```
Analysis of Variance Table

Response: LR
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
BLO    2  392.4  196.18  1.7480 0.1850
HORC   4  915.1  228.78  2.0384 0.1039
VAR    4  584.6  146.16  1.3023 0.2825
HORC:VAR 16 2197.6  137.35  1.2238 0.2854
Residuals 48 5387.1  112.23
```

Cuadro 18. Análisis de varianza para la variable número de flores abiertas.

Número de flores abiertas (NFA)

```
Analysis of Variance Table

Response: NFA
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
BLO    2  2.240  1.1200  0.4617 0.63295
HORC   4 12.853  3.2133  1.3248 0.27429
VAR    4 27.387  6.8467  2.8227 0.03499 *
HORC:VAR 16 26.213  1.6383  0.6754 0.80293
Residuals 48 116.427  2.4256
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Cuadro 19. Análisis de varianza para la variable número de flores cerradas.

Número de flores cerradas (NFC)

```
Analysis of Variance Table

Response: NFC
      Df  Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
BLO     2    2.880   1.440  0.2688 0.765421
HORC    4   17.787   4.447  0.8301 0.512665
VAR     4  154.453  38.613  7.2085 0.000125 ***
HORC:VAR 16   78.080   4.880  0.9110 0.562015
Residuals 48 257.120   5.357
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Cuadro 20. Análisis de varianza para la variable longitud de planta.

