

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

Código: AI-2301

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN

Efecto del ácido salicílico sobre el rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris*) Var. CENTA Sequía.

TÍTULO A OBTENER: INGENIERO AGRÓNOMO.

AUTORES.

Nombre, Apellidos	Dirección.	Teléfono y Correo electrónico.	Firma.
Br. Serrano Peraza, Wilber Vladimir	Cas. La Pinera, Casa # 24, Cantón, Joya Galana, Apopa, san Salvador.	+50379384162 SP16011@ues.edu.sv	
Ing. Agr. M. Sc. Andrés Wilfredo Rivas Flores	Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Protección Vegetal	+50379384988 andres.rivas1@ues.edu.sv	

Visto bueno.

Coordinador general de procesos de graduación del Departamento de protección Vegetal.

Ing. Agr. M. Sc. Rafael Antonio Menjivar.

Firma. _____

Director general de procesos de graduación de la facultad.

Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García.

Firma. _____

Jefe del Departamento de protección vegetal.

Ing. Agr. M. Sc. Andrés Wilfredo Rivas Flores.

Firma. _____

Sello:

Lugar y fecha: Ciudad Universitaria, 13 de febrero 2023.

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN: Efecto del ácido salicílico sobre el rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris*) Var. CENTA Sequía.

Autores. Serrano Peraza, W.V.¹, Rivas-Flores, A.W.²

²Docente director, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de Protección Vegetal.

RESUMEN.

Con el propósito de evaluar el efecto del ácido salicílico sobre el rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris*) Var. CENTA Sequía, se estableció un experimento en el invernadero del Departamento de Protección Vegetal de la Universidad de El Salvador. La investigación tuvo una duración de 6 meses comprendidos desde el mes de mayo del año 2022 hasta el mes de octubre del año 2022. Para evaluar el efecto de ácido salicílico (AS) en frijol, se establecieron cinco tratamientos con veinte repeticiones cada uno. Los tratamientos aplicados fueron los siguientes: el T0 consistió en tratar el cultivo con agua, el T1 consistió en aplicar el ácido salicílico (AS) a 25 ppm, el T2 a 50 ppm, el T3 a 75 ppm y el T4 a 100 ppm. Las aplicaciones de ácido salicílico (AS) se realizaron en las siguientes etapas: Etapa V3 (Aparición de la primera hoja trifoliada), etapa R5 (Prefloración), etapa V7 (Formación de vainas), las variables evaluadas en esta investigación fueron: rendimiento por tratamiento, número de vainas por tratamiento, número de flores por tratamiento, número de granos por tratamiento, peso de 25 granos por tratamiento, diámetro de cuello de raíz, humedad parcial de la planta por tratamiento, días a floración del cultivo, días a madurez fisiológica. La aplicación del ácido salicílico mostró un efecto positivo en las variables evaluadas. El T2 (50 ppm) mostró un aumento en el rendimiento por tratamiento con un 24.69% más con respecto al testigo con un total de 10.1 g, el peso de los 25 granos por tratamiento aumentó un 21.05% más con respecto al testigo, con un total de 4.60 g, así mismo el diámetro de cuello de raíz aumentó un 0.76% con respecto al testigo registrándose un promedio de 2.63 mm. El T1 (25 ppm) mostró los mejores efectos sobre la variable número de flores por tratamiento, con un promedio de 7.26 flores por planta con el cual se obtuvo un incremento de 7.26% con respecto al testigo, al igual en la variable de humedad parcial por tratamiento el ácido salicílico mostró resultados positivos cuando se aplicó el T1 (25 ppm) ya que aumentó el peso seco aéreo de las plantas de frijol. El número de vainas por tratamiento y número de granos por tratamiento se incrementó en el testigo. Sin embargo, el peso del grano fue superior en comparación cuando se aplicó el T2 (50 ppm). Además, a través del análisis de presupuesto parcial se determinó que el T2 (50 ppm) produjo un mayor beneficio neto lo que indica que al aplicar ácido salicílico a una concentración de 50 ppm el beneficio neto se incrementó ligeramente al proyectarlo para una hectárea de terreno.

Palabras Clave: Ácido salicílico, Rendimiento, Prefloración, Humedad parcial de la planta, *Phaseolus vulgaris*.

RESEARCH NAME: Effect of salicylic acid on the yield of common bean (*Phaseolus vulgaris*) Var. CENT Drought.

ABSTRACT.

