



**“CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS DE TOMATE
(*Solanum esculentum* Mill) POR MÉTODOS
MICROBIOLÓGICOS Y ORGÁNICOS EN SISTEMA ABIERTO**

OPCION I

TESIS PROFESIONAL

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO BIOQUÍMICO

QUE PRESENTA:

Néstor De La Cruz Ventura

ASESOR:

DR. JOAQUIN ADOLFO MONTES MOLINA

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS

AGRADECIMIENTOS

"A mis padres, hermanas y abuelitos por brindarme su apoyo incondicional durante mi formación académica"

"A mis amigos por estar siempre conmigo y creer fielmente que las cosas se pueden lograr"

"A mi asesor y revisores por su apoyo durante mi formación y elaboración de esta investigación"

"Por ultimo pero no menos importante, gracias a ese amigo que siempre confió en mí, me acompañó durante y después de mi formación, gracias a ti Dios por permitirme realizarme como profesionalista"

DEDICATORIAS

PARA:

DIOS ERES LO MAXIMO

MAMA, PAPA Y ABUELITOS LOS AMO

LISSETH, ESTEFANIA, EDUARDO, SON MI MOTOR DE MI VIDA.

NGGR, DARL, VGV, RCVS, CSS, VMVH. GRACIAS AMIGOS POR SU APOYO

INDICE

INDICE DE FIGURAS.....	6
I.- Introducción.....	10
II.-Marco teórico.....	11
2.1.- Origen.....	11
2.2.- Taxonomía y morfología	11
2.3.- Requerimientos edofoclimáticos	13
2.4.- Particularidades del cultivo	15
2.4.1.- Marcos de plantación	15
2.4.2.- Poda de formación	15
2.4.3.-Aporcado y rehundido	15
2.4.4.- Tutorado	16
2.4.5.-Destallado	16
2.4.6.- Deshojado.....	17
2.4.7.-Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos	17
2.4.8.- Fertirrigación	17
2.5.- Plagas que afectan al cultivo del tomate	20
2.5.1.-Definición de plaga.....	20
2.5.2.- Incidencias de plagas de tomate, en sus diferentes etapas fenológicas.....	20
2.5.3.- Definición de insecto	21
2.5.4.- Descripción de los insectos perjudiciales más importantes en el cultivo de tomate	23
A) Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i> Koch)	23
B) Vasate (<i>Aculops lycopersici</i> Masse) (ACARINA: ERIOPHYDAE))	24
C) Mosquita blanca (<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius).....	24
E) Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande) (THYSANOPTERA: THRIPIDAE))	25
F) Minadores de hoja (<i>Liriomyza trifolii</i> Burgess).....	26
F) Nemátodos (<i>Meloidogyne</i> spp.)	27
2.6.- Propiedades insecticidas del Neem (<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.).....	28
2.7.- Propiedades insecticidas del mata-ratón (<i>Gliricidia sepium</i> Jacq.)	31
2.8.- Reacciones químicas en las plantas de tomate	32
III.- Justificación	40
IV.- Objetivos	42
4.1.- Objetivo general.....	42

4.2.- Objetivos especificos	42
IV.- Materiales y métodos	43
4.1.-Desarrollo del experimento	43
4.2.- Diseño experimental	43
4.3.- Recolección de hojas-preparación de los bioinsecticidas.....	44
4.4.- Aplicación de tratamientos	44
4.5.- Variables que se midieron.....	44
4.5.1.- Números de insectos benéficos y dañinos	44
4.5.3.- Variables de Crecimiento	45
4.5.4.- Variables de cosecha	45
4.5.5.- Variables Fisicoquímicos.....	45
V.- Resultados	47
5.1.- Población de insectos benéficos y dañinos a loa 60 dde antes y después de la fumigación del cultivo de tomate.....	47
A).- Insectos dañinos	48
5.2.- VARIABLES DE CRECIMIENTO	55
5.2.1.- Longitud de la planta.....	55
5.2.2.- Diámetro de tallo	61
5.2.3.- Peso de la planta	67
5.2.4.- Longitud de raíz	68
5.2.5.- Peso de raíz.....	69
5.3.- VARIABLES DE COSECHA	70
5.3.1.- Numero de flores.....	70
5.3.2.- Numero de frutos	71
5.3.3.- Diámetro de fruto	72
5.3.4.- Longitud de fruto	73
5.3.5.- Peso del fruto.....	74
5.4.- VARIABLES FISICOQUÍMICAS EN LA PLANTA DE TOMATE	75
5.4.1.- Porcentaje de humedad en las plantas de tomate.....	75
5.4.2.- Porcentaje de proteínas en las plantas de tomate.....	76
5.4.3.- Acidez en las plantas de tomate.....	77
5.4.5.- Porcentaje de carbohidratos en las plantas de tomate	78
5.4.5.- Porcentaje de cenizas en las plantas de tomate	79
5.4.6.- Cuantificación de fenoles en las plantas de tomate.....	80

5.5.- VARIABLES FISICOQUÍMICAS EN FRUTO DE TOMATE	81
5.5.1.- Porcentaje de humedad en frutos de tomates	81
5.5.2.- Porcentaje de proteínas en frutos de tomates	82
5.5.3.- Acidez en los frutos de tomate	83
5.5.4.- Cuantificación de carbohidratos en los frutos de tomate	84
5.5.5.- Porcentaje de cenizas en los frutos de tomate	85
5.5.6.- Cuantificación de fenoles en los frutos de tomate	86
VI.- Discusión de Resultados	87
VII.- Conclusiones.....	89
VIII. Recomendaciones.....	90
IX.- Bibliografía	91

INDICE DE FIGURAS

	PAG.
Figura 1. Representación taxonómica de la planta de tomate.....	13
Figura 2. Elementos básicos del metabolismo primario en relación con el metabolismo secundario de las plantas.....	33
Figura 3. Origen de algunos metabolitos secundarios (Terpenoides, carotenoides y alcaloides estereoidales).....	34
Figura 4. Similitud en la estructura química de prolina y ácido kaurenico con los ácidos abiótico y pipercolico, ambos productos secundarios.....	35
Figura 5. Elementos del metabolismo del carbono en relación con las rutas de síntesis de metabolitos secundarios.....	36
Figura 6. Síntesis de terpenos y su clasificación según las unidades de isopreno que contienen.....	37
Figura 7. Estructura química de la azadiractina.....	38
Figura 8. Estructura química del fenol.....	39
Figura 9. Rutas de síntesis de compuestos fenólicos.....	40
Figura 10. Experimento realizado en el instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez con tomate en sistema abierto.....	44
Figura 11. Resultados de la comparación de la suma de cada insecto a los 60 dde antes (a) y después (d) de las aplicaciones.....	47
Figura 12. Análisis estadístico para el insecto mosquita blanca (Bemisia tabaci Gennadius) antes de la aplicación de los tratamiento.....	48
Figura 13. Análisis estadístico para el insecto mosquita blanca antes de la aplicación de los tratamientos a los 28 dde.....	49

Figura 14. Análisis estadístico para el insecto Trips (Thrips spp) antes de la aplicación de los tratamientos a los 28 dde.....	50
Figura 15. Análisis estadístico para cada insecto mosquita blanca (Bemisia tabaci Gennadius) antes de la aplicación de los tratamientos a los 36 dde.....	51
Figura 16. Análisis estadístico para cada insecto mosquita blanca antes de la aplicación de los tratamientos a los 44 dde.....	52
Figura 17. Análisis estadístico para cada insecto mosquita blanca antes de la aplicación de los tratamientos a los 36 dde.....	53
Figura 18. Resultados del análisis estadístico para cada insecto hormiga antes de la aplicación de los tratamientos a los 36 dde.....	54
Figura 19. Longitud de la planta de tomate a los 40 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación ($P \geq 0.05\%$).....	55
Figura 20. Longitud de la planta de tomate a los 48 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación ($P \geq 0.05\%$).....	56
Figura 21. Longitud de la planta de tomate a los 56 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación ($P \geq 0.05\%$).....	57
Figura 22. Longitud de la planta de tomate a los 72 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación ($P \geq 0.05\%$).....	58
Figura 23. Longitud de la planta de tomate a los 80 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación ($P \geq 0.05\%$).....	59
Figura 24. Longitud de la planta de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación ($P \geq 0.05\%$).....	60
Figura 25. Diámetro de la planta de tomate a los 40 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación ($P \geq 0.05\%$).....	61
Figura 26. Diámetro de la planta de tomate a los 48 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación ($P \geq 0.05\%$).....	62

