

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA AGRONOMÍA

“EVALUACIÓN DE DOSIS Y NÚMERO DE APLICACIONES DE ARISIL
EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris*)”

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR

JEAN PIERRE LLERENA MALUSIN

TUTOR

ING. AGR. JOSÉ HERNÁN ZURITA VASQUEZ, Mg.

Cevallos - Ecuador

2023

“EVALUACIÓN DE DOSIS Y NÚMERO DE APLICACIONES DE ARISIL EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris*)”

REVISADO POR:

.....
Ing. HERNÁN ZURITA VASQUEZ Mg.

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

Fecha

.....

09/03/2023

Ing. PATRICIO NÚÑEZ

PRESIDENTE TRIBUNAL

.....

09/03/2023

Ing. ALBERTO GUTIÉRREZ

MIEMBRO DE TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

.....

09/03/2023

BQF. CRISTINA LÓPEZ

MIEMBRO DE TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, JEAN PIERRE LLERENA, portador de cédula de ciudadanía número: 1805308440, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “EVALUACIÓN DE DOSIS Y NÚMERO DE APLICACIONES DE ARISIL EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris*)” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



.....
JEAN PIERRE LLERENA MALUSIN

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “EVALUACIÓN DE DOSIS Y NÚMERO DE APLICACIONES DE ARISIL EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris*)” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o parte de él.



.....
JEAN PIERRE LLERENA MALUSIN

DEDICATORIA

A mis padres Eduardo Llerena y Fany Malusin quienes desde temprana edad supieron educarme y enseñarme lo importante que será el estudio en mi vida, por apoyarme en cada decisión tomada y sobre todo nunca dejarme solo, ellos fueron y serán mi inspiración en cada meta que me proponga a lo largo de mi vida.

A mi familia en general quienes con su apoyo y sus consejos aportaron mucho para cumplir este gran sueño.

A todos quienes fueron partícipes de este camino mil gracias.

AGRADECIMIENTOS

Agradecerle principalmente a Dios por sus infinitas bendiciones durante todo este trayecto, por hacerme más fuerte y no dejarme caer a pesar de las adversidades y llenarme de valor y sabiduría para cumplir esta meta y ser el orgullo de mi familia.

A mi querida Universidad Técnica de Ambato en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias por permitirme compartir momentos únicos junto amigos, docentes y todas las personas a quienes tuve la oportunidad de conocer, pero sobre todo por enseñarme cada día lo hermosa que es esta carrera.

Al Ing. Hernán Zurita quien durante toda mi carrera universitaria supo ayudarme y compartirme todos sus conocimientos como docente y como tutor de mi proyecto de investigación.

A cada uno de los docentes por brindarme sus conocimientos, sus consejos y sus virtudes y por todo su apoyo cuando necesitaba de su ayuda, mis sinceros agradecimientos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	13
MARCO TEÓRICO	13
INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	14
1.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	16
1.2.1. CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO EN ESTUDIO.....	16
1.2.2. ÁCIDO SALICÍLICO	17
1.2.3. CARACTERÍSTICAS Y GENERALIDADES DEL ÁCIDO SALICÍLICO	18
1.2.4. FRÉJOL (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	18
1.2.5. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA.....	19
Tabla 1. Taxonomía del fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	19
1.2.6. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	20
1.2.6.1. Raíz.....	20
1.2.6.2. Tallo.....	20
1.2.6.3. Hojas.....	20
1.2.6.4. Flores	20
1.2.6.5. Fruto	21
1.2.6.6. Semilla.....	21
1.2.7. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS.....	21
1.2.7.1. Suelo	21
1.2.7.2. Altitud.....	21
1.2.7.3. Temperatura.....	21
1.2.7.4. Precipitación	22
1.2.7.5. Humedad.....	22

1.2.7.6.	Luminosidad	22
1.2.8.	LABORES PRECULTURALES y CULTURALES	22
1.2.8.1.	Preparación del terreno	22
1.2.8.2.	Siembra.....	22
1.2.8.3.	Época de siembra.....	23
1.2.8.4.	Control de malezas	23
1.2.8.5.	Riego.....	23
1.2.8.6.	Fertilización	23
1.2.8.7.	Cosecha.....	24
1.2.9.	ENFERMEDADES Y PLAGAS MÁS IMPORTANTES DEL CULTIVO DE FRÉJOL.....	24
1.2.9.1.	Enfermedades	24
1.2.9.2.	Plagas.....	26
1.3.	HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	27
1.3.1.	Hipótesis	27
1.3.2.	Objetivo General.....	27
1.3.3.	Objetivos Específicos	27
CAPÍTULO II.....		28
MATERIALES Y MÉTODOS.....		28
2.1.	UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	28
2.2.	CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR	28
2.3.	EQUIPOS Y MATERIALES	28
2.3.1.	Material experimental.....	28
2.3.2.	Equipos	28
2.3.3.	Materiales	29
2.4.	FACTORES DE ESTUDIO	29
2.4.1.	Dosis de ARISIL	29

2.4.2. Número de aplicaciones.....	29
2.4.3. Testigo	29
2.5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	30
TRATAMIENTOS	30
Tabla 2. Tratamientos	30
2.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	30
2.7. VARIABLES RESPUESTA	30
2.7.1. Número de inflorescencias	30
2.7.2. Número de vainas por planta	30
2.7.3. Longitud de la vaina	31
2.7.4. Número de granos por vaina.....	31
2.7.5. Rendimiento de grano.....	31
2.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	31
CAPÍTULO III	32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
3.1.1. NÚMERO DE INFLORESCENCIAS POR PLANTA.....	32
Cuadro 1. Número de inflorescencias por planta	32
Gráfico 1. Efecto de los tratamientos sobre el número de inflorescencias por planta... 33	
3.1.2. VAINAS POR PLANTA	33
Cuadro 2. Número de vainas por planta	33
Gráfico 2. Efecto de los tratamientos sobre el número de vainas por planta	34
3.1.3. LONGITUD DE LA VAINA	34
Cuadro 3. Longitud de la vaina	35
Gráfico 2. Efecto de los tratamientos sobre la longitud de la vaina	35
3.1.4. GRANOS POR VAINA	36
Cuadro 4. Número de granos por vaina.....	36
Gráfico 4. Efecto de los tratamientos sobre los granos por vaina	37

3.1.5. RENDIMIENTO DEL GRANO	37
Cuadro 5. Rendimiento del grano.....	37
Gráfico 5. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento del grano	38
CAPÍTULO IV	39
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
ANEXOS	46

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó con el objetivo de aportar y generar datos sobre la dosis y número de aplicaciones adecuadas de ARISIL en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris*). El ensayo se realizó en el cantón Pelileo en la parroquia García Moreno. Los tratamientos consistieron en la aplicación foliar de Ácido Salicílico comercial (ARISIL) con dosis de 5gr/L, 7gr/L 9gr/L, con aplicaciones a los 45 y 60 días y un testigo absoluto respectivamente. En el presente ensayo se utilizó el diseño experimental de bloques al azar en arreglo factorial de 3x2+1 con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron: número de inflorescencias por planta, vainas por planta, longitud de la vaina, granos por vaina y rendimiento del grano. No se encontraron diferencias significativas en el número de aplicaciones, mientras que en los tratamientos si hubo diferencias significativas siendo D2A1 (7 gr/L con una aplicación) el que obtuvo mejores resultados en todas las variables.

Palabras clave: ácido salicílico, tratamientos, fréjol (*Phaseolus vulgaris*), dosis.

ABSTRACT

The research work was carried out with the objective of providing and generating data on the dose and number of adequate applications of ARISIL in the cultivation of beans (*Phaseolus vulgaris*). The trial was carried out in the Pelileo canton in the García Moreno parish. The treatments consisted of the foliar application of commercial Salicylic Acid (ARISIL) with doses of 5gr/L, 7gr/L, 9gr/L, with applications at 45 and 60 days and an absolute control respectively. In this trial, the experimental design of randomized blocks was used in a 3x2+1 factorial arrangement with three repetitions. The variables evaluated were: number of inflorescences per plant, pods per plant, pod length, grains per pod and grain yield. No significant differences were found in the number of applications, while in the treatments there were significant differences, being the D2A1 dose (7 gr/L with one application) the one that obtained the best results in all the variables.

Keywords: Salicylic Acid, treatments, bean (*Phaseolus vulgaris*), dose.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

El fréjol (*Phaseolus vulgaris*), es una leguminosa nativa del continente americano, a nivel mundial es considerado uno de los cultivos más importantes ya que es una de las principales fuentes de proteína y carbohidratos de excelente calidad, además la facilidad que representa su obtención en el mercado lo convierten en un cultivo muy interesante y valioso (**Villacis et al., 1991**).

Las leguminosas de grano comestible comprenden aquellas especies que pertenecen a la familia Fabaceae, cuyo uso principal radica en el consumo directo del grano o la vaina. El fréjol en el Ecuador es muy apetecido ya sea por su bajo precio y por su valor nutricional, sus semillas disponen alrededor de un 22% de proteínas, las cuales son de excelente calidad. Además, el fréjol es una leguminosa que mejora los suelos debido a las bacterias nitrificantes que se adhieren a las raíces, por lo tanto, es considerado como un cultivo adecuado para sembrarse en rotación (**Terranova, 1998**).

En el Ecuador el fréjol es cultivado mayormente en la Sierra en provincias como Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Cañar, Loja. El fréjol es el alimento número uno en producción y consumo entre las leguminosas de consumo humano. La planta es susceptible a condiciones extremas, por lo cual se debe sembrar en suelos de textura ligera y bien drenado con un pH óptimo entre los 6,5 a 7,5 con una altitud de 1000 a 2500 msnm (**Peralta et al., 2014**).

A nivel mundial el fréjol puede alcanzar una producción de 18 991 954 t aproximadamente, entre los mayores productores están: (Brasil con 3 mill. de toneladas, India con 2.9 mill de toneladas, China con 1.9 mill. de toneladas, entre otros países). En el Ecuador el fréjol se cosecha en grano seco un aproximado de 89 789 ha y en grano tierno 15 241 ha, lo que produce 18 050 y 8448 t respectivamente, representando un rendimiento de 0.20 y 0.55 t/ha; lo cual se consideran valores deficientes, debido a la presencia de enfermedades foliares, baja fertilidad de los suelos, incidencia de plagas, uso de semilla de mala calidad, entre otros (**INIAP, 2008**).

Al ser el fréjol uno de los cultivos más importantes y que esté representado con valores de rendimiento bajos, existe la obligación de investigar varios aspectos y métodos que permitan mejorar el rendimiento por hectárea del cultivo, para lo cual se ha efectuado el uso de ácido salicílico (ARISIL) en las cantidades y aplicaciones adecuadas que la planta necesita, con el fin de que exista un desarrollo apropiado del cultivo y así mejorar el rendimiento y la calidad del fréjol.

Para un aumento en el rendimiento de los cultivos se presentan distintas opciones como la disminución de los factores de estrés o la utilización de moléculas de señalización. El ácido salicílico se considera como una de estas moléculas, ya que llega a ser capaz de generar efectos positivos en los cultivos a nivel celular que benefician a su progreso. El ácido salicílico actúa en actividades fenológicas como la resistencia a patógenos, termogénesis, crecimiento de raíces, inducción de floración y absorción de nutrientes. Generalmente el AS a nivel celular actúa de manera en la que reduce o elimina el estrés en la planta, además, aumenta el rendimiento y calidad de los frutos (Díaz et al., 2016).