With the purpose of evaluating the effect of salicylic acid on the yield of common bean (*Phaseolus vulgaris*) Var. CENTA Drought, an experiment was established in the greenhouse of the Plant Protection Department of the University of El Salvador. The investigation lasted 6 months from May 2022 to October 2022. To evaluate the effect of salicylic acid (SA) on beans, five treatments with twenty repetitions each were established. The treatments applied were the following: T0 consisted of treating the crop

with water, T1 consisted of applying salicylic acid (SA) at 25 ppm, T2 at 50 ppm, T3 at 75 ppm and T4 at 100 ppm. The applications of salicylic acid (AS) were carried out in the following stages: Stage V3 (Appearance of the first trifoliate leaf), stage R5 (Pre-flowering), stage V7 (Formation of pods), the variables evaluated in this investigation were: yield per treatment, number of pods per treatment, number of flowers per treatment, number of grains per treatment, weight of 25 grains per treatment, root collar diameter, partial plant moisture per treatment, days to crop flowering, days to maturity physiological. The application of salicylic acid showed a positive effect on the variables evaluated. T2 (50 ppm) showed an increase in yield per treatment with 24.69% more than the control with a total of 10.1 g, the weight of the 25 grains per treatment increased 21.05% more than the control, with a total of 4.60 g, likewise the diameter of the root neck increased by 0.76% with respect to the control, registering an average of 2.63 mm. The T1 (25 ppm) showed the best effects on the variable number of flowers per treatment, with an average of 7.26 flowers per plant, with which an increase of 7.26% was obtained with respect to the control, as well as in the partial humidity variable. By treatment, salicylic acid showed positive results when T1 (25 ppm) was applied, since it increased the aerial dry weight of the bean plants. The number of pods per treatment and number of grains per treatment increased in the control. However, grain weight was higher compared to when T2 (50 ppm) was applied. In addition, through the partial budget analysis, it was determined that T2 (50 ppm) produced a greater net benefit, which indicates that by applying salicylic acid at a concentration of 50 ppm, the net benefit increased slightly when projected for one hectare of land.

Key Words: Salicylic acid, Yield, Pre-flowering, Partial plant moisture, *Phaseolus vulgaris*.

1. INTRODUCCION.

El frijol es una de las leguminosas más importantes debido a su amplia distribución en los cinco continentes y por su complemento nutricional ya que las semillas poseen 22% de proteína (CIAT 1985). El cultivo de frijol en el país es uno de los rubros más importantes de la dieta de los salvadoreños, debido al aporte de aminoácidos esenciales, calcio, fósforo, hierro y vitamina B-12 (IICA, 1996). El consumo per cápita por habitante en el país ronda los 17.32 kg de frijol (CENTA 2018).

En El Salvador, los pequeños agricultores se caracterizan por producir el frijol en zonas de ladera, en suelos erosionados y empobrecidos que viven en condiciones de pobreza extrema, con bajos niveles de acceso a servicios básicos, la producción de grano de frijol en un 90 % se atribuye a productores individuales y 1% por parte de cooperativas o empresa privada o pública. Aun así, la oferta del frijol en El Salvador es insuficiente debido a que se sigue importando (SC 2019). Para el ciclo 2020/2021 en el país se cultivaron 100,951 ha representado un 2.93 % más en comparación con el ciclo 2019/2020, sin embargo, el rendimiento disminuyó un 8.98% (MAG, 2021). debido a estos factores el precio por el grano de frijol tiende a aumentar. Por esa razón es necesario alternativas que aumenten la producción del cultivo de frijol en el país.

En la actualidad el uso de inductores de crecimiento como el ácido salicílico (AS) es una práctica que se ha utilizado para mejorar la bioproductividad de los cultivos, ya que el AS se caracteriza por tener una alta actividad fisiológica y metabólica en las plantas, que le permite realizar funciones reguladoras en su desarrollo, provoca aumento de la actividad fotosintética, lo cual, se refleja en una mayor producción de biomasa foliar, radicular y de frutos (Sariñana 2019).

Por esa razón en la presente investigación se evaluó el efecto del ácido salicílico sobre el rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris*) Var. CENTA Sequía; Para dar alternativas de solución es respuesta al aumento de la producción y una mejor estabilidad para el productor.

2. MATERIALES Y METODOS.

2.1. Descripción del lugar de estudio.

La investigación se realizó en el laboratorio número 3 y el invernadero del Departamento de Protección Vegetal, de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador (Fig. 5). Ubicada en Final de Av. Mártires y Héroes del 30 julio, San Salvador, a una altura de 700 msnm, con una temperatura que oscila entre los 22 a 28° C, y coordenadas geográficas 13°43'09.5" N y 89°12'01.6" (SNET 2022).

2.2. Metodología experimental.

2.2.1. Delimitación del área experimental.

El experimento consistió de 100 unidades experimentales, las mediciones para colocar las macetas se realizaron con cinta métrica, el área total para las macetas consistió de 20 m², en donde fueron establecidos 100 depósitos plásticos con dimensiones de (0.22 m x 0.28 m x 0.19 m), cada maceta representó una unidad experimental, con un área de 0.0418 m², simulando una distancia entre surco de 0.58 m y 0.35 m entre planta, con el propósito de facilitarle el crecimiento a cada planta, realizar muestreos con facilidad dentro de los surcos. evitar el salpique por el riego y evitar una dispersión por plagas.