Figura 27. Diámetro de la planta de tomate a los 64 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación ($P \geq 0.05\%$).....	63
Figura 28. Diámetro de la planta de tomate a los 72 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación ($P \geq 0.05\%$).....	64
Figura 29. Diámetro de la planta de tomate a los 80 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación ($P \geq 0.05\%$).....	65
Figura 30. Diámetro de la planta de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación ($P \geq 0.05\%$)	66
Figura 31. Análisis estadístico del peso promedio de plantas de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación.....	67
Figura 32. Análisis estadístico de peso de raíz de plantas de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación.....	68
Figura 33. Análisis estadístico de peso de raíz de plantas de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación.....	69
Figura 34. Análisis estadístico de número de flores en plantas de tomate con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación.....	70
Figura 35. Análisis estadístico de número de frutos en plantas de tomate con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación.....	71
Figura 36. Análisis estadístico del diámetro de frutos de tomate con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación.....	72
Figura 37. Análisis estadístico de la longitud de frutos de tomate con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación.....	73
Figura 38. Análisis estadístico del peso de los frutos de tomate con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación.....	74
Figura 39. Análisis estadístico del % de Humedad en plantas de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación.....	75

Figura 40. Análisis estadístico % de proteína en plantas de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación.....	76
Figura 41. Resultados del análisis estadístico de acidez en los frutos de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación.....	77
Figura 42. Análisis estadístico de % de Ca formas de aplicación.....	78
Figura 43. Resultados del análisis estadístico de % de cenizas en plantas de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación.....	79
Figura 44. Análisis estadístico de fenoles en plantas de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación.....	80
Figura 45. Análisis estadístico del % de Humedad en Frutos de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación.....	81
Figura 46. Análisis estadístico del % de Proteínas en Frutos de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación.....	82
Figura 47. Análisis estadístico de Acidez (g/L de ácido cítrico) Frutos de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación.....	83
Figura 48. Análisis estadístico de Carbohidratos de Frutos de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación.....	84
Figura 49. Análisis estadístico % de Cenizas de Frutos de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación.....	85
Figura 50. Análisis estadístico de fenoles de frutos de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación.....	86

I.- Introducción

El tomate *Solanum lycopersicum* Mill, es una de las hortalizas cultivadas de gran importancia, debido al área cultivada, consumo y valor económico, ya que también es un cultivo altamente susceptible al ataque de insectos y enfermedades tales como: la mosquita blanca, minador, pulgones, entre otros, los que ocasionan perjuicio para los agricultores y representan pérdidas significativas en la economía de muchos países. (CATIE 1994).

Por ejemplo, México la mosquita blanca, *Bemisia tabaci* Gennadius es la plaga más común de tomate en sistemas de invernaderos o ambientes protegidos, presentando las poblaciones más altas en los primeros 50 días de cultivo (Coronado, 1991).

Dicha especie es la más importante económicamente, de las casi 1200 especies de mosquitas blanca, hasta hoy descritas. Durante el decenio ha afectado seriamente varios de los sistemas agrícolas hasta convertirse en el principal plaga agrícola mundial (Brown, 1994). Sus daños se deben especialmente a la transmisión de gemivirus, sobre todo en frijol y tomate (Hilje, 2003).

En el cultivo del tomate las enfermedades virales más frecuentes son varios tipos de mosaicos y moteados, las cuales han causado una grave crisis en varios países (Hilje, 2003).

Por lo que dentro de las alternativas que se tienen para contrarrestar el efecto nocivo que causa la mosquita blanca se tiene el extracto de neem (*Azadirachta indica* A.Juss) y mata-ratón (*Gliricidia sepium* Jacq.) obtenidos a partir de los follajes de dichas plantas.

Por ello en el presente trabajo es una investigación cuyo objetivo es evaluar el efecto de dos extractos de neem (*Azadirachta indica* A.Juss) y mata-ratón (*Gliricidia sepium* Jacq.) sobre las plagas del tomate (*Solanum esculentum* Mill) valorando el número de insectos antes y después de la aplicación de cada tratamiento.

II.-Marco teórico

2.1.- Origen

El origen del género ***Solanum*** se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, pero parece que fue en México donde se domesticó, quizá porque crecería como mala hierba entre los huertos. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero por entonces ya habían sido traídos a España y servían como alimento en España e Italia. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos, y de Europa también se difundió a Estados Unidos y Canadá. (CATIE, 1994).

2.2.- Taxonomía y morfología

- Familia: *Solanaceae*
- Especie: ***Solanum*** *esculentum* Mill.
- Planta: perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semi erecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas).
- Sistema radicular: raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera hacia dentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, cortex y cilindro central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes). (CATIE, 1994).
- Tallo principal: eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Su estructura, de fuera hacia dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o cortex, cuyas células

más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales. (CATIE, 1994).

- Hoja: compuesta e imparipinnada, con folíolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimatoso está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal. (CATIE, 1994). En la figura 1 se puede observar con claridad cómo está dividida la planta de tomate de manera taxonómica.

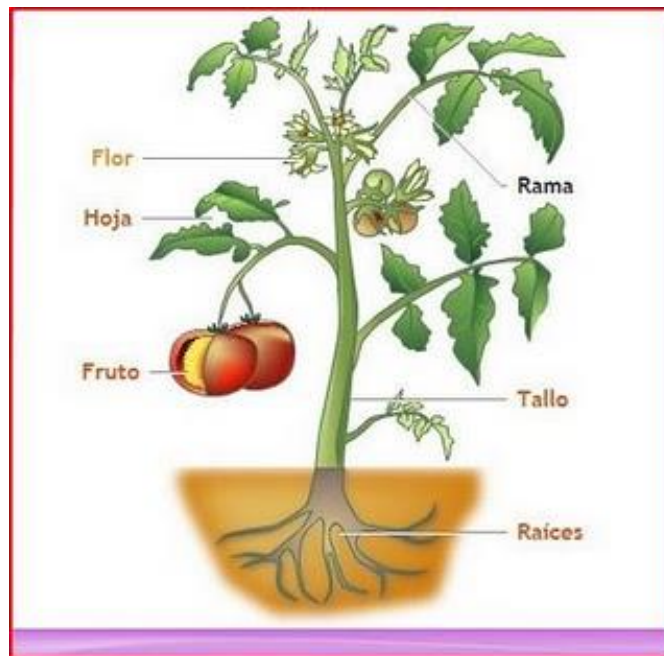


Figura 1. Representación taxonómica de la planta de tomate.

- Flor: es perfecta, regular e hipogina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135° , de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (dicasio), generalmente en

número de 3 a 10 en variedades comerciales de tomate calibre M y G; es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas. (CATIE, 1994).

- Fruto: baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto. (CATIE, 1994).

2.3.- Requerimientos edofoclimáticos

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto.

- **Temperatura:** es menos exigente en temperatura que la berenjena y el pimiento. La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30°C durante el día y entre 1 y 17°C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35°C afectan a la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12-15°C también originan problemas en el desarrollo de la planta. A temperaturas superiores a 25°C e inferiores a 12°C la fecundación es defectuosa o nula.