1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Cabrera (2021) menciona que el ácido salicílico es un regulador de crecimiento que aumenta la productividad en las plantas. Las investigaciones realizadas en plantas ornamentales u hortícolas aplicando AS ya sea en invernadero o en aire libre han respondido de forma positiva ante este compuesto. Los efectos que el AS puede tener sobre las plantas son el aumento de tamaño de la planta, el número de flores, área foliar y la aparición temprana de flores en las especies hortícolas, demostrando así un mejor rendimiento y calidad.

Se han reportado varios efectos sobre el AS cuando se aplican a las plantas, por ejemplo, en plantas de *Brassica juncea* existió una mejor respuesta de la carboxilación y la actividad del nitrato reductasa (Fariduddin et al., 2003). Así mismo en especies de *Carica papaya* se ha reportado hasta un 20 % de incremento en flores hermafroditas con aplicaciones de 0.01 μM (micromolar) (Martín-Mex et al., 2010).

En plantas de cebada (*Hordeum vulgare L.*) dosis mayores a 0.250 mM (milímolar) de AS inhibieron la germinación (Xie et al., 2007). De igual manera en especies de *Arabidopsis thaliana Heynh*, concentraciones de AS superiores a 1 mM inhibieron o

incluso retardaron la germinación (**Rajjou et al., 2006**), mientras que en la investigación realizada por **Guan y Scandalios (1995)**, la germinación del maíz (*Zea mays L.*) fue inhibida completamente por dosis que fueron desde 3 a 5 mM.

Una investigación realizada por **Villanueva-Couoh et al., (2009)** reporta que el AS acelera la floración hasta en siete días al aplicar en plantas de *Chrysanthemum morifolium* (Ramat) tratadas con 0.01 y 0.001 μM . En maíz, **Khodary (2004)** reportó que, aplicaciones de 10 mM de AS aceleran la actividad de la enzima Rubisco, incrementando así la fotosíntesis; la clorofila a y b, de carotenoides y de carbohidratos; también aumenta la longitud, peso fresco y seco de la raíz; altura de la planta, biomasa seca, el área foliar, entre otras.

Larqué-Saavedra et al. (2010) realizó una investigación con el fin de evaluar los efectos positivos al asperjar ácido salicílico en plántulas de tomate cultivadas en condiciones de invernadero, reportando un incremento significativo en el área foliar, la altura, el peso fresco y seco del vástago, como también la longitud, el perímetro y el área de la raíz. El tratamiento de 1 μM de AS, incrementó en un 38.6% el área foliar, 14.8% el tamaño del tallo y 43% la longitud de la raíz en comparación con el testigo.

Ramírez et al., (2009) demostraron que la aplicación de AS a concentraciones de $1 \times 10^{-6}\text{M}$ incrementó el rendimiento de chile por planta, así como el nivel de capsaicina. De igual manera **Martín-Mex, (2003)** evaluó aplicaciones de AS en pepino, demostrando que este tiene un efecto significativo en el rendimiento por planta en las concentraciones evaluadas. Indicando que el mejor tratamiento fue $1 \times 10^{-6}\text{M}$ el cual incrementó en un 33% en comparación con el testigo. El tratamiento $1 \times 10^{-8}\text{M}$ excedió al testigo por 25%.

Ramírez et al., (2006) al aplicar ácido salicílico a una concentración de $1 \times 10^{-6}\text{M}$ en acelga, repollo, brócoli y coliflor, reportaron que, en la acelga aumento su peso de materia fresca total a 852 g, mientras que el testigo solo alcanzo 832 g, al igual que su peso fresco aéreo 15 g más que el testigo. El brócoli aumento la altura de la planta con 3.1 cm sobre el testigo y su longitud de la raíz con una diferencia de 4.37 cm sobre el testigo, por otro lado, el repollo tuvo un crecimiento mayor en la longitud de la raíz de 4.46 cm en comparación al testigo y por último la coliflor solo aumento la altura de la

planta con 1.98 cm más que el testigo. Demostrando que la aplicación del AS si influye positivamente en el crecimiento y desarrollo de los cultivos con que trabajo.

Vázquez-Díaz et al. (2016) encontraron que aplicaciones de AS en la solución nutritiva en concentraciones de 0.025 mM aumentaron el número y peso de frutos de tomate incrementando de esta manera el rendimiento en un 30% con respecto al testigo. De la misma manera encontraron que con concentraciones de 0.1 mM de AS se incrementaron fenoles totales, flavonoides y capacidad antioxidante total en un 35.85, 169.5 y 356.27%, respectivamente en comparación al testigo.

1.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

1.2.1. CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO EN ESTUDIO

ARISIL (Ácido Salicílico)

Polvo soluble, bioestimulante foliar que promueve el crecimiento y potencializa el mecanismo de defensa en la planta

- **Composición Química**

Ácido Salicílico

Sorbato de Potasio

Silicato de Potasio

- **Dosificación:** 1.4 kg/ha

- **Época de aplicación:** Desde la germinación hasta la maduración de frutos y semillas o coloración de frutos (ARILEC, 2020).

1.2.2. ÁCIDO SALICÍLICO

El ácido salicílico es un compuesto encontrado en todos los tejidos de las plantas. Cuando se descubrió que induce la termogénesis en plantas de la familia Aráceae, este comenzó a sobresalir como molécula señalizadora. El AS es un compuesto fenólico que se deriva del ácido benzoico el cual interviene en el metabolismo secundario de las plantas, Asimismo se ha identificado que el ácido ortocumarico y el ácido benzoico son intermediarios del ácido salicílico (Coquoz, et al., 1998).

El nombre de ácido salicílico proviene del Sauce (*Salix*), árbol cuyas hojas y corteza se utilizaban para el dolor y fiebre, del cual posteriormente Johann Buchner aisló la salicina en 1828. El ácido salicílico es muy conocido gracias al extenso uso clínico de la aspirina o ácido acetilsalicílico. En 1874 en Alemania se inició la producción comercial de AS, y en 1898 Bayer Company introdujo el nombre comercial de aspirina, aplicado al ácido acetilsalicílico (Raskin, 1992).

El AS al ser un compuesto fenólico se relaciona directamente con el metabolismo secundario y gran cantidad de actividades de regulación en las plantas. Varios estudios indican que el ácido salicílico es de gran importancia en los procesos fisiológicos y de adaptación de las plantas. El AS se ha encontrado en todos los tejidos de las especies que han sido analizadas. La soya, arroz y cebada contienen hasta $1\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de peso fresco. En algunos casos su presencia afecta la síntesis de otros reguladores de crecimiento los cuales afectan directamente algún proceso fisiológico.

El AS se puede encontrar de forma libre o conjugada, a excepción de plantas como el arroz y la papa que normalmente no se encuentra gran cantidad de AS endógeno en forma libre. Las formas conjugadas son glicósidos, ésteres, amidas y ácidos dihidroxibenzoicos. Cuando se requiere de AS una parte de ello proviene de las reservas de conjugados, mientras que otra parte proviene de la actividad de PAL (Fenilalanina Amonio Liasa) (Raskin, 1992).

1.2.3. CARACTERÍSTICAS Y GENERALIDADES DEL ÁCIDO SALICÍLICO

El Ácido Salicílico químicamente conocido como ácido 2-hidroxibenzoico, cuya fórmula molecular es $C_7H_6O_3$, pertenece a los compuestos fenólicos vegetales, las cuales son sustancias que tienen un anillo aromático que porta un grupo hidroxilo o su derivado funcional. (Bonnemain et al., 2013).

El AS es producido en hojas jóvenes, meristemos florales y vegetativos y transportado por la vía del floema. El Ácido Salicílico se encuentra en los vegetales en forma de azúcares, como los ésteres de glucosa y glucósidos, como la salicina, que, por la acción de enzimas o mediante ácidos, se hidroliza a glucosa y saligenina, esta última por la oxidación general del AS (Umetani et al., 1990).

Es un componente que realiza funciones fisiológicas y metabólicas en las plantas, que le permite regular el desarrollo y la reacción de factores que le ocasionan estrés, bióticos y abióticos. Bajo condiciones sin estrés, el AS está presente en los tejidos de los vegetales en cantidades de varios mg en 1 g de materia fresca, y su nivel aumenta sustancialmente en las plantas que han sido expuestas al déficit hídrico (Bandurska, 2013).

1.2.4. FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris*)

En primera instancia, los botánicos consideraban que el fréjol se originó en Asia (China). Hoy en día se sabe que procede de México y de la zona central de Suramérica. Los mexicanos fueron considerados como los pioneros en domesticar este cultivo hace unos 5000 años a. c. Poco después del descubrimiento de América fue llevado a Europa tomando gran importancia gracias a su capacidad de adaptación. Expandiéndose así por los dos hemisferios en la zona tropical, subtropical y templada (Gutiérrez, 2001). Es una especie dicotiledónea anual, perteneciente a la familia de las fabáceas. Genéticamente el fréjol presenta una enorme variabilidad, existiendo miles de cultivares que producen una diversidad de semillas en distintos colores, formas y tamaños. Si bien el cultivo se destina mayoritariamente a la obtención de grano seco,

tiene una importante utilización hortícola, ya sea en verde o granado (**Hernández, 2009**).

Se desarrolla en climas cálidos y templados bajo condiciones ecológicas muy variables. Esta especie es, sensible a la humedad ambiental, pues le afecta el frío y los cambios bruscos de temperatura; no es muy exigente en cuanto al suelo, es altamente susceptible a enfermedades, las mismas que limitan la productividad, especialmente en los trópicos (**Gutiérrez, 2001**).

El fréjol como alimento, es un cultivo de mucha importancia por su alto contenido de proteínas 21.8%, carbohidratos 55.4%, hierro 0.47%, calcio 13.8% y su gran valor energético alrededor de 322 kcal; en el país, ocupa el primer lugar en consumo y producción entre las leguminosas de granos comestibles para el consumo humano directo. El área cosechada del fréjol históricamente siempre ha superado las 50 000 hectáreas (**CIAT, 2004**).

1.2.5. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

Cronquist (2001), describe la clasificación taxonómica del cultivo de fréjol como sigue:

Tabla 1.

Taxonomía del fréjol (Phaseolus vulgaris)

REINO	Plantae
DIVISIÓN	Magnoliophyta
CLASE	Magnoliopsida
ORDEN	Fabales
FAMILIA	Fabaceae
GÉNERO	<i>Phaseolus</i>
ESPECIE	<i>Phaseolus vulgaris</i>

(Cornelio, 2015)

1.2.6. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

1.2.6.1. Raíz

El fréjol presenta un sistema radicular muy característico de las leguminosas, con una raíz pivotante que puede llegar a alcanzar una gran profundidad.

Está compuesto por una raíz principal y alrededor con muchas raíces secundarias, que se encuentran cercanas a la superficie del suelo, sobre las raíces secundarias se desarrollan las raíces terciarias y otras subdivisiones como los pelos absorbentes, los cuales se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz (CIAT, 1984).