2.2.2. Material utilizado para la siembra.

La semilla de frijol utilizada fue la variedad CENTA Sequía, este material fue utilizado debido a las características agronómicas. Específicamente porque es una variedad de guía corta, soporta altas temperaturas, los días a madurez fisiológica y su rendimiento potencial.

2.2.3. Tipo de suelo y llenado de las macetas para siembra.

El sustrato que se utilizó fue un suelo franco arenoso con el propósito de brindarle un crecimiento radicular adecuados a cada planta y permitir buen drenaje y aireación, el suelo provenía de la Estación Experimental y de Prácticas de la Universidad de El Salvador, el suelo fue desinfectado previamente a la siembra con lejía comercial (Hipoclorito de sodio) a una concentración del 3%, cada maceta fue llenada con suelo hasta dejar 5 cm aproximadamente de borde superior, el suelo se homogenizó previamente a la siembra, para ello se tamizó para retirar las partículas grandes de suelo. Para facilitar el drenaje en los depósitos por el riego proporcionado se hicieron orificios alrededor de ellos.

2.2.4. Prueba de germinación.

Tomando en cuenta que una semilla representa el 1%, el porcentaje de germinación de las 100 semillas fue del 95 %, luego se determinó la cantidad de semillas a sembrar por postura y tomando en cuenta que la cantidad de semillas requeridas para el

establecimiento del ensayo era de 200 semillas, entonces se sustituyó en la fórmula de “semillas a sembrar” y se obtuvo un resultado de 210 semillas a sembrar entre las 100 unidades experimentales y por postura 2.10 semillas, sin embargo se optó por sembrar tres semillas por postura para garantizar la germinación de todas las semillas y trabajar con dos plantas por unidad experimental.

2.2.5. Siembra.

La siembra de la semilla se realizó de forma manual, se colocaron 3 semillas por postura a una profundidad de 2 cm aproximadamente, una semana después de la emergencia de las plántulas se realizó un raleo dejando dos plantas por maceta como unidad experimental.

2.2.6. Riego del cultivo

El riego se aplicó de forma manual, con una jeringa de 60 ml. Para el experimento se utilizó un total de 681 litros de agua para el desarrollo del cultivo, aplicando 6.81 litros por maceta o unidad experimental, la cantidad de agua fue proporcionada de acuerdo a la duración de cada etapa fenológica. Debido a que el cultivo se estableció en época de lluvia, las condiciones climáticas fueron muy variables ya que algunos días permaneció completamente nublado o con lluvias por lo que se tomó la decisión de limitar el riego cuando se observaba que el suelo en los depósitos permanecía bastante húmedo.

2.2.7. Fertilización.

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron dos aplicaciones de fertilizante granulado y una fertilización vía foliar, en la primera aplicación se colocaron 7.20 gr por planta de fertilizante con fórmula 18-46-0, aplicándose al momento de la siembra e incorporándolo al suelo de forma manual, en la segunda aplicación se colocaron 3.0 gr por planta de Urea 46% N, 30 días después de la siembra, alrededor de la base del tallo. En la tercera fertilización se aplicaron 3 ml de fertilizante foliar con elementos menores por litro de agua, con dos repeticiones, al momento de la prefloración, y 8 días después de la prefloración, utilizando un aspersor plástico con capacidad de un litro de agua, las aplicaciones de fertilizante se realizaron en horas de la mañana, posterior a las fertilizaciones granuladas se realizó el riego correspondiente a ese día con el propósito de degradar las partículas del fertilizante y que la planta lo pudiera asimilar en menor tiempo, las cantidades de fertilizante granulado fueron pesadas en una balanza semi analítica y así asegurarse de brindarle la misma cantidad a todas las plantas, el fertilizante y momento de aplicación se realizaron en base al manejo del cultivo de frijol de la variedad CENTA Sequía, según el CENTA (2020).

2.2.8. Manejo de plagas y enfermedades.

Durante el crecimiento y desarrollo del cultivo se realizaron revisiones periódicas de las plantas con el propósito de detectar alguna plaga. Para el registro de estas actividades se creó un cuadro en una página de Microsoft Word® donde se registraron datos como: tipo de plaga, edad del cultivo en la aparición de dichas plagas, técnica o producto de combate. Con el objeto de prevenir problemas de plagas las plantas fueron tratadas con el insecticida natural conocido como EM-5, en dosis de 15 a 18 ml por litro de agua.

2.2.9. Cosecha y secado.

Las plantas fueron cosechadas de forma manual, a los 66 días después de la siembra se colocaron en bolsas de papel y se agruparon en base a cada tratamiento, se extrajeron

las vainas por cada planta y se agruparon por cada tratamiento, posteriormente las vainas fueron secadas de forma natural dejándolas tres días al sol y dos días a la sombra.

2.2.10. Almacenamiento de la semilla.

La semilla fue almacenada en bolsas plásticas en base a cada tratamiento, las bolsas fueron identificadas previamente, luego se almacenaron en el refrigerador del laboratorio número tres del departamento de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agronómicas.