➤ **La maduración** del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10°C así como superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas.

No obstante, los valores de temperatura descritos son meramente indicativos, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de los parámetros climáticos.

➤ **Humedad:** la humedad relativa óptima oscila entre un 60% y un 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor.

➤ **Luminosidad:** valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad.

➤ **Suelo:** la planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos enarenados. En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando están enarenados. Es la especie cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego.

➤ **Fertilización carbónica:** la aportación de CO₂ permite compensar el consumo de las plantas y garantiza el mantenimiento de una concentración superior a la media en la atmósfera del invernadero; así la fotosíntesis se estimula y se acelera el crecimiento de las plantas.

Para valorar las necesidades de CO₂ de los cultivos en invernadero necesitamos realizar, en los diversos periodos del año, un balance de las pérdidas derivadas de la absorción por parte de las plantas, de las renovaciones de aire hechas en el invernadero y las aportaciones proporcionadas por el suelo a la atmósfera del mismo. Del enriquecimiento en CO₂ del invernadero depende la calidad, la productividad y la precocidad de los cultivos. Hay que tener presente que un exceso de CO₂ produce daños

debidos al cierre de los estomas, que cesan la fotosíntesis y pueden originar quemaduras. Los aparatos más utilizados en la fertilización carbónica son los quemadores de gas propano y los de distribución de CO₂.

En el cultivo del tomate las cantidades óptimas de CO₂ son de 700-800 ppm. En cuanto a los rendimientos netos dan incrementos del 15-25% en función del tipo de invernadero, el sistema de control climático, etc.

2.4.- Particularidades del cultivo

2.4.1.- Marcos de plantación

El marco de plantación se establece en función del porte de la planta, que a su vez dependerá de la variedad comercial cultivada. El más frecuentemente empleado es de 1,5 metros entre líneas y 0,5 metros entre plantas, aunque cuando se trata de plantas de porte medio es común aumentar la densidad de plantación a 2 plantas por metro cuadrado con marcos de 1 m x 0,5 m. Cuando se tutoran las plantas con perchas las líneas deben ser “pareadas” para poder pasar las plantas de una línea a otra formando una cadena sin fin, dejando pasillos amplios para la bajada de perchas (aproximadamente de 1,3 m) y una distancia entre líneas conjuntas de unos 70 cm.

2.4.2.- Poda de formación

Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado. Se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Así mismo se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 o 2 brazos, aunque en tomates de tipo Cherry suelen dejarse 3 y hasta 4 tallos. (CATIE, 1994).

2.4.3.-Aporcado y rehundido

Práctica que se realiza en suelos enarenados tras la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de un mayor número de raíces, y que consiste en cubrir la parte inferior de la planta con arena. El rehundido es una variante del aporcado que se lleva a cabo doblando la planta, tras haber sido ligeramente rascada, hasta que entre en contacto con la tierra, cubriéndola ligeramente con arena, dejando fuera la yema terminal y un par de hojas. (CATIE, 1994).

2.4.4.- Tutorado

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallado, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades. (CATIE, 1994).

La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de una extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (1,8-2,4 m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de este momento existen tres opciones:

- Bajar la planta descolgando el hilo, lo cual conlleva un coste adicional en mano de obra. Este sistema está empezando a introducirse con la utilización de un mecanismo de sujeción denominado “holandés” o “de perchas”, que consiste en colocar las perchas con hilo enrollado alrededor de ellas para ir dejándolo caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips. De esta forma la planta siempre se desarrolla hacia arriba, recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que incide en una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción.
- Dejar que la planta crezca cayendo por propia gravedad.
- Dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente sobre los alambres del emparrillado.

2.4.5.-Destallado

Consiste en la eliminación de brotes axilares para mejorar el desarrollo del tallo principal. Debe realizarse con la mayor frecuencia posible (semanalmente en verano-otoño y cada 10-15 días en invierno) para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y la realización de heridas. Los cortes deben ser limpios para evitar la posible entrada de enfermedades. En épocas de riesgo es aconsejable realizar un tratamiento fitosanitario con algún fungicida-bactericida cicatrizante, como pueden ser los derivados del cobre. (CATIE, 1994).

2.4.6.- Deshojado

Es recomendable tanto en las hojas senescentes, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, como en hojas enfermas, que deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así la fuente de inoculó. (CATIE, 1994).

2.4.7.-Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos

Ambas prácticas están adquiriendo cierta importancia desde hace unos años, con la introducción del tomate en racimo, y se realizan con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad. De forma general podemos distinguir dos tipos de aclareo: el aclareo sistemático es una intervención que tiene lugar sobre los racimos, dejando un número de frutos fijo, eliminando los frutos inmaduros mal posicionados. El aclareo selectivo tiene lugar sobre frutos que reúnen determinadas condiciones independientemente de su posición en el racimo; como pueden ser: frutos dañados por insectos, deformes y aquellos que tienen un reducido calibre.

2.4.8.- Fertirrigación

En los cultivos protegidos de tomate el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y va ser función del estado fonológico de la planta así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.). (CATIE, 1994).

En cultivo en suelo y en enarenado; el establecimiento del momento y volumen de riego vendrá dado básicamente por los siguientes parámetros:

- Tensión del agua en el suelo (tensión mátrica), que se determinará mediante un manejo adecuado de tensiómetros, siendo conveniente regar antes de alcanzar los 20-30 centibares.
- Tipo de suelo (capacidad de campo, porcentaje de saturación).
- Evapotranspiración del cultivo.
- Eficacia de riego (uniformidad de caudal de los goteros).

Calidad del agua de riego (a peor calidad, mayores son los volúmenes de agua). En cuanto a la nutrición, cabe destacar la importancia de la relación N/K a lo largo de todo el ciclo de cultivo, que suele ser de 1/1 desde el trasplante hasta la floración, cambiando

hasta 1/2 e incluso 1/3 durante el período de recolección. En el cultivo del tomate en racimo el papel del potasio en la maduración del tomate es esencial, pudiéndose emplear en forma de nitrato potásico, sulfato potásico, fosfato monopotásico o mediante quelatos.

La adición de inhibidores de la nitrificación ralentiza la oxidación de amonio a nitrato, de manera que el amonio se mantiene durante más tiempo en el suelo, ya que este tipo de fertilizantes afectan a las bacterias que participan en este proceso. De esta manera el nitrógeno se suministra de forma gradual, ya que se adapta a las necesidades de cada cultivo a lo largo de su periodo de desarrollo y disminuyen las pérdidas de nitrato por lixiviación y desnitrificación, pues el efecto contrario tiene lugar con la adición de abonos minerales con elevado contenido en nitrógeno amoniacal.

El fósforo juega un papel relevante en las etapas de enraizamiento y floración, ya que es determinante sobre la formación de raíces y sobre el tamaño de las flores. En ocasiones se abusa de él, buscando un acortamiento de entrenudos en las épocas tempranas en las que la planta tiende a ahilarse. Durante el invierno hay que aumentar el aporte de este elemento, así como de magnesio, para evitar fuertes carencias por enfriamiento del suelo.

El calcio es otro macro elemento fundamental en la nutrición del tomate para evitar la necrosis apical, ocasionado normalmente por la carencia o bloqueo del calcio en terrenos generalmente salinos o por graves irregularidades en los riegos.

- Entre los micro elementos de mayor importancia en la nutrición del tomate está el hierro, que juega un papel primordial en la coloración de los frutos, y en menor medida en cuanto a su empleo, se sitúan manganeso, zinc, boro y molibdeno.

A la hora de abonar, existe un margen muy amplio de abonado en el que no se aprecian diferencias sustanciales en el cultivo, pudiendo encontrar “recetas” muy variadas y contradictorias dentro de una misma zona, con el mismo tipo de suelo y la misma variedad. No obstante, para no cometer grandes errores, no se deben sobrepasar dosis de abono total superiores a 2 gramos por litros, siendo común aportar 1 gramo por litro para aguas de conductividad próxima a 1 mili Siemens (ms) milésima parte de un Siemens (unidad de medida de la conductividad eléctrica) por cada centímetro.