1.2.6.2. Tallo

Se puede identificar por el eje central de la planta en donde está formado por una sucesión de nudos y entrenudos. Tiene un bajo número de nudos cortos, generalmente entre 5 a 10. Presentan un tallo herbáceo, delgado erecto con un diámetro de 4 a 7mm. La altura aproximada de la planta de fréjol arbustivo está entre los 30 y 50 centímetros (Cárdenas, 2012).

1.2.6.3. Hojas

Las hojas son de dos tipos, simples y compuestas. Las hojas simples (primarias) y se forman en la semilla durante la embriogénesis. Las hojas compuestas trifoliadas son las hojas típicas del fréjol. En la inserción 7 de las hojas trifoliadas hay un par de estípulas de forma triangular que siempre son visibles (CIAT, 1984).

1.2.6.4. Flores

Las flores son papilionáceas en el proceso de desarrollo de la flor se puede distinguir el botón floral y la flor completa abierta. Poseen un cáliz tubular en la base, la corola se forma de una quilla con el ápice arrollado en espiral; hay dos pétalos laterales, dos alas una superior y una más grande y el estandarte (CIAT, 1984).

1.2.6.5. Fruto

El fruto del fréjol es una vaina con dos valvas, la cual proviene del ovario comprimido debido a que el fruto es una vaina, se clasifica como una leguminosa (**CIAT, 1984**).

1.2.6.6. Semilla

La semilla no posee albumen, por tanto, las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones. puede ser de varias formas y colores, dependiendo de la variedad (**Muñoz, 2003**).

1.2.7. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

1.2.7.1. Suelo

El cultivo de fréjol requiere suelos fértiles, con buen contenido de materia orgánica; con texturas de tipo arcilloso y franco arenoso para una mayor aireación y drenaje. El pH óptimo varía de entre 6,5 y 7,5 y puede tolerar un pH de hasta de 5,5 (**Ventura, 2018**).

1.2.7.2. Altitud

Se puede desarrollar de forma adecuada en una altitud entre los 1200 a 2500 msnm, en áreas de valle y de 1000 a 2200 msnm en estribaciones (**Peralta et al., 2014**).

1.2.7.3. Temperatura

La temperatura promedio para el desarrollo del fréjol fluctúa entre 15 a 27 °C. Es una especie susceptible a las heladas por lo que no tolera temperaturas inferiores a 2 °C. (**Ventura, 2018**).

1.2.7.4. Precipitación

Para un buen desarrollo del cultivo, el fréjol necesita de 300 mm a 700 mm de precipitación (**Peralta *et al.*, 2014**).

1.2.7.5. Humedad

Para un adecuado crecimiento, formación, llenado del grano y desarrollo de la planta, el cultivo de fréjol necesita una humedad entre 50 y 70%. El exceso de esta dificultará la fecundación y la presencia de enfermedades (**Ventura, 2018**).

1.2.7.6. Luminosidad

White (1985), estableció que el fréjol requiere de días cortos para que florezca. Mientras tanto los días largos suelen demorar la floración y la maduración de la cosecha, el efecto de cada hora adicional de la luz en la mayoría de los casos suele retardar la maduración de la semilla, que va de 2 a 6 días.

1.2.8. LABORES PRECULTURALES Y CULTURALES

1.2.8.1. Preparación del terreno

El mayor o menor rendimiento del grano de fréjol inicia con la preparación adecuada del suelo, por lo que se sugiere (**Villacis, 2015**):

- Aradura de 20 a 30 centímetros de profundidad con arado de disco o vertedera.
- Uno o dos pases de rastra, con el fin de romper o deshacer los terrones que pudieron haberse formado durante la aradura del suelo.
- Nivelar o emparejar el terreno para evitar el encharcamiento.

1.2.8.2. Siembra

Para obtener buenos resultados en la siembra de fréjol, se lo realiza de manera directa, colocando de 2 a 3 semillas por golpe separadas a 30 o 40 cm; se recomienda, antes de

sembrar, que el suelo tenga suficiente humedad para garantizar una germinación uniforme (Escoto, 2004).

1.2.8.3. Época de siembra

En la sierra ecuatoriana, la época de siembra adecuada debe ofrecer las condiciones climáticas para un buen desarrollo del cultivo. En los valles de Ecuador se lo puede realizar entre los meses de febrero a abril y septiembre a noviembre, y en estribaciones se lo realiza entre abril a julio (Matute, 2013).

1.2.8.4. Control de malezas

Un control adecuado de malezas permite que las plantas de fréjol se desarrollen más vigorosas, usualmente requiere de dos deshierbas, primera al inicio del cultivo, entre los 15 a 21 días después de la siembra, la segunda se lo puede llevar a cabo al inicio de la floración y en donde también se realiza el aporque (Escoto, 2004).

1.2.8.5. Riego

Para garantizar una buena producción del grano, el suministro de agua en las etapas de prefloración, floración y formación y llenado de vainas es clave. El riego se lo realiza dependiendo del tipo de suelo, se puede realizar los riegos al cultivo cada 8 a 12 días (Ventura, 2018).

1.2.8.6. Fertilización

Para el cultivo de fréjol se recomienda aplicar tres sacos y medio de 18-46-00 por hectárea, esto al momento de realizar la siembra. Debido a que la fijación biológica de Nitrógeno en el cultivo de fréjol es baja en comparación con otras leguminosas, se recomienda aplicar un saco de urea, esto se lo puede hacer en la primera deshierba. Si aún carece de nutrientes se debe aplicar la urea al follaje u otro fertilizante foliar con el fin de controlar las deficiencias de los micronutrientes (Estrella, 2002).

1.2.8.7. Cosecha

Grano tierno

La cosecha se lo realiza de forma manual cuando las vainas estén verdes, llenas y desarrolladas antes de que la semilla se empiece a endurecer. Por lo general se realizan 3 cosechas, en la primera se cosecha hasta un 77% del cultivo, la segunda y tercera cosecha se realizará después de 15 o 20 días (INIAP, 2004).

Grano seco

La cosecha de grano seco se realiza cuando el cultivo ha cumplido su madurez fisiológica, es decir cuando se encuentren defoliadas, con sus vainas secas. El contenido de humedad de las semillas será de aproximadamente de 14 a 20% (INIAP, 2004).

1.2.9. ENFERMEDADES Y PLAGAS MÁS IMPORTANTES DEL CULTIVO DE FRÉJOL

Lardizabal *et al.*, (2013) mediante su libro titulado “Manual de producción de fréjol”, menciona las siguientes enfermedades y plagas más comunes:

1.2.9.1. Enfermedades

- **Roya (*Uromyces phaseoli*)**

Por lo general esta afectación, se visualiza en el envés de las hojas en forma de pústulas de color café oscuro de donde liberan una gran cantidad de esporas; ocasionalmente se observa daños en los tallos, ramas y vainas.

- **Mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumens*)**

Esta enfermedad junto a la roya es de las más importantes, las lesiones causadas por el hongo se presentan en las hojas en forma de pequeñas machas necróticas, que, a medida que estas manchas van creciendo toman una forma irregular con borde definido y líneas oscuras finas en la periferia de la lesión.

- **Mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*)**

Los síntomas de esta enfermedad se presentan como manchas de forma irregular entre las nervaduras de las hojas, al principio aparecen como puntos grises en el haz y el envés de las hojas y a medida que las lesiones crecen suelen llegar a unirse hasta invadir completamente al follaje.

- **Mildiú polvoso o Cenicilla (*Erysiphe polygoni* DC)**

Los síntomas se presentan como manchas redondas ligeramente oscuras con un color blanquecino con apariencia polvosa tanto en el haz y envés de las hojas. Cuando el micelio llega a cubrir la planta, esta tiende a deformar los tallos y las vainas provocando pérdidas tanto en el desarrollo como en su rendimiento.

- **Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*)**

En las plántulas se pueden visualizar los síntomas en el eipocótilo o en el epicotilo y aparecen como unas pequeñas manchas de color marrón oscuro, ligeramente hundidas, con un aspecto acuoso y de forma ovalada; mientras la planta se va desarrollando estas manchas se las puede observar sobre el tallo principal del cultivo o en el pedúnculo de las hojas (**Lardizabal et al., 2013**).

1.2.9.2. Plagas

- **Gusano cortador (*Agrotis ipsilon*)**

Las larvas principalmente cortan los tallos de las plántulas que se encuentran a nivel del suelo produciendo la muerte de la planta. Si el daño producido por estas larvas es más generalizado es recomendable volver a sembrar (**Lardizabal *et al.*, 2013**).

- **Áfidos o pulgones (*Aphis spp*, *Myzus persicae*)**

Suelen ser unos insectos chupadores cuyo objetivo es succionar la sabia de las hojas, tallos, brotes y flores, siendo así transmisores de virus entre ellos el mosaico común y el mosaico rugoso. Se caracterizan debido a que las hojas se tornan de un color amarillo y corrugadas, esto provoca bajos rendimientos en el cultivo.

- **Gallina ciega (*Phyllophaga spp*)**

Las larvas se alimentan de las raíces y de la base de los tallos de la planta, atacan la semilla desde el momento de su germinación. A consecuencia de esto se puede observar que las plantas no se desarrollan de manera adecuada, se tornan de color amarillo y existe una mala germinación.

- **Lorito verde (*Empoasca sp*)**

Es el causante del enrollamiento de las puntas de las hojas, habita en el envés de las mismas en donde produce un amarillamiento debido a la succión de la savia. Estos insectos son los vectores principales de muchas enfermedades viróticas en las plantas (**Lardizabal *et al.*, 2013**).

1.3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

1.3.1. Hipótesis

La dosis de 7gr/L de ARISIL con una sola aplicación, influye de forma positiva en la producción del fréjol?

1.3.2. Objetivo General

Evaluar la dosis y número de aplicaciones de ARISIL en la producción del cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris*).

1.3.3. Objetivos Específicos

- Establecer la mejor dosis de aplicación de ARISIL.
- Determinar el número de aplicaciones adecuada de ARISIL en el cultivo de fréjol.
- Evaluar las variables agronómicas del fréjol (*Phaseolus vulgaris*) a la aplicación de ARISIL.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

La investigación se realizó en los predios de la señora Fany Malusin que se encuentra ubicado en la parroquia García Moreno perteneciente al cantón Pelileo, provincia de Tungurahua.

2.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

El lote se encuentra ubicado a 2569 msnm con las siguientes coordenadas geográficas: 1°19'22'' de latitud sur y 78°32'55'' longitud Oeste (**WGS 84, 2022**).

2.3. EQUIPOS Y MATERIALES

2.3.1. Material experimental

El material experimental lo constituye el producto ARISIL (Ácido Salicílico)

2.3.2. Equipos

- Calculadora
- Computadora
- Impresora
- Cámara Fotográfica
- Bomba de aspersión tipo mochila
- Balanza

2.3.3. Materiales

- Semillas de fréjol
- ARISIL (Ácido Salicílico, Sorbato de K y Silicato de K)
- Azadón
- Pala
- Cinta métrica
- Libreta
- Esferos y lápiz
- Rótulos
- Etiquetas

2.4. FACTORES DE ESTUDIO

2.4.1. Dosis de ARISIL

5 gr/L	D1
7 gr/L	D2
9 gr/L	D3

2.4.2. Número de aplicaciones

1 aplicación (45 días)	A1
2 aplicaciones (45 y 60 días)	A2

2.4.3. Testigo

2.5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

TRATAMIENTOS

Los tratamientos son la combinación de los factores de estudio que se muestran a continuación.