2.3. Metodología de laboratorio.

2.3.1. Preparación de las soluciones de ácido salicílico

El AS se utilizó a concentraciones de 25, 50 75 y 100 ppm, según Rivas (1996) y Hernández (2021) demostraron que tales dosis no causan daño fitotóxico en plantas de frijol. Para obtener dichas concentraciones se utilizó una solución madre a una concentración de 1000 ppm esta se obtuvo mediante la dilución de un gramo de AS previamente pesado en un litro de agua, luego se ajustaron las concentraciones de interés. Para obtener una solución a 25 ppm se extrajeron 25 ml de la solución madre, luego esos 25 ml se diluyeron en un litro de agua, para obtener una solución a 50 ppm se extrajeron 50 ml de la solución madre, luego esos 50 ml se diluyeron en un litro de agua, para obtener una solución a 75 ppm se extrajeron 75 ml de la solución madre y esos 75 ml se diluyeron en un litro de agua y finalmente para obtener la solución a 100 ppm se extrajeron 100 ml de la solución madre y esos 100 ml se diluyeron en un litro de agua.

2.3.2. Aplicación del ácido salicílico

El AS fue aplicado con un aspersor manual sobre el follaje de la planta en horas de la mañana. La primera aplicación se realizó en la etapa V3, cuando el 50 % de las plantas presentaban la primera hoja trifoliada completamente desplegada, la segunda aplicación se realizó en la etapa R5, cuando en el 50 % del cultivo estaba en la prefloración, y la tercera aplicación se realizó en la etapa R7, llenado de vainas. Se realizaron tres aplicaciones para promover el efecto del AS en la producción de biomasa, flores y formación de granos.

2.4. Metodología Estadística.

Para esta investigación se aplicó un diseño completamente al azar "DCA", ya que el ensayo se estableció en condiciones de invernadero permitiendo condiciones climáticamente similares para todas las unidades experimentales dentro de los tratamientos establecidos, en donde cada uno de ellos tienen una variación dada únicamente por el efecto del tratamiento y el error experimental. La asignación de los tratamientos se hizo de forma aleatoria, logrando así homogeneidad entre las unidades experimentales. El diseño mencionado presenta en siguiente modelo matemático: " $Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$ "

Las variables que se evaluaron en el experimento fueron las siguientes: Rendimiento por tratamiento (g/tratamiento), número de vainas por tratamiento (N/planta), número de flores por tratamiento (n° / planta), número de granos por tratamiento (n°/vaina), peso de 25 semillas por tratamiento (g), Diámetro de cuello de raíz (mm), porcentaje de humedad parcial de la planta por tratamiento (Diferencia de peso de la muestra húmeda y muestra

seca a través del secado de la biomasa aérea de la planta en horno de aire circulante durante 24 horas), días a floración del cultivo y días a madurez fisiológica.

Para el análisis cuantitativo de los datos generados en el experimento, se aplicó el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de comparación de medias de Dunnet, con el propósito de determinar cuál de los tratamientos mostraba efectos diferentes al testigo, el diseño estadístico se trabajó con un nivel de significancia del 5%, el análisis se realizó con el software estadístico infoStat.

Los tratamientos asignados a las unidades experimentales se realizaron de forma aleatoria, el ensayo se constituyó por 5 tratamientos, y cada tratamiento constituido por 20 repeticiones, con un total de 100 unidades experimentales para el ensayo, en donde el T0 consistió en tratar las plantas solo con agua, T1 consistió en aplicar AS al follaje a una concentración de 25 ppm, T2 consistió en aplicar AS al follaje a una concentración de 50 ppm, T3 consistió en aplicar AS al follaje a una concentración de 75 ppm, T4 consistió en aplicar AS follaje a una concentración de 100 ppm.

2.5. Metodología Económica.

Para el análisis económico se desarrolló el cálculo de presupuestos parciales, con el fin de evaluar la rentabilidad de diferentes opciones de manejo del cultivo de frijol, en base al rendimiento de las plantas según el tratamiento aplicado.

3. RESULTADOS Y DISCUSION.

3.1. Manejo de plagas y enfermedades.

Entre las plagas detectadas en el cultivo se tuvieron: trips, araña roja, mosca blanca, babosas. Previo a la madurez fisiológica se observó en las plantas un amarillamiento y un decaimiento generalizado lo que posiblemente se atribuyó según Zanón *et al.* (2006) a la presencia de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, y *Erwinia tabaci*, el virus del desorden amarillo de la judía (BnYDV) transmitido por la mosca blanca *Bemisia tabaci*. En el cuadro 1 se muestra un resumen de las plagas encontradas y sus medidas de control y tiempo de descubrimiento en el cultivo.

Cuadro 1: Cuadro resumen de plagas y enfermedades detectadas.