Actualmente se emplean básicamente dos métodos para establecer las necesidades de abonado:

- En función de las extracciones del cultivo, sobre las que existe una amplia y variada bibliografía.
- En base a una solución nutritiva “ideal” a la que se ajustarán los aportes previo análisis de agua. Este método es el que se emplea en cultivos hidropónicos, y para poder llevarlo a cabo en suelo o en enarenado, requiere la colocación de sondas de succión para poder determinar la composición de la solución del suelo mediante análisis de macro y micronutrientes, y pH.

El aporte de micro elementos, que años atrás se había descuidado en gran medida, resulta vital para una nutrición adecuada, pudiendo encontrar en el mercado una amplia gama de sólidos y líquidos en forma mineral y en forma de quelatos, cuando es necesario favorecer su estabilidad en el medio de cultivo y su absorción por la planta. La fertirrigación carbónica consiste en el uso de agua carbonatada para el riego. El agua carbonatada se consigue mediante la inyección de CO₂ a presión en la tubería principal de manera que al disolverse en el agua de riego produce ácido carbónico que reduce el pH del agua y origina diversos bicarbonatos al reaccionar con carbonatos y otras sales presentes en el agua. El agua carbonatada recibe a continuación los fertilizantes habituales para el riego cuya solubilidad mejora en un agua ligeramente ácida.

Para aportar CO₂ al sistema de riego hay que tener en cuenta la presión de la línea de agua de riego, la distancia del punto de inyección de CO₂ al primer gotero, la temperatura del agua, el sistema de difusión del CO₂ en el agua y la cantidad de CO₂ por litro de agua.

La utilización del agua carbonatada es rentable en el cultivo del tomate; encontrándose la dosis óptima en torno a los 0.20 gramos de CO₂*l⁻¹, produciendo los mayores incrementos de cosecha. El mayor tamaño de los frutos se alcanza con una dosis de 0.35 g de CO₂*l⁻¹ (Aguar *et al*; 2003).

Ventajas de la fertirrigación carbónica:

- Acidifica el suelo modificando la solubilidad de los micronutrientes.
- Aumenta la calidad y el número de frutos.
- Favorece la disolución de los abonos utilizados.

- Evita y elimina incrustaciones en la red de riego.
- Ahorra abonos.
- Sustituye parcialmente la utilización de ácido nítrico.

2.5.- Plagas que afectan al cultivo del tomate

2.5.1.-Definición de plaga

El término genérico de “plaga”, designa a cualquier organismo que afecta a un cultivo, ya sea en forma directa o indirecta, causando pérdidas económicas, bastante considerables. Existen plagas invertebradas (insectos, ácaros, nematodos, moluscos), organismos patógenos (hongos, bacterias, virus), las malezas y los vertebrados (roedores, pájaros). (Torres, 1999).

2.5.2.- Incidencias de plagas de tomate, en sus diferentes etapas fenológicas

El conocimiento de la fonología del tomate (*Solanum esculentum* Mill), es muy importante para el Manejo integrado de Plagas (MIP), ya que la susceptibilidad del cultivo al daño por plaga varía de acuerdo con su estado de desarrollo. A su vez, la incidencia de las plagas en función de los factores ambientales y de la condición del cultivo de la región. Las principales plagas del tomate se presentan a continuación, con relación al estado fonológico del cultivo.

Durante la etapa de plántula, cualquier daño al follaje o de las ricillas puede ser crítico para su supervivencia; el agricultor debe ser consciente de la presencia de malezas, plagas invertebradas.

Durante el desarrollo vegetativo, la mayor parte de la energía de la planta se dirige a formar el follaje. El daño por otras plagas al área foliar en este periodo no es tan crítico, ya que la palta tiene tolerancia a la pérdida de follaje y un gran capacidad de recuperación para regenerar el tejido fotosintético perdido; en esta etapa predominan las plagas invertebradas, tales como: gusano cortador (*Spodoptera* spp.), los minadores (*Liriomyza* spp.), ácaros y los insectos transmisores de enfermedades tales como los áfidos y la mosquita blanca (*Hemisia* spp.). Así mismo nematodos ambientales, enfermedades como virosis, marchites, tizones, estarán presentes con importancia variable.

La etapa reproductiva tiene plagas primarias como *Heliothis* spp. Y mantiene la importancia de otras, como *Keiferia* sp. Y *Spodoptera* spp. La incidencia de virosis y los nematodos de la etapa vegetativa, se refleja durante esta etapa, en la que puede causar pérdidas significativas en la producción. (CATIE, 1994).

2.5.3.- Definición de insecto

Los insectos componen la mayor clase del mundo animal, ganando en número a todos los demás animales. Se han descrito al menos 900.000 especies, y los entomólogos creen que quedan por descubrir otras tantas o más. La clase está distribuida por todo el mundo, desde las regiones polares hasta los trópicos, y engloba especies que viven en tierra firme, agua dulce y salada, en lagos de agua salada y aguas termales. No obstante, los insectos alcanzan un número y variedad máximos en los trópicos. En lo que se refiere a su tamaño, exhiben también grandes variaciones. Algunos insectos parásitos pequeños miden menos de 0,25 mm de longitud, mientras que se sabe que al menos una especie fósil emparentada con las actuales libélulas, tenía una envergadura de más de 60 cm. Los insectos más grandes de nuestros días son algunos insectos palo, que miden unos 30 cm de longitud y ciertas polillas que tienen envergaduras de alrededor de 30 centímetros.

Los insectos son la clase más desarrollada de los invertebrados, a excepción de algunos moluscos. Los insectos como las abejas, las hormigas y los termites (termitas o comejenes) tienen complejas estructuras sociales en las que las diversas actividades necesarias para la alimentación, el abrigo y la reproducción de la colonia se reparten entre individuos adaptados para desempeñarlas. Además, la mayoría de los insectos alcanzan la madurez a través de la metamorfosis, en lugar del crecimiento directo. En la mayoría de las especies, el individuo atraviesa al menos dos fases distintas antes de alcanzar la forma adulta.

Aunque la apariencia externa de los insectos es extremadamente variada, ciertas características de su anatomía son comunes a toda la clase. El cuerpo de todos los insectos adultos se compone de tres partes: cabeza, tórax y abdomen (en las larvas, el abdomen y el tórax no siempre están diferenciados). Cada una de estas partes se compone de una serie de segmentos. La cutícula de cada segmento está formada por cuatro placas o escleritos: una dorsal (tergo), otra ventral (esterno) y dos laterales (pleuras). (Coronado, 1991).

- En la cabeza hay dos antenas, un par de ojos compuestos y tres ojos sencillos u ocelos. Las antenas, que por lo general salen de la parte delantera de la cabeza, son segmentadas. En algunos insectos las antenas presentan órganos olfativos, además de órganos del tacto. Las piezas bucales están formadas por un labro, un par de mandíbulas, un par de maxilas que presentan un palpo cada una, un labio (que también dispone de un par de palpos) y una hipofaringe. Las mandíbulas son grandes y pesadas y se encuentran a ambos lados de la boca. Se cierran horizontalmente y se emplean para aferrar la comida y triturarla. Las maxilas son de estructura más ligera. Las bocas de muchos insectos están adaptadas para perforar y chupar, más que para morder.
- El tórax está formado por tres partes que, de adelante hacia atrás, se llaman protórax, mesotórax y metatórax. Cada una de estas partes consta de un par de patas. La forma de las patas varía dependiendo de sus usos, pero todas se componen de cinco partes denominadas coxa, trocánter, fémur, tibia y tarso. En los insectos alados, las alas (que suelen ser cuatro) crecen en el tórax, dos en el mesotórax y otras dos en el metatórax. Algunos insectos tienen un par de alas y otros carecen de ellas. Las membranas superior e inferior de las alas cubren una red de tubos endurecidos, llamados nervios o venas, que les aporta rigidez a éstas. La disposición de las nervaduras o venación es característica de la mayoría de las especies de insectos y es muy utilizada por los entomólogos como base para su clasificación.
- El abdomen de los insectos está compuesto de 9 a 11 segmentos muy definidos; cuando existe el segmento undécimo está reducido a un par de cercos (apéndices presentes en el segmento posterior). En todos los casos, la abertura anal se encuentra en el último segmento. El abdomen no tiene patas; sin embargo, muchas larvas tienen varios apéndices en forma de patas llamados patas abdominales. En los insectos hembra contiene un órgano para poner los huevos (u ovopositor) que puede modificarse en forma de aguijón, sierra o taladro para efectuar la puesta en los tejidos internos de plantas o animales. Los órganos sexuales de los insectos surgen a partir de los segmentos abdominales octavo y noveno.