Tabla 2.

Tratamientos

Nº	TRATAMIENTOS	DOSIS	APLICACIONES
1	D ₁ A ₁	ARISIL 5 gr/L	1 aplicación
2	D ₂ A ₁	ARISIL 7 gr/L	1 aplicación
3	D ₃ A ₁	ARISIL 9 gr/L	1 aplicación
4	D ₁ A ₂	ARISIL 5 gr/L	2 aplicación
5	D ₂ A ₂	ARISIL 7 gr/L	2 aplicación
6	D ₃ A ₂	ARISIL 9 gr/L	2 aplicación
7	T		

2.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

En el presente ensayo se utilizó el diseño experimental de bloques al azar en arreglo factorial de 3x2+1 con tres repeticiones.

2.7. VARIABLES RESPUESTA

2.7.1. Número de inflorescencias

Se contabilizó el número de inflorescencias producidas en diez plantas tomadas al azar de la parcela neta.

2.7.2. Número de vainas por planta

Se contabilizó el número de vainas en diez plantas al azar a la cosecha en estado comercial en verde.

2.7.3. Longitud de la vaina

De cada tratamiento se tomó una cantidad de diez vainas al azar en estado de madurez comercial en verde que fueron medidas con la ayuda de una cinta métrica.

2.7.4. Número de granos por vaina

De cada tratamiento se tomó diez vainas de las cuales se contabilizó el número de granos por cada una de ellas y se obtuvo un valor promedio, esto se lo realizó al momento de la cosecha en verde.

2.7.5. Rendimiento de grano

Con ayuda de una balanza se pesó la producción de cada uno de los tratamientos y el resultado se expresó en kg/parcela.

2.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Una vez obtenido los resultados de producción y rendimiento. Estos resultados fueron sometidos a un análisis de varianza y aquellas variables que tienen diferencias significativas fueron comparadas a través de una prueba de Tukey ($p < 0,05$) usando el programa de Excel determinando así la dosis y número de aplicaciones adecuada de ARISIL en los tratamientos.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Presentación y Discusión de los resultados

3.1.1. NÚMERO DE INFLORESCENCIAS POR PLANTA

En el cuadro 1 y gráfico 1 podemos observar la prueba de Tukey 5% para la variable número de inflorescencias por planta, en donde el tratamiento D2A1 (7g/l con 1 aplicación) de ARISIL se ubica en el rango A con un promedio de 50.13 inflorescencias por planta, y en el rango C el testigo con un promedio de 35.87 inflorescencias por planta presentando diferencias significativas. Estos resultados representan el efecto positivo que se obtiene al aplicar ARISIL con el tratamiento D2A1, a comparación con el testigo.

Así mismo se han demostrado resultados positivos usando ácido salicílico como lo expresa **Martín et al., (2010)** en su investigación, exponiendo que las concentraciones probadas de AS en Petunia incrementaron el número de flores abiertas por planta, en concentraciones tan bajas como de 0.0001 μM ó 0.1 μM indujeron respuestas positivas en 33 % y 37 %, en comparación con el testigo. Lo que se asemeja a nuestro estudio el cual tuvo un incremento del 28 %, demostrando así la importancia de las fitohormonas, en el proceso de desarrollo vegetal, al inducir respuestas fisiológicas específicas y rápidas del desarrollo cuando se introducen en plantas.

Cuadro 1.

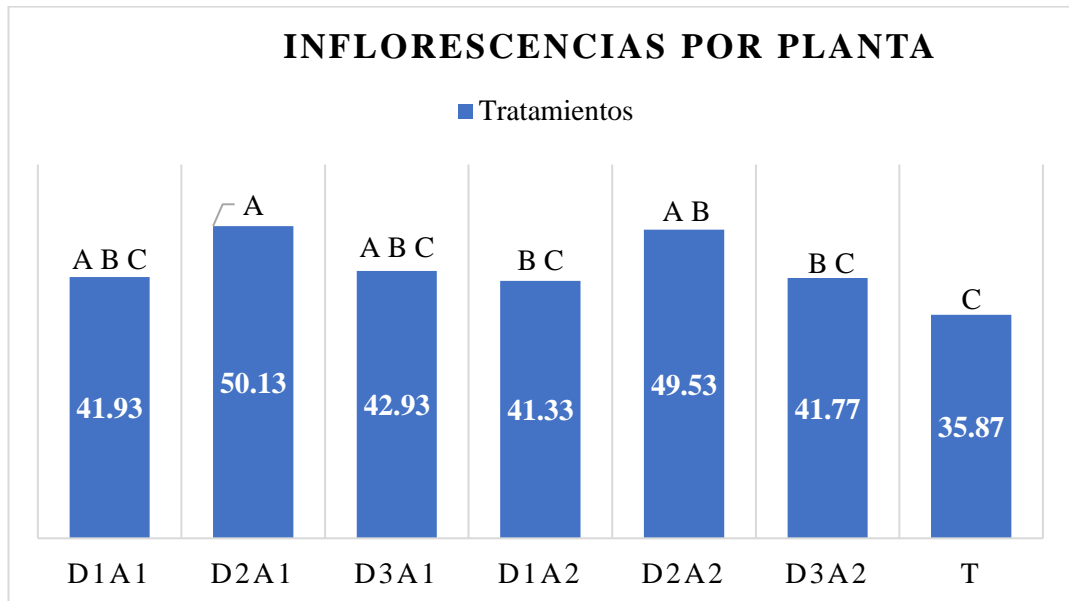
Número de inflorescencias por planta

TRATAMIENTOS	Medias	Rango
D2A1	50.13	A
D2A2	49.53	A B
D3A1	42.93	A B C
D1A1	41.93	A B C
D3A2	41.77	B C
D1A2	41.33	B C
T	35.87	C

CV: 6.62

Gráfico 1.

Efecto de los tratamientos sobre el número de inflorescencias por planta



3.1.2. VAINAS POR PLANTA

Los resultados del análisis de varianza y comparación de medias de la variable vainas por planta, si presentaron diferencias significativas en los tratamientos. En donde D2A1 (7 gr/L con 1 aplicación) y D2A2 (7gr/L con dos aplicaciones) se encuentran en el rango A con una media de 40.40 y 36.87 vainas por planta respectivamente a diferencia del testigo con una media de 25.73 vainas por planta en el rango B. (Cuadro 2).

Cuadro 2.

Número de vainas por planta

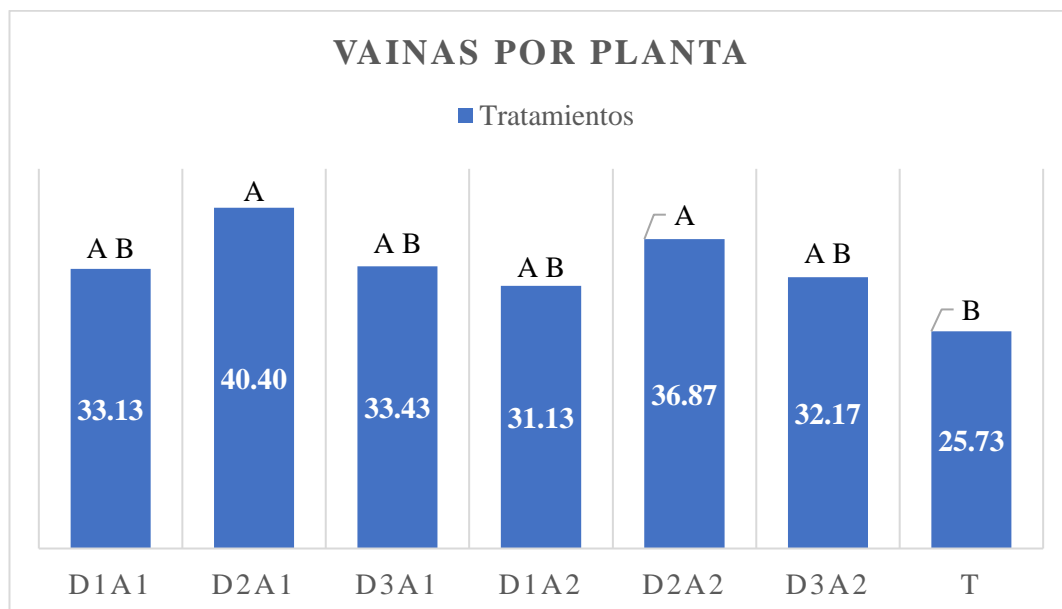
TRATAMIENTOS	Medias	Rango
D2A1	40.40	A
D2A2	36.87	A
D3A1	33.43	A B
D1A1	33.13	A B
D3A2	32.17	A B
D1A2	31.13	A B
T	25.73	B

CV: 10.92

El número de vainas es un indicador importante del rendimiento, el aumento de esta variable constituye un fuerte estímulo para incrementar la productividad de las plantas. Así lo demuestra **Vázquez-Díaz et al. (2016)** exponiendo que, aplicaciones de AS en la solución nutritiva en concentraciones de 0.025 mM aumentaron el número y peso de frutos de tomate incrementando de esta manera el rendimiento en un 30% con respecto al testigo, afirmando así los resultados positivos obtenidos en nuestro estudio con la aplicación de ARISIL.

Gráfico 2.

Efecto de los tratamientos sobre el número de vainas por planta



3.1.3. LONGITUD DE LA VAINA

En los tratamientos estudiados se encontró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para la variable longitud de la vaina (Cuadro 3), sobresaliendo en el rango A los tratamientos D2A1 (7 gr/L con 1 aplicación) y D2A2 (7gr/L con dos aplicaciones) de los cuales se obtuvo una longitud media de 13.65 y 13.28 cm respectivamente, superando al testigo que fue el más bajo, con una longitud media de 11.20 cm ubicado en el rango B. **Gunnes et al. (2009)** indican que el tamaño del fruto determina sus propiedades mecánicas y participa en la calidad sensorial.

Cuadro 3.