Plaga o enfermedad	Medida de control	Dosis	Días de después de siembra
Ácaros Araña roja <i>Tetranychus</i> sp	Insecticida orgánico	15 ml/ litro de agua	22 días después (01 de junio)
Trips <i>Thrips palmi</i> Karny <i>Trips tabaci</i>	Insecticida orgánico	15 ml/ litro de agua	37 días después (22 de junio)
Mosca blanca <i>Bemisia tabaci</i>	Insecticida orgánico	15 ml/ litro de agua	37 días después (22 de junio)
Babosa	Eliminación manual	-	36 días después (21 de junio)

Sintomatología asociada probablemente a los siguientes patógenos. <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>Flaccumfaciens</i> , <i>Erwinia persicina</i>	Podas sanitarias	-	42 días después (21 de junio)
Virus del desorden amarillo (BnYDV)	Insecticida orgánico para controlar vector	15 ml/ litro de agua	42 días después (21 de junio)

3.4. Variables evaluadas.

En el cuadro 2 se presenta un resumen de las variables evaluadas dentro del experimento denotando sus respectivas significancias estadísticas evaluado bajo el análisis de varianza (ANVA) y una prueba de Dunnet al 5 %.

Cuadro 2: Variables evaluadas en el experimento y sus significancias estadísticas.

Variable	Significancia estadística
Rendimiento por tratamiento	-----
Número de vainas por tratamiento	No significativo
Número de flores por tratamiento	No significativo
Número de granos por tratamiento	-----
Peso de 25 semillas por tratamiento	-----
Diámetro de cuello de raíz	No significativa
Humedad parcial de la planta por tratamiento	Significativa
Días a floración del cultivo	-----
Días a madurez fisiológica	-----

3.5. Rendimiento por tratamiento

Según los resultados obtenidos que se muestran en la figura 1 se determinó que las aplicaciones del ácido salicílico en plantas de frijol generan un efecto positivo sobre el rendimiento de las plantas, debido a una mayor actividad fotosintética y un aumento en el peso de los granos en plantas que se aplicó el ácido, ya que al aplicarse el T2 (AS a 50 ppm) se obtuvo el rendimiento superior con 10.1g, con una diferencia de 24.69% respecto al testigo, estos resultados coinciden con Vásquez *et al.* (2020) quienes demostraron que aplicaciones de ácido salicílico vía solución nutritiva en chile jalapeño afectó significativamente el rendimiento con dosis de 0.2 mM, superando al control en un 35% . Así mismo Sariñana (2019) menciona que el AS le permite a la planta realizar funciones reguladoras en su desarrollo, provoca aumento de la actividad fotosintética, lo cual, se refleja en una mayor producción de biomasa foliar, radicular y de frutos. Los tratamientos que presentaron los menores rendimientos fueron el T3 Y T4 debido a un daño mayor en las plantas causado por las plagas.

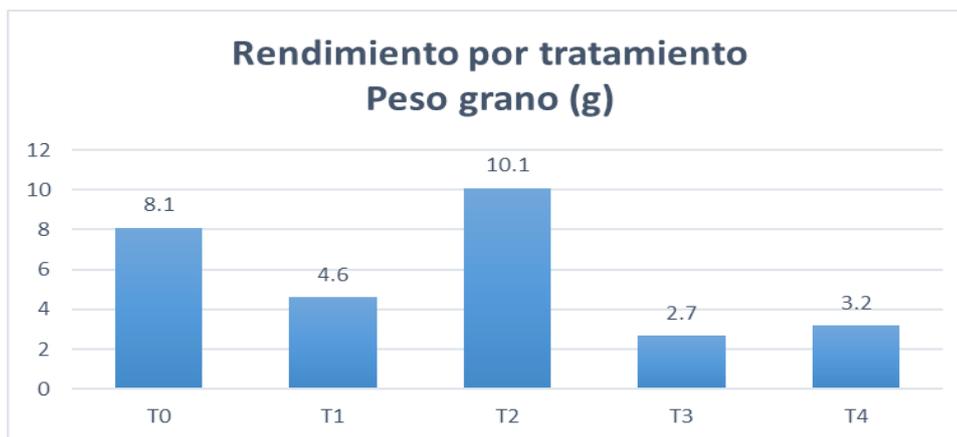


Fig. 1: Peso de grano por tratamiento

3.6. Número de flores por planta

Los resultados obtenidos indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos según el cuadro 3 sobre la variable número de flores por planta según el análisis estadístico ANVA (Cuadro.A-2), sin embargo según la figura 2 se observó un estímulo en el proceso de floración con el tratamiento 1 (25 ppm) con una media de 7.26 flores por planta (Figura 9) superando al testigo en un 17.07%, además el tratamiento 1 mostró un efecto positivo en los días transcurridos desde la siembra a la floración ya que las primeras flores abiertas se observaron en las plantas tratadas con el T1, lo cual coincide con Martin *et al.* (2010) al reportar efectos positivos en el número de flores y la fecha del inicio de floración en petunia (*Petunia hybrida*) mediante aplicaciones de ácido salicílico (AS) a concentraciones de 1 μM , ya que no sólo el número de flores aumentó en un 72 %, con respecto al testigo, sino también indujo la floración seis días antes. Los resultados obtenidos concuerdan con Anchondo *et al.* (2011), al aplicar AS a concentraciones de 1, 0.01, 0.0001 μM en el cultivo de fresa (*Fragaria ananassa*) obtuvo un aumento de 16.3, 15.9, 63.6% flores por planta con respecto al testigo.