Los insectos tienen esqueleto externo. Este exoesqueleto es un tegumento duro formado por el endurecimiento de la capa exterior del cuerpo por

impregnación con pigmentos y polimerización de proteínas, proceso conocido como esclerotización. El esqueleto no se esclerotiza en las articulaciones, por lo que permanece flexible.

2.5.4.- Descripción de los insectos perjudiciales más importantes en el cultivo de tomate

A) Araña roja (*Tetranychus urticae* Koch)

La primera especie citada es la más común en los cultivos hortícolas protegidos, pero la biología, ecología y daños causados son similares, por lo que se abordan las tres especies de manera conjunta.

Se desarrolla en el envés de las hojas causando decoloraciones, punteaduras o manchas amarillentas que pueden apreciarse en el haz como primeros síntomas.

Con mayores poblaciones se produce desecación o incluso de foliación. Los ataques más graves se producen en los primeros estados fenológicos. Las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa favorecen el desarrollo de la plaga. En judía y sandía con niveles altos de plaga pueden producirse daños en los frutos. (CATIE, 1994).

Control preventivo y técnicas culturales

- Desinfección de estructuras y suelo previa a la plantación en parcelas con historial de araña roja.
- Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.
- Evitar los excesos de nitrógeno.
- Vigilancia de los cultivos durante las primeras fases del desarrollo.

Control biológico mediante enemigos naturales

Las principales especies depredadoras de huevos, larvas y adultos de araña roja: *Amblyseius californicus* McGregor, *Phytoseiulus persimilis* Henriot, (especies autóctonas y empleadas en sueltas).

B) Vasate (*Aculops lycopersici* Masse) (ACARINA: ERIOPHYDAE)

En la provincia de Almería es una plaga exclusiva del tomate. Aparecen primero bronceados en el tallo y posteriormente en las hojas e incluso frutos. Evolucionan de forma ascendente desde la parte basal de la planta. Aparece por focos y se dispersa de forma mecánica favorecida por la elevada temperatura y baja humedad ambiental. (CATIE, 1994).

Control preventivo y técnicas culturales

- Desinfectar la ropa, calzado, etc.
- Eliminar las plantas muy afectadas.

Control químico

Materias activas: abamectina, aceite de verano, amitraz, azufre coloidal, azufre micronizado, azufre mojable, azufre molido, azufre sublimado, azufre micronizado + dicofol, bromopropilato, diazinon, dicofol, endosulfan + azufre, permanganato potásico + azufre micronizado, tetradifon.

C) Mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius)

Insectos de aproximadamente 1.5 mm de largo, con un polvo blanco sobre sus alas. Durante su ciclo de vida pasa por etapa de huevecillo; ninfa móvil; ninfa; y un estado "ninfal" característico por observarse sus ojos rojos; y finalmente, el estado adulto. La actividad chupadora de este insecto repercute en el crecimiento y sanidad de las plantas, afectando el rendimiento. Los géneros y especies más conocidas son: *Bemisia tabaci* Gennadius y *Trialeurodes vaporariorum* Cockerell. (CATIE, 1994).

La mosquita blanca, es una plaga que ataca a más de 500 especies de plantas hospedantes, correspondientes a 74 familias. Las especies cultivadas preferidas por la mosquita blanca son: calabacita, calabaza, melón, sandía, pepino, algodón, brócoli y tomate. Pasa por cuatro estadios de huevecillo hasta adulto. Los adultos son de aproximadamente 1.5 mm de largo.

La mosquita blanca es, con frecuencia, difícil de controlar, si el control no se inicia oportunamente, ya que su ubicación es en el revés de la hoja y esto les ayuda a protegerse de insecticidas. Produce daños de tipo directo e indirecto, tanto al alimentarse, como al transmitir virus en las plantas respectivamente. (CATIE, 1994).

Control preventivo y técnicas culturales

- Colocación de mallas en las bandas de los invernaderos.
- Limpieza de malas hierbas y restos de cultivos.
- No asociar cultivos en el mismo invernadero.
- No abandonar los brotes al final del ciclo, ya que los brotes jóvenes atraen a los adultos de mosca blanca.
- Colocación de trampas cromáticas amarillas.

D) Pulgón (*Aphis gossypii* Sulzer) (HOMOPTERA: APHIDIDAE) y *Myzus persicae* Glover) (HOMOPTERA: APHIDIDAE))

Son las especies de pulgón más comunes y abundantes en los invernaderos. Presentan polimorfismo, con hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara. Las formas áptera del primero presentan sifones negros en el cuerpo verde o amarillento, mientras que las de *Myzus* son completamente verdes (en ocasiones pardas o rosadas). Forman colonias y se distribuyen en focos que se dispersan, principalmente en primavera y otoño, mediante las hembras aladas. (CATIE, 1994).

Control preventivo y técnicas culturales

- Colocación de mallas en las bandas del invernadero.
- Eliminación de malas hierbas y restos del cultivo anterior.
- Colocación de trampas cromáticas amarillas.

E) Trips (*Frankliniella occidentalis* Pergande) (THYSANOPTERA: THIRIPIDAE))

Los adultos colonizan los cultivos realizando las puestas dentro de los tejidos vegetales en hojas, frutos y, preferentemente, en flores (son florícolas), donde se localizan los mayores niveles de población de adultos y larvas nacidas de las puestas. Los daños directos se producen por la alimentación de larvas y adultos, sobre todo en el envés de

las hojas, dejando un aspecto plateado en los órganos afectados que luego se necrosan. Estos síntomas pueden apreciarse cuando afectan a frutos (sobre todo en pimiento) y cuando son muy extensos en hojas). Las puestas pueden observarse cuando aparecen en frutos (berenjena, judía y tomate). El daño indirecto es el que acusa mayor importancia y se debe a la transmisión del virus del bronceado del tomate (TSWV), que afecta a pimiento, tomate, berenjena y judía. (CATIE, 1994).

Control preventivo y técnicas culturales

- Colocación de mallas en las bandas del invernadero.
- Limpieza de malas hierbas y restos de cultivo.
- Colocación de trampas cromáticas azules.

Control biológico mediante enemigos naturales

Fauna auxiliar autóctona: *Aeolothrips* sp., *Orius* spp.

F) Minadores de hoja (*Liriomyza trifolii* Burgess)

Las hembras adultas realizan las puestas dentro del tejido de las hojas jóvenes, donde comienza a desarrollarse una larva que se alimenta del parénquima, ocasionando las típicas galerías. La forma de las galerías es diferente, aunque no siempre distinguible, entre especies y cultivos. Una vez finalizado el desarrollo larvario, las larvas salen de las hojas para pupar, en el suelo o en las hojas, para dar lugar posteriormente a los adultos. (CATIE, 1994).

Control preventivo y técnicas culturales

- Colocación de mallas en las bandas del invernadero.
- Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.
- En fuertes ataques, eliminar y destruir las hojas bajas de la planta.
- Colocación de trampas cromáticas amarillas.