Longitud de planta (LP)

```
Analysis of Variance Table

Response: LP
      Df  Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
BLO     2    29.5   14.74  0.0436 0.9573542
HORC    4  3721.4  930.34  2.7540 0.0384856 *
VAR     4  8981.7 2245.42  6.6468 0.0002433 ***
HORC:VAR 16 13078.9 817.43  2.4197 0.0093824 **
Residuals 48 16215.3 337.82
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Gráficos de Interacción

Longitud de raíz (LR)

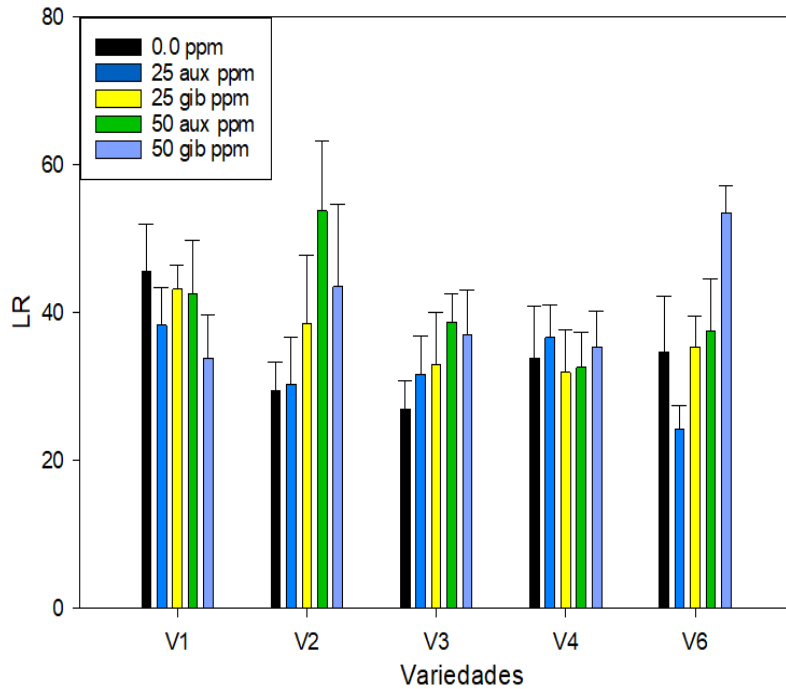


Figura 20. Interacción entre variedades, dosis de auxinas y giberelinas en longitud de raíz de la planta de tomate.

Número de flores abiertas (NFA)

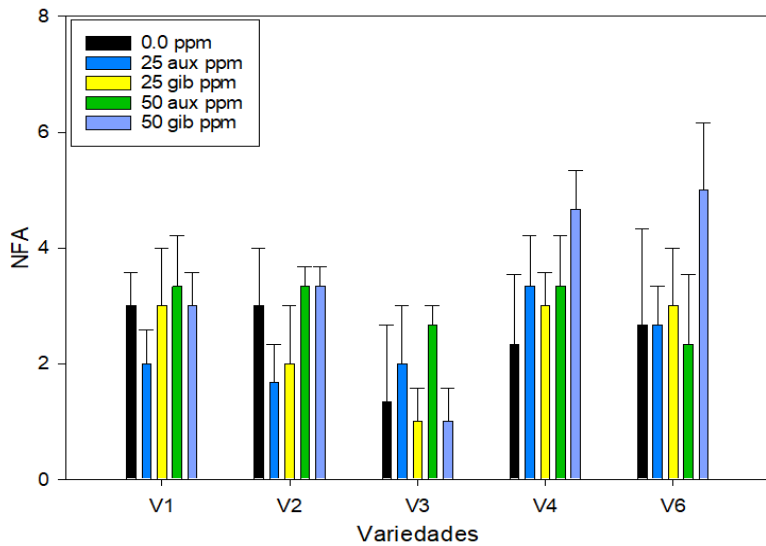


Figura 21. Interacción entre variedades, dosis de auxinas y giberelinas en número flores abiertas de la planta de tomate.

Número de flores cerradas (NFC)

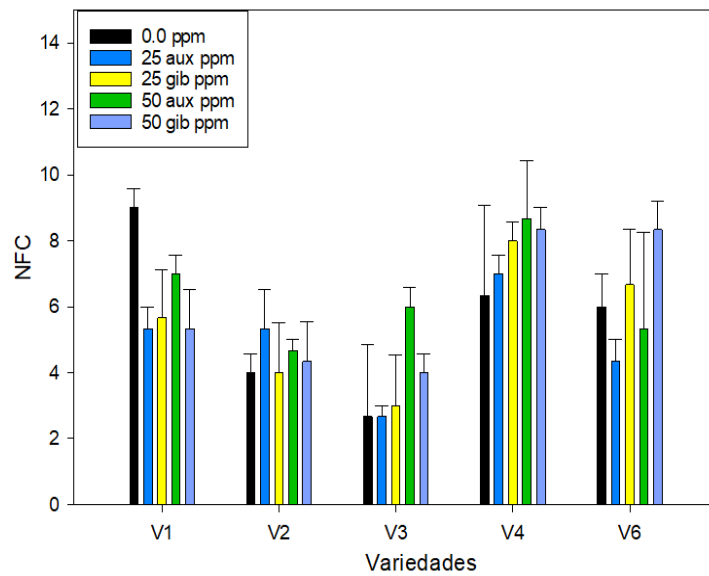


Figura 22. Interacción entre variedades, dosis de auxinas y giberelinas en número flores cerradas de la planta de tomate.

Las correlaciones marcadas son significativas $p < 0,05$.

Cuadro 21. Correlación entre dosis y variables evaluadas en plantas de tomate.

	ALTURA	NFOL	GTP	GTS	ALHOR	NR	LRAÍZ	NFA	NFC	LPLAN
ALTURA	1.0000	.8681	.3614	.6834	.6491	.7759	.4071	.7069	.7813	.7503
	p= ---	p=.000	p=.076	p=.000	p=.000	p=.000	p=.043	p=.000	p=.000	p=.000
NFOL	.8681	1.0000	.3174	.7291	.3603	.7335	.2709	.7958	.8226	.7192
	p=.000	p= ---	p=.122	p=.000	p=.077	p=.000	p=.190	p=.000	p=.000	p=.000
GTP	.3614	.3174	1.0000	.5946	.2629	.2573	.4664	.4595	.4507	.4131
	p=.076	p=.122	p= ---	p=.002	p=.204	p=.214	p=.019	p=.021	p=.024	p=.040
GTS	.6834	.7291	.5946	1.0000	.3847	.5747	.4629	.6697	.7118	.5811
	p=.000	p=.000	p=.002	p= ---	p=.058	p=.003	p=.020	p=.000	p=.000	p=.002
ALHOR	.6491	.3603	.2629	.3847	1.0000	.5371	.3549	.3452	.4110	.4362
	p=.000	p=.077	p=.204	p=.058	p= ---	p=.006	p=.082	p=.091	p=.041	p=.029
NR	.7759	.7335	.2573	.5747	.5371	1.0000	.2430	.6706	.7131	.6812
	p=.000	p=.000	p=.214	p=.003	p=.006	p= ---	p=.242	p=.000	p=.000	p=.000
LRAÍZ	.4071	.2709	.4664	.4629	.3549	.2430	1.0000	.4840	.3350	.5911
	p=.043	p=.190	p=.019	p=.020	p=.082	p=.242	p= ---	p=.014	p=.102	p=.002
NFA	.7069	.7958	.4595	.6697	.3452	.6706	.4840	1.0000	.7000	.6953
	p=.000	p=.000	p=.021	p=.000	p=.091	p=.000	p=.014	p= ---	p=.000	p=.000
NFC	.7813	.8226	.4507	.7118	.4110	.7131	.3350	.7000	1.0000	.7063
	p=.000	p=.000	p=.024	p=.000	p=.041	p=.000	p=.102	p=.000	p= ---	p=.000
LPLAN	.7503	.7192	.4131	.5811	.4362	.6812	.5911	.6953	.7063	1.0000
	p=.000	p=.000	p=.040	p=.002	p=.029	p=.000	p=.002	p=.000	p=.000	p= ---