Cuadro 3: Análisis de varianza (ANVA) para la variable número de flores por tratamiento

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	51.97	4	12.99	1.12	0.3529
Tratamiento	51.97	4	12.99	1.12	0.3529
Error	1080.	94	93	11.62	
Total	1132.	91	97		

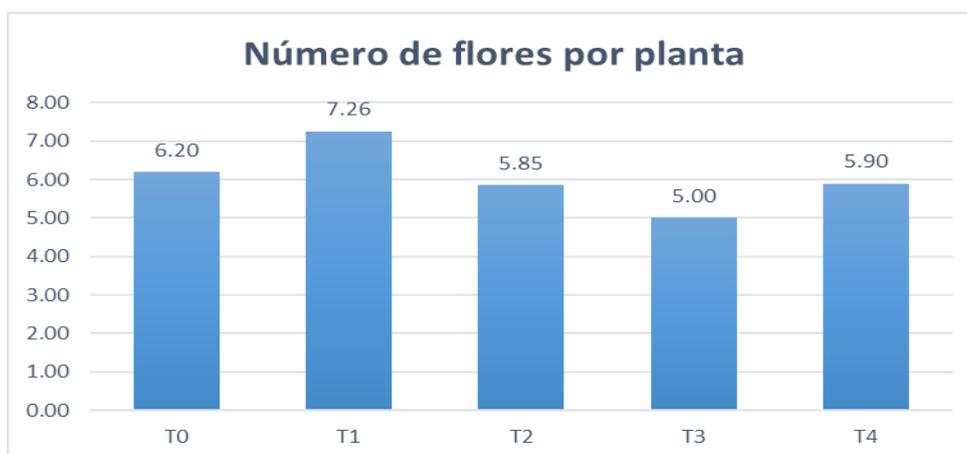


Fig. 2: Numero de flores por tratamiento.

3.7. Porcentaje de humedad parcial de la planta por tratamiento (%)

Según los resultados obtenidos mediante el análisis ANVA se determinó que existe diferencia significativa entre los tratamientos según el cuadro 4, por lo que a través de la prueba estadística de Dunnet, según la figura 3 se determinó que el T1 (25 ppm) y T2 (50 ppm) fueron similares, mostrando diferencias significativas con el resto de los tratamientos, y el T1 mostro una ligera diferencia con respecto al T2 con relación a la acumulación de biomasa foliar; con un 55.41%, superando al testigo con una diferencia de 7.88 %, (Figura 11). Este resultado se debe a una mayor acumulación de agua dentro de los tejidos en plantas tratadas con el T1. Según Larqué (1978). el ácido salicílico induce al cierre de estomas y reducción de la transpiración. Estos resultados concuerdan con Sánchez *et al.* (2011). Al reportar que ácido salicílico actuó en forma positiva con las dosis de 0.1 y 0.2 mM aplicado a la solución nutritiva para el riego en plantas de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) cv. Chichimeca sobre la producción de biomasa foliar se obtuvieron incrementos de 13 y 17 %, con respecto al testigo, así mismo Rosales (2019) menciona que al aplicar ácido salicílico a una concentración de 2.0 mM sobre el cultivo de Frijol ayocote (*Phaseolus coccineus* L.) observó un incremento en el peso de la biomasa seca área con un promedio de 18 g.pl⁻¹ el cual superó al testigo en un 16.12 %. Los tratamientos que presentaron los menores rendimientos fueron el T3 Y T4 debido a un daño mayor en las plantas causado por las plagas.

Cuadro 4: Análisis de varianza (ANVA) para la variable porcentaje de humedad parcial de la planta por tratamiento.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1031.88	4	257.97	3.51	0.0109
Tratamiento	1031.88	4	257.97	3.51	0.010
Error	5730.03	78	73.46		
Total	6761.91	82			