Los daños pueden clasificarse de la siguiente forma: daños ocasionados a la vegetación, daños ocasionados a los frutos y daños ocasionados en los tallos que pueden llegar a cegar las plantas. (CATIE, 1994).

Control preventivo y técnicas culturales

- Colocación de mallas en las bandas del invernadero.
- Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.
- En el caso de fuertes ataques, eliminar y destruir las hojas bajas de la planta.
- Colocación de trampas de feromonas y trampas de luz.
- Vigilar los primeros estados de desarrollo de los cultivos, en los que se pueden producir daños irreversibles.

Control biológico mediante enemigos naturales

- Productos biológicos: *Bacillus thuringiensis* Kurstaaki 8.5%, presentado como suspensión concentrada (fluido concentrado) a una dosis de 1.20-2.50%

F) Nemátodos (*Meloidogyne spp.*)

. Afectan prácticamente a todos los cultivos hortícolas, produciendo los típicos nódulos en las raíces que le dan el nombre común de “batatilla”. Penetran en las raíces desde el suelo. Las hembras al ser fecundadas se llenan de huevos tomando un aspecto globoso dentro de las raíces. Esto unido a la hipertrofia que producen en los tejidos de las mismas, da lugar a la formación de los típicos “rosarios”. Estos daños producen la obstrucción de vasos e impiden la absorción por las raíces, traduciéndose en un menor desarrollo de la planta y la aparición de síntomas de marchitez en verde en las horas de más calor, clorosis y enanismo. Se distribuyen por rodales o líneas y se transmiten con facilidad por el agua de riego, con el calzado, con los aperos y con cualquier medio de transporte de tierra. Además, los nematodos interaccionan con otros organismos patógenos, bien de manera activa (como vectores de virus), bien de manera pasiva facilitando la entrada de bacterias y hongos por las heridas que han provocado. (CATIE, 1994).

Control preventivo y técnicas culturales

- Utilización de variedades resistentes.
- Desinfección del suelo en parcelas con ataques anteriores.
- Utilización de plántulas sanas.

Control biológico mediante enemigos naturales

-Productos biológicos: preparado a base del hongo *Arthrobotrys irregularis* Nannfield.

2.6.- Propiedades insecticidas del Neem (*Azadirachta indica* A.Juss)

El nombre científico del Neem es *Azadirachta indica* A.Juss, pertenece a la familia Meliaceae.

Es un árbol de crecimiento rápido, de hoja perenne, que alcanza alturas de hasta 20 m en condiciones óptimas, con un diámetro medio de la copa de 5 a 10 m, destacando su sistema radicular por tener una raíz pivotante muy desarrollada.

Los frutos son drupáceos, oval-oblongos, amarillos purpúreos, de 1cm de diámetro y normalmente contienen una sola semilla. El fruto tiene una longitud de 2 cm y, cuando madura, el pericarpio aparece amarillo y de textura rugosa.

El rendimiento del árbol puede variar entre 30 y 100 Kg de frutos dependiendo de las lluvias, insolación, el tipo de suelo y el tipo de variedad. En la India de los 18 millones de árboles existentes, se obtienen 3,5 millones de toneladas de semillas de las cuales se puede extraer 700.000 toneladas mientras que sólo se produce 150.000 toneladas cada año.

El árbol Neem se propaga naturalmente por semillas; los frutos cuando están maduros caen al suelo pudiendo germinar si las condiciones son adecuadas, siendo su capacidad de germinación muy alta durante las primeras 4 semanas, descendiendo luego rápidamente. Los frutos empiezan a aparecer cuando el árbol alcanza una edad de 3 a 5 años, hasta los 10 años la producción de frutos no es rentable.

El desarrollo más o menos óptimo de este árbol se ve condicionado por los siguientes factores.

- Humedad relativa.
- Tipo de suelo (acidez o basicidad).
- Edad del árbol (para descubrir a qué edad el contenido de azadiractina es mayor).
- Color de la hoja.

- Dureza de la hoja.

Hasta el momento los datos obtenidos indican que la variación en el color de la hoja (verde oscuro, verde claro, verde amarillento y amarillo) y el estado de maduración del fruto (maduro arrugado y seco), tienen alguna influencia en el contenido de azadiractina.

El Neem contiene varios miles de componentes químicos, de especial interés son los terpenoides, compuestos por C, H y O; la presencia del oxígeno hace esos compuestos más solubles en agua, metanol o etanol que en hexano, gasolina u otros solventes similares. Actualmente se conoce de la existencia de unos 100 terpenoides. El más activo es la azadiractina, de la que existen varios tipos que varían desde la azadiractina A a la azadiractina K.

Desde los primeros estudios del Dr. Siddiqui en 1942 (Saxena 1996), más de 100 componentes terpenoides, la mayoría de los tetranotriterpenoides, diterpenoides, triterpenoides, pentanotriterpenoides, hexanotriterpenoides y algunos compuestos no terpenoides han sido aislados de varias partes del árbol.

Los componentes limonoides (triterpenos) son los más importantes por su actividad y su concentración en el árbol. Estos pertenecen a nueve grupos básicos:

- Azadirona: Se encuentra en el aceite que se extrae de las semillas.
- Amorastaitina: Aparece en las hojas frescas del Neem.
- Vepinina: En el aceite de las semillas.
- Vilasinina: En las hojas del Neem.
- Geduninina: Se encuentra en el aceite de las semillas y de la corteza.
- Nimbina: En las hojas y las semillas.
- Nimbolina. También presente en las semillas.
- Salanina: En las hojas y semillas.

Las propiedades del Neem vienen basadas en el parecido que presentan sus componentes con las hormonas reales, de tal forma que los cuerpos de los insectos absorben los componentes del Neem como si fueran hormonas reales y estas bloquean su sistema endocrino. El comportamiento profundamente arraigado resultante y las aberraciones psicológicas, dejan a los insectos tan confundidos en su cuerpo y cerebro, que no pueden reproducirse y sus poblaciones se reducen mucho.

Los efectos precisos de varios extractos del Neem son a veces difíciles de concretar.

La complejidad de ingredientes del Neem y sus formas de mezclarlos y de acción tan variadas, complican en gran medida su aclaración.

Pero, a pesar de las dudas en varios detalles, se sabe bastante bien y es de sobra conocido que varios que varios extractos del Neem actúan en diversos insectos de diferentes maneras:

- Destruyendo e inhibiendo el desarrollo de huevos, larvas o crisálidas.
- Bloqueando la metamorfosis de las larvas o ninfas.
- Destruyendo su apareamiento y comunicación sexual.
- Repeliendo a las larvas y adultos.
- Impidiendo a larvas poner huevos.
- Esterilizando adultos.
- Envenenando a larvas y adultos.
- Impidiendo su alimentación.
- Bloqueando la habilidad para tragar (reduciendo la movilidad intestinal).
- Enviando mayores errores a su metamorfosis en varios periodos de desarrollo del insecto.
- Inhibiendo la formación de quitina (material del que se compone el esqueleto del insecto).
- Impide que se realicen las mudas, necesarias para entrar en la siguiente etapa del desarrollo, de tal forma que actúa como regulador de crecimiento del insecto.

De todos estos efectos, se puede decir que actualmente el poder repelente es probablemente el efecto más débil. La actividad anticomida (aunque interesante y valiosa en gran extremo) presenta corta vida y es variable. La más importante cualidad del Neem, es el bloqueo en el proceso de metamorfosis de la larva.

Otras características destacables del Neem son: difícil desarrollo de resistencia por tratarse de una mezcla de componentes bioactivos, sistémico a través de las raíces cuando se aplican al suelo, elevada biodegradabilidad, sobre todo por la acción de la radiación U.V., con una persistencia en campo de 4-8 días y posibilidad de sinergismo con otros productos naturales como *Bacillus thuringiensis* Berliner.