Longitud de la vaina (cm)

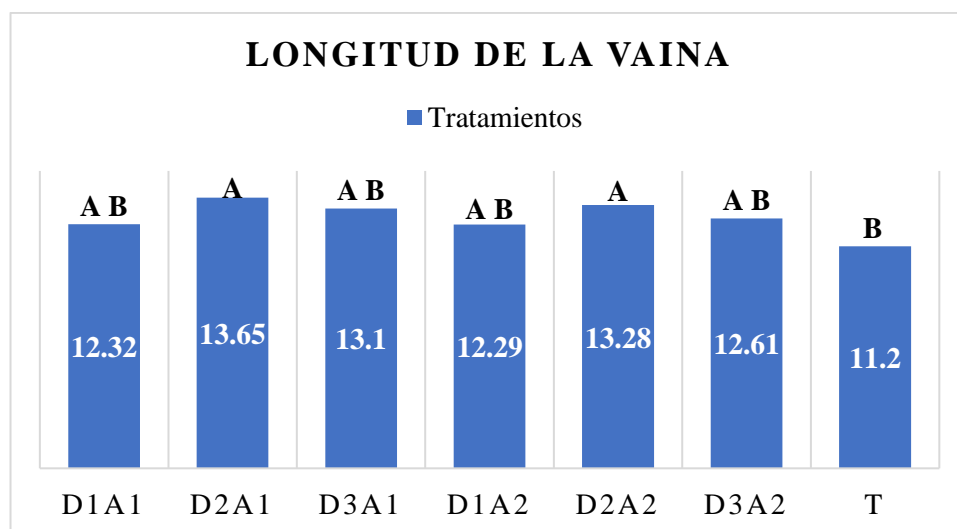
TRATAMIENTOS	Medias	Rango
D2A1	13.65	A
D2A2	13.28	A
D3A1	13.10	A B
D3A2	12.61	A B
D1A1	12.32	A B
D1A2	12.29	A B
T	11.20	B

CV: 5.43

En esta investigación se observa un aumento en la longitud y firmeza de los frutos con la concentración de 7gr/L con 1 aplicación (D2A1) y 7gr/L con 2 aplicaciones (D2A2) de ARISIL (Gráfico 3). Estos resultados corroboran con lo reportado por **Islam et al. (2018)**, quienes demostraron que con aplicaciones de AS en la solución nutritiva de 0.13 mM en tomate Cherry, aumenta el tamaño y la firmeza de los frutos en comparación con el testigo. Dichos efectos han sido basados en la hipótesis de que el AS suele incrementar el crecimiento radical de las plantas, lo cual esto favorece en gran medida a la absorción de nutrimentos y agua. Comprobando así la efectividad del ARISIL el cual aumentó en un 17% la longitud de la vaina.

Gráfico 2.

Efecto de los tratamientos sobre la longitud de la vaina (cm)



3.1.4. GRANOS POR VAINA

En el cuadro 4 podemos observar la prueba de Tukey 5% para la variable número de granos por vaina, presentando diferencias significativas. El tratamiento D2A1 (7g/l con 1 aplicación) se ubica en el rango A con un promedio de 4.83 (entre 4 y 5 granos por vaina), y en el rango B el testigo con un promedio de 4.37 granos por vaina, confirmando así lo propuesto por **Zavala y De la Rosa, (2015)** en cuanto al estímulo del ácido salicílico en la cantidad de granos.

Cuadro 4.

Número de granos por vaina

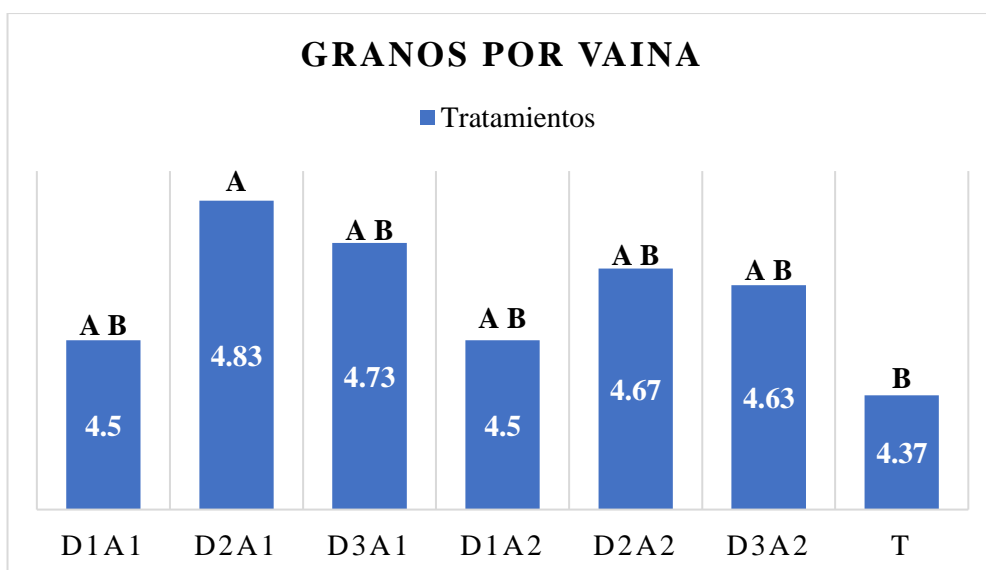
TRATAMIENTOS	Medias	Rango
D2A1	4.83	A
D3A1	4.73	A B
D2A2	4.67	A B
D3A2	4.63	A B
D1A1	4.50	A B
D1A2	4.50	A B
T	4.37	B

CV: 2.97

El número de granos por vainas se evaluó para medir el efecto de los tratamientos, los rangos que se obtuvieron fueron de 4.37 a 4.83 (entre 4 y 5 granos por vaina) (Gráfico 4), **Rodríguez (2017)**, en su investigación obtuvo rangos de 4 a 7 granos por vainas, demostrando que en nuestro estudio esta variable presento rangos menores, probablemente debido a las características genéticas de la variedad fréjol de su estudio la cual fue Amadeus 77.

Gráfico 4.

Efecto de los tratamientos sobre los granos por vaina



3.1.5. RENDIMIENTO DEL GRANO

Las diferentes concentraciones de ARISIL aplicadas al cultivo de fréjol afectaron significativamente ($P \leq 0.05$) el rendimiento (Cuadro 5), siendo el tratamiento D2A1 (7gr/L con 1 aplicación) el que tuvo mayor promedio con un valor de 4.10 kg/parcela en el rango A lo que equivale a 4.14 t/ha, superando al testigo con un promedio de 2.69 kg/parcela en el rango C equivalente a 2.71 t/ha.

Cuadro 5.

Rendimiento del grano (kg/parcela)

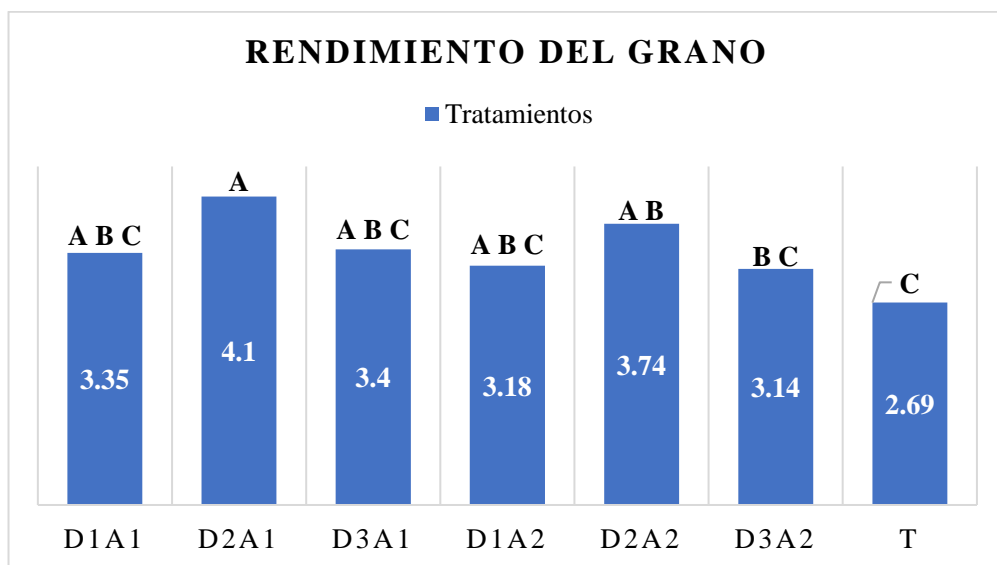
TRATAMIENTOS	Medias	Rango
D2A1	4.10	A
D2A2	3.74	A B
D3A1	3.40	A B C
D1A1	3.35	A B C
D1A2	3.18	A B C
D3A2	3.14	B C
T	2.69	C

CV: 9.80

Bidwell (2011), menciona que cuando el fréjol alcanza la fase reproductiva, el peso del grano depende del traslado de los nutrientes de la planta al grano durante la fase vegetativa de la planta por lo que se puede afirmar que los tratamientos bajo estudio es el responsable del mejoramiento para esta variable, confirmando lo propuesto por **Zavala y De la Rosa, (2015)** en cuanto al efecto del ácido salicílico en el peso del grano.

Gráfico 5.

Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento del grano (kg/parcela)



Los resultados de los análisis estadísticos demuestran que, para todas las variables, número de inflorescencias, vainas por planta, longitud de la vaina, granos por vaina y el rendimiento del grano, el tratamiento D2A1 (7gr/L con 1 aplicación) se encuentra en el rango A con diferencias significativas al resto de tratamientos, esta dosis era la recomendada en el producto bajo estudio, demostrando así lo mencionado por **Piñeros-Castro et al. (2009)** el cual expone que, dosis bajas inducen un incremento en el rendimiento y dosis altas lo disminuyen, debido a que causan un estrés bioquímico en las suspensiones celulares. Afirmando así el efecto positivo del ARISIL en el cultivo de fréjol como un inductor del crecimiento y desarrollo, similar a lo expuesto por **Rady y Mohamed, (2015)**, en su artículo sobre la modulación de los efectos del estrés salino en el crecimiento y el rendimiento *Phaseolus vulgaris L.* mediante la aplicación de ácido salicílico, el cual concluye que es altamente efectivo para mejorar el crecimiento y el rendimiento de las plantas de fréjol.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La dosis de ARISIL de 7gr/L presentó diferencias significativas en todas las variables demostrando ser la mejor dosis.
- En la variable número de inflorescencias por planta existió diferencias significativas con el tratamiento D2A1 (7 gr/L con 1 aplicación) con una media de 50.13 inflorescencias por planta en comparación con el testigo con un promedio de 35.87, aumentando en un 39%.
- La variable vainas por planta si presentó diferencias significativas en sus tratamientos. En los cuales los tratamientos con mejores resultados fueron el D2A1 (7 gr/L con 1 aplicación) y D2A2 (7gr/L con dos aplicaciones) con una media de 40.40 y 36.87 vainas por planta respectivamente a diferencia del testigo con una media de 25.73 vainas.
- En la variable longitud de la vaina existió diferencias significativas sobresaliendo los tratamientos D2A1 (7 gr/L con 1 aplicación) y D2A2 (7gr/L con dos aplicaciones) de los cuales se obtuvo una longitud media de 13.65 y 13.28 cm respectivamente, en comparación con el testigo con un promedio de 11.20 cm, aumentando en un 21% su longitud.
- En la variable número de granos por vaina, el tratamiento D2A1 (7g/L con 1 aplicación) fue el más efectivo con una media de 4.83 granos por vaina, en comparación con el testigo con una media de 4.37 granos por vaina. La cantidad de granos varía de acuerdo a las características genéticas de cada variedad de fréjol.

- En el rendimiento del grano existió diferencias significativas, siendo el tratamiento D2A1 (7gr/L con 1 aplicación) el que tuvo mayor promedio con un valor de 4.10 kg, superando al testigo con un promedio de 2.69 kg en el rango C.
- En el número de aplicaciones de ARISIL no hubo diferencias significativas por lo que no influiría en el rendimiento del cultivo aplicar dos veces la misma dosis.