*Según prueba de Dunnet al 5%

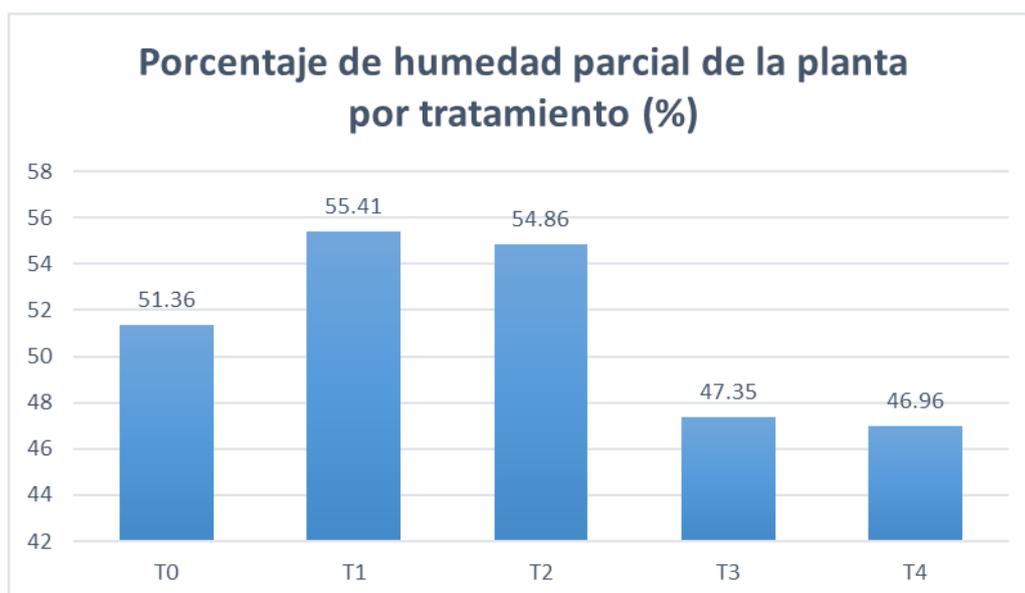


Fig. 3: Porcentaje de humedad parcial de la planta por tratamiento.

3.8. Análisis de presupuesto parcial (Proyectado para una hectárea)

Según los resultados obtenidos en cuanto al rendimiento de cada tratamiento se aplicó la metodología de presupuesto parcial, según el cuadro 5 se determinó que el tratamiento 2 (AS a 50 ppm) produjo el mejor beneficio neto por lo que mediante dicho tratamiento el beneficio se incrementa en \$23.93 /ha con respecto al testigo donde no se aplicó ninguna concentración de ácido salicílico.

Cuadro 5: Análisis de presupuesto parcial (Proyectado para una hectárea).

Tratamientos	Costo manejo (USD)	Benéfico neto (USD)
T ₀ vs T ₁	0.3	-\$36.3
T ₀ vs T ₂	0.3	+\$23.93
T ₀ vs T ₃	0.3	-\$67.6
T ₀ vs T ₄	0.3	-\$66.21

4. CONCLUSIONES.

Se observó que el ácido salicílico ejerce diferentes acciones metabólicas de acuerdo con las dosis empleadas como la estimulación de la floración en las plantas, estimulación para el cierre de estomas ante elevadas temperaturas, mayor translocación de nutrientes al fruto.

El ácido salicílico de manera general incrementó el número de flores por planta, permitió a la planta mayor acumulación de agua en los tejidos, aumentó el peso de los frutos.

En condiciones de invernadero concentraciones arriba de 50 ppm, y temperaturas superiores a los 35 °C no son metabólicamente viables para el desarrollo y rendimiento del cultivo ya que la planta se deshidrata y se produce un gasto excesivo de energía.

Los datos de rendimiento obtenidos en las condiciones en que se realizó el experimento no permiten hacer proyecciones para áreas más grandes en campo.

Las condiciones climáticas imperantes durante el desarrollo del experimento, afectaron el desarrollo de las diferentes etapas fenológicas, con respecto al tiempo, según lo establecido para la variedad utilizada.

5. RECOMENDACIONES.

Realizar otras investigaciones utilizando el ácido salicílico a diferentes concentraciones y en condiciones de campo similares a las de los productores, para tratar de mejorar los rendimientos de frijol.

Se recomienda dar a conocer este tipo de tecnología a los productores, la cual sería de mucho beneficio en la parte económica y ambiental.

Continuar con más investigaciones aplicando el ácido salicílico en diferentes cultivos de importancia agrícola como el tomate, pepino, maíz, entre otros.

La utilización de ácido salicílico para mejorar el rendimiento del cultivo es una alternativa sostenible para el sistema de producción de frijol.

6. BIBLIOGRAFÍA.

Anchondo, A; Núñez, A; Ruiz, T, Martínez, J. Vergara, S; Larqué, A. 2011. efecto del ácido salicílico en la bioproduktividad de la fresa (*Fragaria ananassa*) cv Aromosa. (En línea). Revista de ScieELO. Chihuahua, México. 293-298 P. Consultado 10 de oct. 2022. Disponible en <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v2n2/v2n2a10.pdf>

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 2018. Cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*). (En línea). La libertad, El Salvador. 37 P. Consultado el 18 Ene 2022. Disponible en: <https://www.centa.gob.sv/download/guia-tecnica-cultivo-de-frijol/>