A causa de un efecto relativamente débil de contacto en los insectos y por su especial modo de acción, los insecticidas basados en el Neem, impiden en la mayoría de los casos un daño o solo llevan a cabo un ligero efecto nocivo a los importantes enemigos naturales de las plagas.

No produce efectos tóxicos por contacto, el efecto sobre organismos beneficiosos apenas se aprecia. No obstante cuando la aplicación de azadiractina se incrementa aparecen algunos efectos sobre la fauna auxiliar, debida principalmente a que en estos casos se acumula azadiractina en las plagas que parasitan.

Hay autores (Alfonso Molera et al., 1993) que consideran que en determinadas condiciones puede incluso incrementarse la efectividad de los antagonistas, ya que los extractos a menudo llevan a las larvas a la muerte de forma lenta y gradual con lo que estas se encuentran durante un cierto periodo en un estado débil, en el cuál es más fácilmente ser atacadas por sus enemigos.

2.7.- Propiedades insecticidas del mata-ratón (*Gliricidia sepium* Jacq.)

El árbol de mata-ratón (*Gliricidia sepium* Jacq.) tiene propiedades insecticidas poco conocidas comparadas con el neem; estudios realizados por el doctor Duke reporta que en las hojas posee un contenido de ácido ascórbico de 120 – 3.145 ppm, un contenido de 170 – 1.110 ppm de calcio, 13,000 – 85,000 ppm de fibra, 5,000-33,000 ppm de cenizas, 340-2,220 ppm de niacina, 24,000-157,000 ppm de proteínas, 0.8 – 5 ppm de riboflavina y 1.4 – 9 ppm de tiamina. (Duke Jim, 1998).

2.8.- Reacciones químicas en las plantas de tomate

El conjunto de reacciones químicas que tienen lugar en un organismo constituye el metabolismo. La mayor parte del carbono, del nitrógeno y de la energía termina en moléculas comunes a todas las células, necesarias para su funcionamiento y el de los organismos. Se trata de aminoácidos, nucleótidos, azúcares y lípidos, presentes en todas las plantas y desempeñando las mismas funciones. Se denominan metabolitos primarios (Figura 2). (Avalos, 2009).

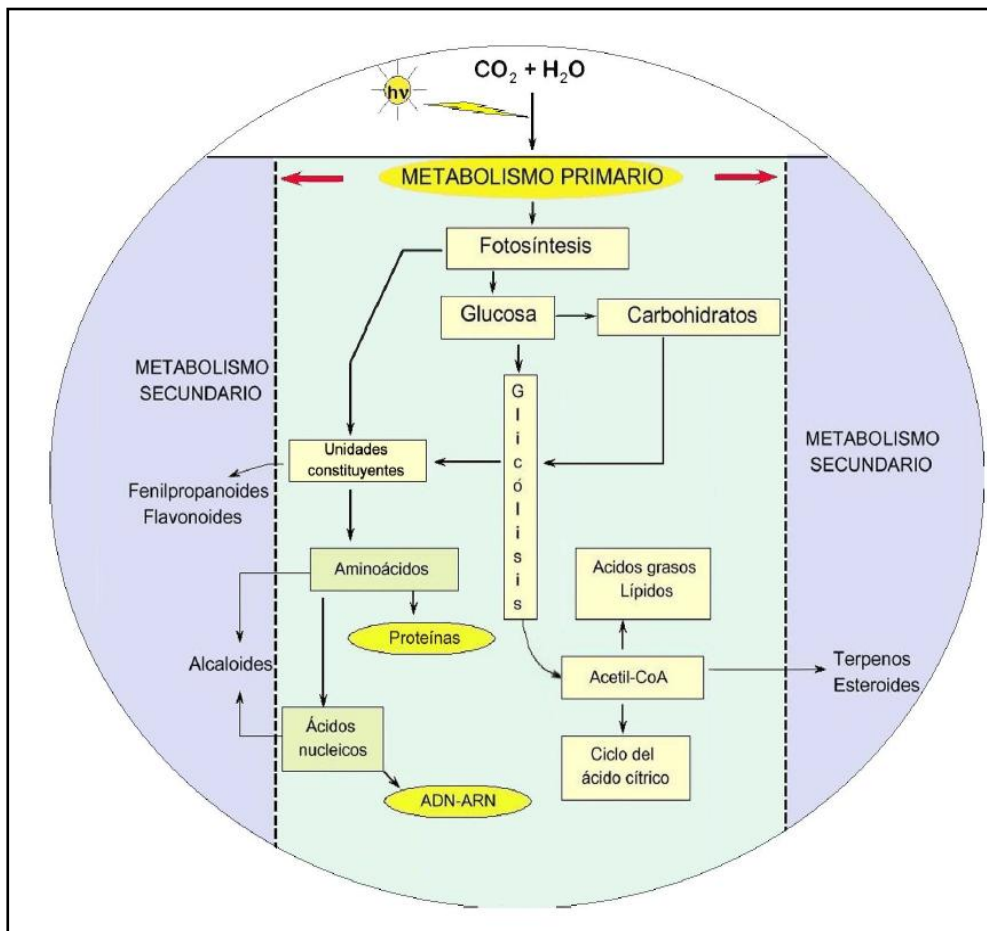


Figura 2. Elementos básicos del metabolismo primario en relación con el metabolismo secundario de las plantas.

Pero a diferencia de otros organismos, las plantas destinan una cantidad significativa del carbono asimilado y de la energía a la síntesis de una amplia variedad de moléculas orgánicas que no parecen tener una función directa en procesos fotosintéticos, respiratorios, asimilación de nutrientes, transporte de solutos o síntesis de proteínas,

carbohidratos o lípidos, y que se denominan metabolitos secundarios (también denominados productos secundarios, productos naturales) (Figura 3). (Avalos, 2009).

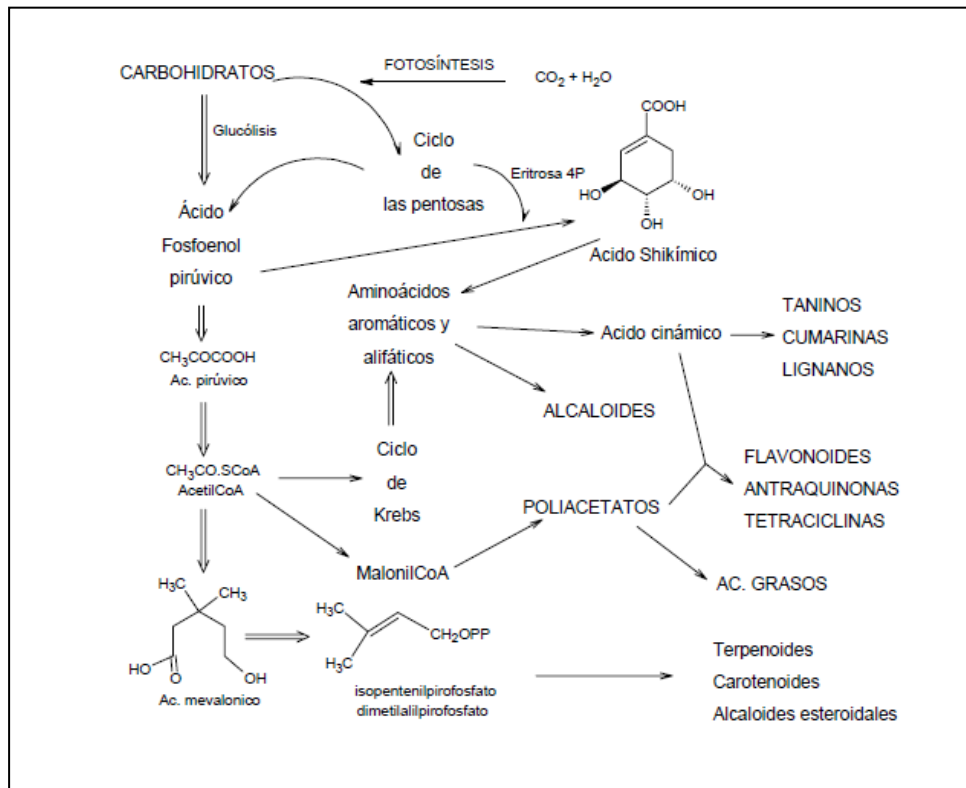


Figura 3. Origen de algunos metabolitos secundarios (Terpenoides, carotenoides y alcaloides estereoidales).