RECOMENDACIONES

- ✓ Para obtener buenos rendimientos en el cultivo de fréjol se recomienda realizar aplicaciones foliares de ARISIL u otros productos comerciales a base de ácido salicílico.
- ✓ Se recomienda aplicar dosis bajas de ácido salicílico en los cultivos ya que un exceso de este podría causar estrés bioquímico en las suspensiones celulares.
- ✓ Se sugiere continuar con estudios sobre el uso del ácido salicílico como bioestimulante foliar; y de acuerdo a los resultados obtenidos se recomienda evaluar otras dosis, número de aplicaciones y tipo de aplicación, encontrando así un método alternativo que primero proteja el medio ambiente y posteriormente cuide la salud de los productores y consumidores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bandurska, H. (2013). Ácido salicílico: una actualización sobre biosíntesis y acción en la respuesta de la planta al déficit hídrico y rendimiento bajo sequía. En "Ácido salicílico", pp. 1-14. Springer
- Bidwell, R. G. S. (2011). Fisiología vegetal. México. AGT, SA, 624. Recuperado de: <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/fisiologiavegetalbidwell.pdf>
- Bonnemain, J.-L., Chollet, J.-F., and Rocher, F. (2013). Transporte de ácido salicílico y compuestos relacionados, pp. 43-59. Springer
- Cabrera, A (2021). Efecto del ácido salicílico en la inducción de la resistencia en tomate de árbol (*Solanum betaceum*) a la antracnosis y caracterización molecular. Tesis de grado. Cuenca, Ecuador, Universidad de Cuenca. 34 p. Consultado 11 may. 2021. Recuperado de: https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/35662/1/Trabajo%20de%20titulacion.pdf?fbclid=IwAR21_WvjlvB3x1c4Jo71n20hp7qwYMkU5Vxf5OIQd9yivu5aePPlszQJ4_c
- Cárdenas, A. (2012). Frijol Arbustivo: Fréjol Arbustivo Andino. Recuperado de: http://frijolarbus.blogspot.com/2012/04/frijol-arbustivo-andino_23.html
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. CIAT, (2004). Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Cali, Colombia. 56p
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropicales, CO). (1984). Guía práctica para el agricultor sojero y el ganadero: Morfología de la planta de fréjol común. Cali, CO. CIAT. 56p.
- Coquoz JL., Buchala A., Metraux J. P. (1998). Biosíntesis de ácido salicílico en plantas de patata. Fisiología de las plantas. 117: 1095-1101.
- Díaz, D., Pérez, S., & Preciado, P. (2016). EFECTO DEL ÁCIDO SALICÍLICO EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD NUTRACÉUTICA DE FRUTOS DE TOMATE. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263149506002.pdf>
- Escoto, N. (2004) El cultivo de fréjol. Manual técnico para uso de empresas privadas, consultores individuales y productores. Honduras, Tegucigalpa. Recuperado de: <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REf01e74.pdf>
- Estrella, (2002). Evaluación de Cuatro Líneas de Fréjol Arbustivo. Págs.: 17 – 30.

- Fariduddin, Q., Hayat, S., and Ahmad, A. (2003). El ácido salicílico influye en la tasa fotosintética neta, la eficiencia de carboxilación, la actividad del nitrato reductasa y el rendimiento de semillas en Brassica juncea. *Fotosintética* 41: 281-284
- Guan, L. and J.G. Scandalios. (1995). Respuestas relacionadas con el desarrollo de los genes de catalasa de maíz al ácido salicílico. *Procedimientos de la Academia Nacional de Ciencias, USA.* 92: 5930-5934.
- Gunness, P., Kravchuk, O., Nottingham, S. M., D'Arcy, B. R., and Gidley, M. J. (2009). Análisis sensorial de frutos de fresa individuales y comparación con análisis instrumental. *Biología y Tecnología Poscosecha.* 52, 164-172.
- Gutiérrez, L. (2001). Respuesta del cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris*) a la aplicación de tres fitoestimulantes orgánicos y un químico. ConaquiImbabura. Quito, Ec. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. 68 p
- Hernández, J. (2009) Manual de recomendaciones técnicas del cultivo de fréjol; Costa Rica, Pp 21
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). (2004). El cultivo de fréjol arbustivo en la Sierra sur. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Azogues. Ecuador. Págs.: 9-10.
- INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS EC. INIAP. (2008). Informes Anuales, Programa de Leguminosas. E.E. Chuquipata. Azogues, Ec. INIAP. 65 p.
- Islam, M. Z., Mele, M. A., Choi, K.-Y., Baek, J. P., and Kang, H. (2018). El ácido salicílico en solución nutritiva influye en la calidad de la fruta y la vida útil del tomate cherry cultivado en hidroponía. *Santos Malasia.* 47, 537-542.
- Khodary, S. E. A. (2004). Efecto del ácido salicílico sobre el crecimiento, la fotosíntesis y el metabolismo de los carbohidratos en plantas de maíz con estrés salino. *Revista Internacional de Ciencias Biológicas.* 6: 5-8.
- Lardizabal, R., Arias, S & Segura, R. (2013). Manual de producción de frijol. Cortes, Honduras.
- Larqué-Saavedra, A., Martín-Mex, R., Nexticapan-Garcéz, Á., Vergara-Yoisura, S., and Gutiérrez-Rendón, M. (2010). Efecto del ácido salicílico en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Revista Chapingo. Serie horticultura* 16, 183-187.

- Martín M. R., y Larqué A. (2003). Efecto de salicilatos en la productividad de pepino europeo (*Cucumis sativus* L.). Memoria del X Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, IX Congreso Nacional y II Internacional de la Asociación Mexicana de Horticultora Ornamental.
- Martín, M. R., Vergara, Y. A., Nexticapán, G., Larqué, S. A. (2010). La aplicación de bajas concentraciones de ácido salicílico aumenta el número de flores en *Petunia* híbrida. *Agrociencia*. 44: 773-778.
- Matute, C. (2013). Evaluación agronómica de quince cultivares de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) en la Estación Experimental del Austro “Bullcay”, mediante el apoyo de la investigación participativa con enfoque de género para la sierra sur del Ecuador. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador. Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5101/1/UPSCT002697.pdf>
- MUÑOZ; GIRALDO, FERNÁNDEZ de SOTO, J. (2003). Descriptores varietales: Arroz, frijol, maíz, sorgo. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 174 p. Publicación CIAT (177).
- Peralta, E., Murillo, A., Caicedo, C., Pinzón, J., & Rivera M. (1998). Manual agrícola de leguminosas: Cultivos y costos de producción. Estación Experimental Santa Catalina. Recuperado de: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/509>
- Peralta, E., Murillo, A., Mazón, N., Rodríguez, D. (2014) Catálogo de variedades mejoradas de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) para los valles y estribaciones de la sierra ecuatoriana. Incluye huella digital y razas. Quito, Ecuador. 3 Ed. Recuperado de: <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/handle/28000/4589>.
- Piñeros-Castro, Y., Otálvaro-Álvarez, Á., and Velásquez-Lozano, M. (2009). Efecto de la aplicación de elicitores sobre la producción de 4B-hidroxiwithanólido E, en raíces transformadas de *Physalis peruviana* L. *Universitas Scientiarum* 14.
- Rady, M. M., & Mohamed, G. F. (2015). Modulación de los efectos del estrés salino sobre el crecimiento, los atributos fisicoquímicos y los rendimientos de las plantas de *Phaseolus vulgaris* L. mediante la aplicación combinada de ácido salicílico y extracto de hoja de *Moringa oleifera*. *ciencia horticultura*, 193, 105-113 P.
- Ramírez H., Méndez O., Benavides A., Ramírez C. A. (2009). Influencia de la prohexadiona cálcica y los promotores de oxidación sobre el rendimiento,

- capsaicina y vitamina C en chile jalapeño. Rev. Chapingo, Serie Horticultura 15(3): 231- 236.
- Ramírez H; J. H. Racaño; A. Benavidez; R. Mendoza; y E. Padrón. (2006). Influencia de promotores de oxidación controlada en hortalizas y su relación con antioxidantes. Chapingo, Serie Horticultura.12 (002)186-195.
 - Raskin I, Ehmann, A., Melander W. R., & B. J. D. Meeuse. (1987). Ácido salicílico: un inductor natural de la producción de calor en los lirios Arum. Ciencia. 237: 1602-2602.
 - Rodríguez, M. A. G. (2017). Evaluación de un hidrogel y ácido salicílico durante el crecimiento, desarrollo y rendimiento de un cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo invernadero (Doctoral dissertation, Tesis Universidad Autónoma Antonio Narro. División de Agronomía. Departamento de botánica).
 - Shafiee, M., Taghavi, T., and Babalar, M. (2010). La adición de ácido salicílico a la solución nutritiva combinada con tratamientos poscosecha (agua caliente, ácido salicílico e inmersión en calcio) mejoró la calidad de la fruta poscosecha de la fresa. ciencia horticulturae. 124, 40-45.
 - Terranova (1998). Enciclopedia agropecuaria: Producción Agrícola Agroecológica. Santa fe de Bogotá, CO. 132p.
 - Umetani, Y., Kodakari, E., Yamamura, T., Tanaka, S., and Tabata, M. (1990). Glucosilación de ácido salicílico por cultivos celulares en suspensión de *Mallotus japonicus*. Informes de células vegetales 9, 325-327.
 - Vázquez-Díaz, D. A., L. Salas-Pérez., P. Preciado-Rangel., M. A. SeguraCastruita., J. González-Fuentes and., J. Valenzuela-García. (2016). Efecto del ácido salicílico en la producción y calidad nutracéutica de frutos de tomate. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 17: 3405-3414.
 - Ventura, R. (2018) Cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.). CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL “Enrique Álvarez Córdova”. Recuperado de: file:///C:/Users/hp/Downloads/Guia%20Centa_Frijol.pdf
 - Villacis, C., Cevallos, N., Acuña, J., & Pinzón, Z. (1991). INIAP-404: Variedad de fréjol arbustivo cargabello seleccionado. Recuperado de: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2550>

- Villacis, Y. (2015). Caracterización morfo-agronómica de 15 accesiones de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) en la comunidad de Jashi cantón Chillanes provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda, Ecuador.
- Villanueva-Couoh, E., G. Alcántar-González, P. Sánchez-García, M. Soria-Fregoso y A. Larqué Saavedra (2009). Efecto del ácido salicílico y dimetilsulfóxido en la floración de *Chrysanthemum morifolium* (Ramat) Kitamura en Yucatán. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 15: 25-31.
- White J. W. 1985. Conceptos básicos de Fisiología del frijol. Ing. López, M.I. Fernández., A Van Schoonhoven (ed). *Frijol: Investigación y Producción*. CIAT. Cali. Colombia, p. 43.60.
- Xie, Z., Z. L. Zhang, S. Hanzlik, E. Cook and Q.J. Shen. (2007). El ácido salicílico inhibe la expresión de alfa-amilasa inducida por giberelinas y la germinación de semillas a través de una vía que involucra un gen WRKY inducible por ácido abscísico. *Biología Molecular Vegetal*. 64:293-303
- Zavala Ramírez, M. G., & De la Rosa Ibarra, M. D. A. (2015). Efecto del Ácido Salicílico en el Crecimiento, Desarrollo y Rendimiento de Dos Variedades de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Bajo Condiciones de Temporal.