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 2020. Variedad de frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*) CENTA Sequía. (En línea) Boletín técnico. La Libertad, El Salvador. 32 P. Consultado el 20 Ene 2022. Disponible en <https://www.centa.gob.sv/2021/download/boletin-tecnico-cultivo-de-frijol-centa-sequia/>

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1985. Frijol: Investigación y producción (En línea). Cali, Colombia. 426 P. Consultado 16 Ene 2022. Disponible en: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/2015/26201.pdf

Hernández, N. 2021. Inducción de resistencia al estrés hídrico con ácido salicílico en frijol común (*Phaseolus vulgaris*), bajo riego deficitario controlado. Tesis Ing Agr. San Salvador, El Salvador. 76 P.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) 1996. Perfil del cultivo de frijol en El Salvador. (En línea). San Salvador, El Salvador. 134 P. Consultado el 20 de Ene. 2000. Disponible en <http://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/6804/BVE18039993e.pdf;jsessionid=3A0700BFD2F97B98D9A88FB21A6B249F?sequence=1>

Larque, A. 1978. The Antitranspirant Effect of Acetylsalicylic Acid on *Phaseolus vulgaris*. (En línea). México. 126-128 p. Consultado el 12 sep. 2022. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1399-3054.1978.tb01579.x>

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2021. Anuario de Estadísticas Agropecuarias 2020-2021 (En línea, Sitio Web). Consultado 09 de Sep. 2022. Disponible en <https://www.maq.gob.sv/anuarios-de-estadisticas-agropecuarias/>

Martin, R; Vergara, S; Nexticapan, A, Larque, A. 2010. Application of low concentrations of salicylic acid increases the number of flowers in *Petunia hybrida*. (En línea). Yucatán, México. Revista de ScieELO. 773-778 p. Consultado el 18 sep. 2022. Disponible en <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v44n7/v44n7a4.pdf>

Rivas F. 1996. Evaluación en *Phaseolus vulgaris*, del antagonismo por bacterias e inducción de resistencia de un fosfato, hacia *Isariopsis griseola* y *Uromyces phaseoli*. (En línea). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. 81 P. Consultado 24 Ene. 2022. Disponible en <http://biblioteca.catie.ac.cr/cgi-bin/koha/opac-ISBDdetail.pl?biblionumber=102485>

Rosales E. 2019. Efecto del ácido salicílico en el desarrollo del frijol ayocote (*Phaseolus coccineus* L.), en minirizotrones. (En línea). Tesis. Lic. En ingeniería agroforestal. Puebla, México. Consultado el 10 sep. 2022. Disponible en <https://repositorioinstitucional.buap.mx/bitstream/handle/20.500.12371/9975/20200925155431-9182-TL.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Sánchez, E; Barrera, R; Muñoz, E. 2011. Efecto del ácido salicílico sobre biomasa, actividad fotosintética, contenido nutricional y productividad del chile jalapeño. (En línea). Chihuahua, México. 63-68 P. Consultado el 12 sep. 2022. Disponible en <https://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v17nspe1/v17nspe1a10.pdf>

Sariñana, O. 2019. Efecto del ácido salicílico en la producción y calidad de tomate. (En línea). Tesis. Maestro en ciencias del suelo. 103 P. Consultado el 26 Ene 2022. Disponible en <http://www.itorreon.edu.mx/pages/tesis/maestriasuelos/2019/oscar%20sarinnana%20aldaco%20%20efecto%20del%20acido%20salicilico%20en%20la%20produccion%20y%20calidad%20de%20tomate.pdf>

SC (Superintendencia de Competencia).2019. Caracterización de la agroindustria del frijol rojo y sus condiciones de competencia en El Salvador (2007-2014). (En línea). La libertad, El Salvador. 86 P. Consultado 18 oct. 2022. Disponible en <https://www.sc.gob.sv/wpcontent/uploads/estudios IE/estudios PDF/Estudio Frijol.pdf>

SNET (Sistema Nacional de Estudios Territoriales) 2022. Clima en El Salvador. (En línea) Sitio Web). Santa tecla, El Salvador. consultado 19 ene 2022. Disponible en <https://www.snet.gob.sv/ver/meteorologia/clima+en+el+salvador/>

Vásquez, D; Salas, L; Gonzales, Lázaro, E. 2020. Commercial and nutraceutical quality of jalapeño pepper affected by salicylic acid levels. (En línea). México. 423-427 P. Consultado el 15 sep. 2022. Disponible en https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2020/10/03_6689_Com_Preciado_v45n9_5.pdf

Zanón, M; Font, M; De cara, M; Janssen, D; Gonzales, A, Tello, C; Jorda, C.2006. Amarilleo necrótico de la judía: una enfermedad preocupante a diagnóstico. (En línea). Valencia, España. 7 P. Consultado 08 de oct. 2022. Disponible en <https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2006/CD%20Congreso%20Zaragoza/Ponencias/138%20Zan%C3%B3n%20Com-%20Amarilleo.pdf>