ANEXOS

Anexo 1. Preparación del terreno, división y surcado



Anexo 2. Simbra de la semilla del frejol



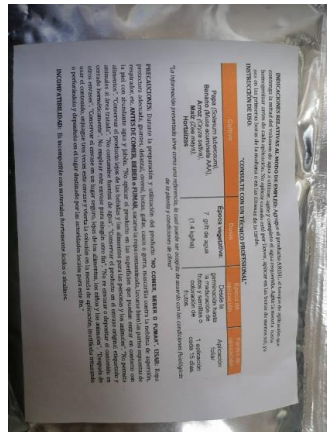
Anexo 3. Primeros brotes del cultivo



Anexo 4. Delimitación de parcelas y colocación de las etiquetas



Anexo 5. Aplicación de ARISIL a los 45 y 60 días



Anexo 6. Primeras flores del cultivo



Anexo 7. Vainas del cultivo de fréjol



Anexo 8. Toma de datos después de la cosecha



Análisis estadístico

NO. INFLORESCENCIAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NO. INFLORESCENCIAS	21	0.82	0.70	6.62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	450.72	8	56.34	6.84	0.0017
BLOQUES	3.71	2	1.86	0.23	0.8015
TRATAMIENTOS	447.00	6	74.50	9.04	0.0007
Error	98.87	12	8.24		
Total	549.59	20			

Contrastes

TRATAMIENTOS	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Contrastel		52.43	10.74	196.38	1	196.38	23.83	0.0004
Total				196.38	1	196.38	23.83	0.0004

Coefficientes de los contrastes

TRATAMIENTOS	Ct.1
D1A1	1.00
D1A2	1.00
D2A1	1.00
D2A2	1.00
D3A1	1.00
D3A2	1.00
T	-6.00

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=8.20268

Error: 8.2394 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.			
D2A1	50.13	3	1.66	A		
D2A2	49.53	3	1.66	A	B	
D3A1	42.93	3	1.66	A	B	C
D1A1	41.93	3	1.66	A	B	C
D3A2	41.77	3	1.66		B	C
D1A2	41.33	3	1.66		B	C
T	35.87	3	1.66			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

N° DE INFLORESCENCIAS			
	R 1	R 2	R 3
D1A1	33	46	49
	42	39	43
	39	49	50
	40	35	35
	39	45	53
	37	46	46
	45	39	39
	38	42	44
	43	41	45
	38	39	39
Total	394	421	443
Media	39.4	42.1	44.3

N° DE INFLORESCENCIAS			
	R 1	R 2	R 3
D2A1	53	52	56
	48	46	48
	51	48	50
	46	46	46
	53	52	52
	42	44	49
	55	54	58
	47	52	54
	52	54	52
	54	43	47
	Total	501	491
Media	50.1	49.1	51.2

N° DE INFLORESCENCIAS			
	R 1	R 2	R 3
D3A1	55	49	41
	47	55	32
	39	39	39
	40	48	47
	52	52	34
	49	49	41
	42	45	37
	47	47	31
	32	38	39
	46	46	30
	Total	449	468
Media	44.9	46.8	37.1

N° DE INFLORESCENCIAS			
	R 1	R 2	R 3
D1A2	42	47	42
	36	39	46
	39	43	45
	49	49	49
	34	39	39
	50	47	49
	34	39	42
	35	37	35
	40	43	45
	39	32	35
	Total	398	415
Media	39.8	41.5	42.7

N° DE INFLORESCENCIAS			
	R 1	R 2	R 3
D2A2	53	47	49
	49	43	56
	47	49	49
	49	50	53
	51	51	53
	49	47	48
	45	43	56
	52	53	54
	47	42	57
	49	46	49
	Total	491	471
Media	49.1	47.1	52.4

N° DE INFLORESCENCIAS			
	R 1	R 2	R 3
D3A2	45	33	47
	39	42	36
	43	41	43
	51	37	47
	38	43	37
	41	40	46
	43	41	39
	49	36	43
	46	43	38
	44	41	41
	Total	439	397
Media	43.9	39.7	41.7

N° DE INFLORESCENCIAS			
	R 1	R 2	R 3
T	34	35	41
	42	42	47
	36	34	35
	44	43	44
	33	33	38
	36	29	43
	29	34	34
	32	30	30
	38	29	38
	29	33	31
Total	353	342	381
Media	35.3	34.2	38.1

VAINAS POR PLANTA

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
VAINAS POR PLANTA	21	0.72	0.53	10.92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	408.05	8	51.01	3.87	0.0177
BLOQUES	28.85	2	14.42	1.09	0.3661
TRATAMIENTOS	379.21	6	63.20	4.79	0.0102
Error	158.23	12	13.19		
Total	566.29	20			

Contrastes

<u>TRATAMIENTOS</u>	<u>Contraste</u>	<u>E.E.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	
Contrastel		52.73	13.59	198.63	1	198.63	15.06	0.0022
Total				198.63	1	198.63	15.06	0.0022

Coefficientes de los contrastes

<u>TRATAMIENTOS</u>	<u>Ct.1</u>
D1A1	1.00
D1A2	1.00
D2A1	1.00
D2A2	1.00
D3A1	1.00
D3A2	1.00
T	-6.00

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=10.37689

Error: 13.1861 gl: 12

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

D2A1	40.40	3	2.10	A
D2A2	36.87	3	2.10	A
D3A1	33.43	3	2.10	A B
D1A1	33.13	3	2.10	A B
D3A2	32.17	3	2.10	A B
D1A2	31.13	3	2.10	A B
T	25.73	3	2.10	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

VAINAS POR PLANTA			
	R 1	R 2	R 3
D1A1	27	28	40
	33	31	38
	31	35	41
	30	40	39
	26	26	27
	31	31	43
	29	34	36
	36	37	38
	32	34	37
	26	29	29
Total	301	325	368
Media	30.1	32.5	36.8

VAINAS POR PLANTA			
	R 1	R 2	R 3
D2A1	43	47	38
	38	35	49
	37	39	40
	42	42	47
	32	33	38
	42	44	51
	35	37	37
	39	39	39
	42	42	47
	39	38	41
Total	389	396	427
Media	38.9	39.6	42.7

VAINAS POR PLANTA			
	R 1	R 2	R 3
D3A1	28	38	31
	31	32	29
	41	43	22
	39	40	30
	30	33	21
	38	46	30
	31	35	22
	32	38	27
	43	43	30
	36	39	25
Total	349	387	267
Media	34.9	38.7	26.7

VAINAS POR PLANTA			
	R 1	R 2	R 3
D1A2	30	28	35
	28	31	29
	23	40	42
	30	35	37
	21	34	34
	28	30	36
	21	29	31
	26	34	29
	30	40	31
	24	33	35
Total	261	334	339
Media	26.1	33.4	33.9

VAINAS POR PLANTA			
	R 1	R 2	R 3
D2A2	33	32	42
	37	35	39
	44	43	43
	38	28	37
	37	39	43
	31	37	41
	33	33	45
	29	29	39
	31	34	35
	41	39	39
Total	354	349	403
Media	35.4	34.9	40.3

VAINAS POR PLANTA			
	R 1	R 2	R 3
D3A2	31	30	36
	28	36	31
	34	27	27
	37	31	30
	29	29	29
	32	30	34
	34	34	32
	37	37	37
	30	28	30
	36	33	36
Total	328	315	322
Media	32.8	31.5	32.2

VAINAS POR PLANTA			
	R 1	R 2	R 3
T	23	26	31
	30	21	28
	20	20	32
	22	28	28
	24	24	24
	25	25	29
	24	23	26
	27	20	34
	23	24	38
	23	23	27
Total	241	234	297
Media	24.1	23.4	29.7

LONGITUD VAINA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LONGITUD VAINA	21	0.69	0.49	5.43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12.83	8	1.60	3.41	0.0276
BLOQUES	1.00	2	0.50	1.06	0.3756
TRATAMIENTOS	11.83	6	1.97	4.20	0.0166
Error	5.64	12	0.47		
Total	18.48	20			

Contrastes

TRATAMIENTOS	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Contraste1		10.06	2.57	7.23	1	7.23	15.39	0.0020
Total			7.23	1	7.23	15.39	0.0020	

Coefficientes de los contrastes

TRATAMIENTOS	Ct.1
D1A1	1.00
D1A2	1.00
D2A1	1.00
D2A2	1.00
D3A1	1.00
D3A2	1.00
T	-6.00

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.95943

Error: 0.4702 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
D2A1	13.65	3	0.40	A
D2A2	13.28	3	0.40	A
D3A1	13.10	3	0.40	A B
D3A2	12.61	3	0.40	A B
D1A1	12.32	3	0.40	A B
D1A2	12.29	3	0.40	A B
T	11.20	3	0.40	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

LONGITUD DE LA VAINA			
	R 1	R 2	R 3
D1A1	11.2	12.6	12.9
	12.4	11.4	12.7
	10.3	12.4	12.9
	12.2	10.9	13.2
	12.8	12.7	12.7
	12.3	12.6	12.6
	11.8	11.8	11.8
	12.7	12.7	12.6
	12.3	12.3	12.7
	13.1	12.6	12.3
	121.1	122	126.4
Media	12.11	12.2	12.64

LONGITUD DE LA VAINA			
	R 1	R 2	R 3
D2A1	14.7	14.3	13.6
	14.9	14.1	14.7
	15.6	14.7	14.8
	13.7	12.4	15.4
	12.5	13.7	12.7
	13.7	12.5	14.5
	14.6	12.9	12.9
	13.8	11.6	12.6
	13.2	12.1	12.1
	14.3	13.4	13.4
Total	141	131.7	136.7
Media	14.1	13.17	13.67

LONGITUD DE LA VAINA			
	R 1	R 2	R 3
D3A1	13.5	13.7	15.1
	14.7	12.5	13.7
	14.5	11.1	13.5
	14.9	12.5	12.6
	12.8	12.8	13.8
	13.6	11.9	12.9
	11.9	12.6	13.8
	12.4	11.4	14.8
	12.3	12.3	13.9
	12.3	11.3	13.8
Total	132.9	122.1	137.9
Media	13.29	12.21	13.79

LONGITUD DE L A VAINA			
	R 1	R 2	R 3
D1A2	12.8	12.4	11.6
	14.9	13.5	12.8
	13.6	12.6	12.4
	12.7	11.7	11.8
	11.9	12.9	13.1
	12.6	12.6	11.6
	11.5	10.5	10.7
	12.8	12	12.5
	12.9	12.4	11.4
	12	12.6	10
Total	127.7	123.2	117.9
Media	12.77	12.32	11.79

LONGITUD DE LA VAINA			
	R 1	R 2	R 3
D2A2	11.3	15.7	12.7
	12.3	14.3	14.8
	11.5	12.8	12.5
	12.8	13.9	12.8
	11.9	12.8	14
	12.6	13.6	12.1
	12.9	12.9	13.6
	12.8	15.8	12.2
	13.7	14.4	15.8
	12.8	14.8	12.4
Total	124.6	141	132.9
Media	12.46	14.1	13.29

LONGITUD DE L A VAINA			
	R 1	R 2	R 3
D3A1	15.2	11.2	12.6
	13.4	12.7	11.2
	12.8	12.1	12.7
	13.7	12.7	12.1
	12.6	11.9	12.6
	13.4	12.6	12.8
	12.6	12.8	12.1
	14.3	11.5	12.5
	13.4	11.3	11.5
	14	11.3	12.6
Total	135.4	120.1	122.7
Media	13.54	12.01	12.27

LONGITUD DE LA VAINA			
	R 1	R 2	R 3
T	11.1	10.2	12.6
	11.5	9.8	12.8
	12.1	10.7	11.8
	10.8	10.2	11.3
	12.3	11.3	11.9
	11.4	10.9	12.4
	10.7	9.4	12.7
	11.2	10.7	12.6
	11.7	9	10.2
	10	10.5	12.1
Total	112.8	102.7	120.4
Media	11.28	10.27	12.04

GRANOS POR VAINA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GRANOS POR VAINA	21	0.70	0.50	2.97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.53	8	0.07	3.52	0.0247
BLOQUES	0.07	2	0.03	1.86	0.1973
TRATAMIENTOS	0.46	6	0.08	4.08	0.0184
Error	0.22	12	0.02		
Total	0.75	20			

Contrastes

TRATAMIENTOS	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Contraste1		1.67	0.51	0.20	1	0.20	10.64	0.0068
Total			0.20	1	0.20	10.64	0.0068	

Coefficientes de los contrastes

TRATAMIENTOS	Ct.1
D1A1	1.00
D1A2	1.00
D2A1	1.00
D2A2	1.00
D3A1	1.00
D3A2	1.00
T	-6.00

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.39026

Error: 0.0187 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
D2A1	4.83	3	0.08	A
D3A1	4.73	3	0.08	A B
D2A2	4.67	3	0.08	A B
D3A2	4.63	3	0.08	A B
D1A1	4.50	3	0.08	A B
D1A2	4.50	3	0.08	A B
T	4.37	3	0.08	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

GRANOS POR VAINA			
	R 1	R 2	R 3
D1A1	5	5	5
	5	4	5
	5	5	4
	4	4	4
	5	4	4
	5	5	5
	4	4	4
	5	5	4
	4	4	4
	5	4	5
Total	47	44	44
Media	4.7	4.4	4.4

GRANOS POR VAINA			
	R 1	R 2	R 3
D2A1	5	5	4
	5	5	5
	5	5	5
	5	4	5
	5	5	5
	5	5	5
	5	5	5
	5	5	4
	4	4	5
	5	5	5
Total	49	48	48
Media	4.9	4.8	4.8

GRANOS POR VAINA			
	R 1	R 2	R 3
D3A1	5	5	4
	5	4	4
	5	5	4
	4	4	5
	5	4	5
	5	5	5
	5	5	5
	5	5	5
	4	5	5
	5	5	5
Total	48	47	47
Media	4.8	4.7	4.7

GRANOS POR VAINA			
	R 1	R 2	R 3
D1A2	5	4	4
	5	4	4
	5	5	4
	5	5	5
	4	5	5
	5	4	4
	4	4	4
	5	5	5
	5	5	4
	4	4	4
Total	47	45	43
Media	4.7	4.5	4.3

GRANOS POR VAINA			
	R 1	R 2	R 3
D2A2	4	5	5
	4	5	4
	5	5	4
	5	4	5
	5	5	5
	4	5	5
	4	4	4
	5	5	5
	5	5	5
	4	5	5
Total	45	48	47
Media	4.5	4.8	4.7

GRANOS POR VAINA			
	R 1	R 2	R 3
D3A2	5	4	4
	5	5	5
	4	4	5
	5	4	5
	5	4	4
	5	5	4
	5	5	4
	4	5	5
	5	5	4
	5	5	5
Total	48	46	45
Media	4.8	4.6	4.5

LONGITUD DE LA VAINA			
	R 1	R 2	R 3
T	5	4	4
	5	4	4
	4	4	5
	4	5	5
	4	4	4
	5	5	5
	4	4	4
	4	4	4
	5	4	5
	4	4	5
Total	44	42	45
Media	4.4	4.2	4.5

RENDIMIENTO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RENDIMIENTO	21	0.75	0.58	9.80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.84	8	0.48	4.39	0.0110
BLOQUES	0.17	2	0.09	0.80	0.4715
TRATAMIENTOS	3.66	6	0.61	5.59	0.0056
Error	1.31	12	0.11		
Total	5.15	20			

Contrastes

TRATAMIENTOS	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Contraste1		4.77	1.24	1.62	1	1.62	14.86	0.0023
Total				1.62	1	1.62	14.86	0.0023

Coefficientes de los contrastes

TRATAMIENTOS	Ct.1
D1A1	1.00
D1A2	1.00
D2A1	1.00
D2A2	1.00
D3A1	1.00
D3A2	1.00
T	-6.00

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.94440

Error: 0.1092 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
D2A1	4.10	3	0.19	A
D2A2	3.74	3	0.19	A B
D3A1	3.40	3	0.19	A B C
D1A1	3.35	3	0.19	A B C
D1A2	3.18	3	0.19	A B C
D3A2	3.14	3	0.19	B C
T	2.69	3	0.19	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

RENDIMIENTO DEL GRANO (kg/parcela)				
TRATAMIENTOS	R 1	R 2	R 3	Media
D1A1	3.04	3.21	3.79	3.35
D2A1	3.95	4.08	4.27	4.10
D3A1	3.51	3.87	2.81	3.40
D1A2	2.71	3.39	3.45	3.18
D2A2	3.67	3.54	4.01	3.74
D3A2	3.25	3.05	3.12	3.14
T	2.65	2.53	2.89	2.69

FACTORIAL

NO. INFLORESCENCIAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NO. INFLORESCENCIAS	18	0.73	0.61	6.47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	250.63	5	50.13	6.37	0.0041
DOSIS	247.51	2	123.75	15.71	0.0004
APLICACIONES	2.80	1	2.80	0.36	0.5620
DOSIS*APLICACIONES	0.32	2	0.16	0.02	0.9799
Error	94.50	12	7.87		
Total	345.13	17			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.32243

Error: 7.8750 gl: 12

DOSIS Medias n E.E.

D2	49.83	6	1.15	A
D3	42.35	6	1.15	B
D1	41.63	6	1.15	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.88230

Error: 7.8750 gl: 12

APLICACIONES Medias n E.E.

A1	45.00	9	0.94	A
A2	44.21	9	0.94	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=7.69625

Error: 7.8750 gl: 12

DOSIS APLICACIONES Medias n E.E.

D2	A1	50.13	3	1.62	A
D2	A2	49.53	3	1.62	A B
D3	A1	42.93	3	1.62	A B C
D1	A1	41.93	3	1.62	B C
D3	A2	41.77	3	1.62	C
D1	A2	41.33	3	1.62	C

VAINAS POR PLANTA

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
VAINAS POR PLANTA	18	0.53	0.33	11.09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	180.58	5	36.12	2.66	0.0770
DOSIS	153.44	2	76.72	5.64	0.0188
APLICACIONES	23.12	1	23.12	1.70	0.2168
DOSIS*APLICACIONES	4.01	2	2.01	0.15	0.8644
Error	163.23	12	13.60		
Total	343.81	17			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.68090

Error: 13.6028 gl: 12

DOSIS	Medias	n	E.E.	
D2	38.63	6	1.51	A
D3	32.80	6	1.51	B
D1	32.13	6	1.51	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.78815

Error: 13.6028 gl: 12

APLICACIONES	Medias	n	E.E.	
A1	35.66	9	1.23	A
A2	33.39	9	1.23	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=10.11505

Error: 13.6028 gl: 12

DOSIS	APLICACIONES	Medias	n	E.E.	
D2	A1	40.40	3	2.13	A
D2	A2	36.87	3	2.13	A
D3	A1	33.43	3	2.13	A
D1	A1	33.13	3	2.13	A
D3	A2	32.17	3	2.13	A
D1	A2	31.13	3	2.13	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

LONGITUD VAINA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LONGITUD VAINA	18	0.48	0.26	5.14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.60	5	0.92	2.18	0.1248
DOSIS	4.04	2	2.02	4.79	0.0296
APLICACIONES	0.38	1	0.38	0.91	0.3588
DOSIS*APLICACIONES	0.17	2	0.09	0.21	0.8159
Error	5.07	12	0.42		
Total	9.67	17			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.00070

Error: 0.4221 gl: 12

DOSIS	Medias	n	E.E.	
D2	13.47	6	0.27	A
D3	12.85	6	0.27	A B
D1	12.31	6	0.27	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.66729

Error: 0.4221 gl: 12

APLICACIONES	Medias	n	E.E.	
A1	13.02	9	0.22	A
A2	12.73	9	0.22	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.78178

Error: 0.4221 gl: 12

DOSIS	APLICACIONES	Medias	n	E.E.	
D2	A1	13.65	3	0.38	A
D2	A2	13.28	3	0.38	A
D3	A1	13.10	3	0.38	A
D3	A2	12.61	3	0.38	A
D1	A1	12.32	3	0.38	A
D1	A2	12.29	3	0.38	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

GRANOS POR VAINA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GRANOS POR VAINA	18	0.51	0.31	3.11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.26	5	0.05	2.51	0.0891
DOSIS	0.20	2	0.10	4.89	0.0279
APLICACIONES	0.04	1	0.04	1.73	0.2130
DOSIS*APLICACIONES	0.02	2	0.01	0.51	0.6110
Error	0.25	12	0.02		
Total	0.50	17			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.22083

Error: 0.0206 gl: 12

DOSIS	Medias	n	E.E.	
D2	4.75	6	0.06	A
D3	4.68	6	0.06	A B
D1	4.50	6	0.06	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.14726

Error: 0.0206 gl: 12

APLICACIONES	Medias	n	E.E.	
A1	4.69	9	0.05	A
A2	4.60	9	0.05	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.39320

Error: 0.0206 gl: 12

DOSIS	APLICACIONES	Medias	n	E.E.	
D2	A1	4.83	3	0.08	A
D3	A1	4.73	3	0.08	A
D2	A2	4.67	3	0.08	A
D3	A2	4.63	3	0.08	A
D1	A2	4.50	3	0.08	A
D1	A1	4.50	3	0.08	A

RENDIMIENTO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RENDIMIENTO	18	0.59	0.42	10.20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.04	5	0.41	3.45	0.0365
DOSIS	1.71	2	0.85	7.22	0.0087
APLICACIONES	0.30	1	0.30	2.57	0.1346
DOSIS*APLICACIONES	0.03	2	0.01	0.12	0.8855
Error	1.42	12	0.12		
Total	3.46	17			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.52956

Error: 0.1182 gl: 12

DOSIS	Medias	n	E.E.	
D2	3.92	6	0.14	A
D3	3.27	6	0.14	B
D1	3.27	6	0.14	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.35312

Error: 0.1182 gl: 12

APLICACIONES	Medias	n	E.E.	
A1	3.61	9	0.11	A
A2	3.35	9	0.11	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.94289

Error: 0.1182 gl: 12

DOSIS	APLICACIONES	Medias	n	E.E.	
D2	A1	4.10	3	0.20	A
D2	A2	3.74	3	0.20	A B
D3	A1	3.40	3	0.20	A B
D1	A1	3.35	3	0.20	A B
D1	A2	3.18	3	0.20	A B
D3	A2	3.14	3	0.20	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)