Los metabolitos secundarios además de no presentar una función definida en los procesos mencionados, difieren también de los metabolitos primarios en que ciertos grupos presentan una distribución restringida en el reino vegetal, es decir, no todos los metabolitos secundarios se encuentran en todos los grupos de plantas. Se sintetizan en pequeñas cantidades y no de forma generalizada, estando a menudo su producción restringida a un determinado género de plantas, a una familia, o incluso a algunas especies. (Avalos, 2009).

Algunos productos del metabolismo secundario tienen funciones ecológicas específicas como atrayentes o repelentes de animales. Muchos son pigmentos que proporcionan color a flores y frutos, jugando un papel esencial en la reproducción atrayendo a insectos

polinizadores, o atrayendo a animales que van a utilizar los frutos como fuente de alimento, contribuyendo de esta forma a la dispersión de semillas.

Otros compuestos tienen función protectora frente a predadores, actuando como repelentes, proporcionando a la planta sabores amargos, haciéndolas indigestas o venenosas. También intervienen en los mecanismos de defensa de las plantas frente a diferentes patógenos, actuando como pesticidas naturales. (Avalos, 2009).

La estructura química entre unos y otros a veces es muy parecida. Es el caso del ácido kaurenico y la prolina, metabolitos primarios, mientras que los ácidos abiético y piperónico, compuestos muy relacionados estructuralmente con ellos, son metabolitos secundarios (Figura. 4).

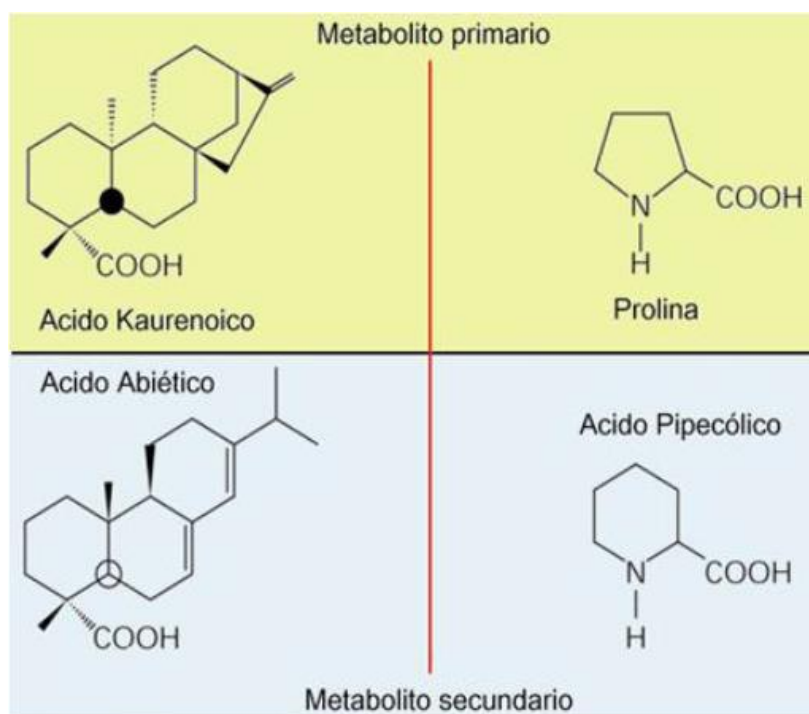


Figura 4. Similitud en la estructura química de prolina y ácido kaurenico con los ácidos abiético y piperónico, ambos productos secundarios.

Por otro lado, la distinción entre ambos tipos es difusa en ocasiones si tenemos en cuenta que la biosíntesis de muchos de ellos comparten numerosos intermediarios

que derivan de las mismas rutas metabólicas. Por lo tanto, la diferenciación entre metabolitos primarios y secundarios puede no ser del todo adecuada.

Las principales rutas de biosíntesis de metabolitos secundarios derivan del metabolismo primario del carbono (Figura. 5).

Es importante destacar que también reciben la denominación de productos naturales y tienen un importante y significativo valor medicinal y económico, derivado éste último de su uso en la industria cosmética, alimentaria, farmacéutica. Un gran número de estos productos naturales, que ya se usaban en la medicina antigua como remedios para combatir enfermedades, se utilizan en la actualidad como medicamentos, resinas, gomas, potenciadores de sabor, aromas, colorantes, etc. (Avalos, 2009).

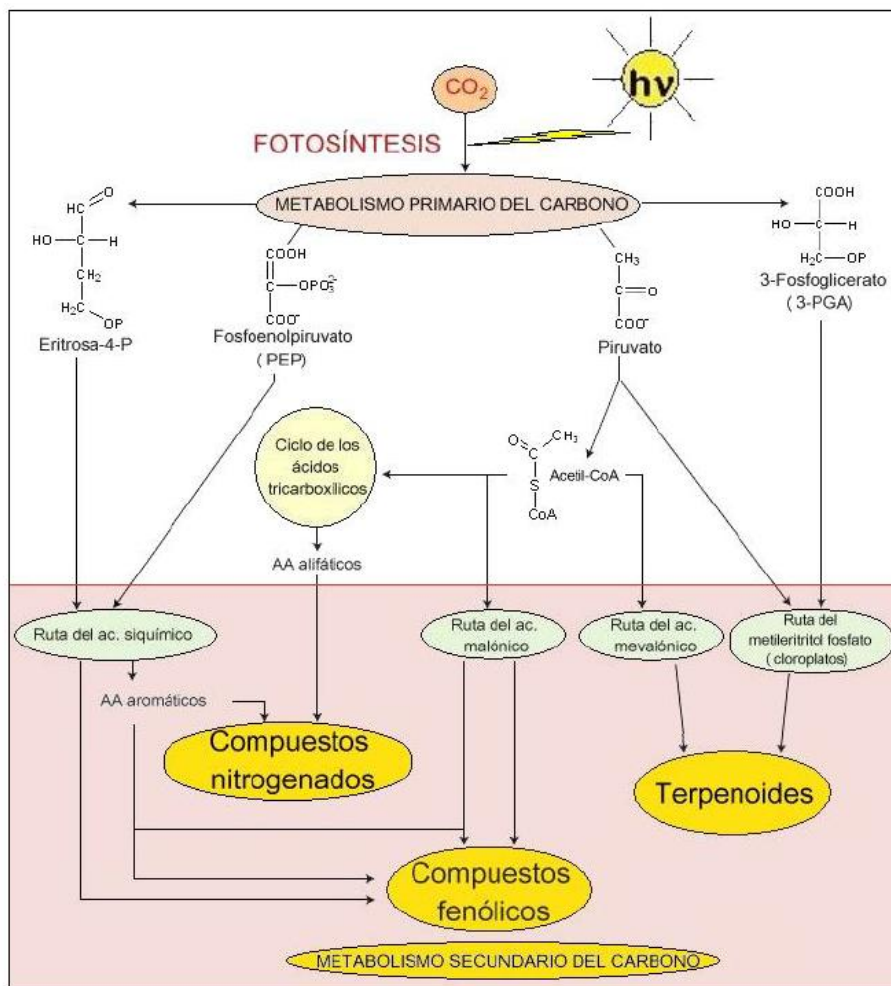


Figura 5. Elementos del metabolismo del carbono en relación con las rutas de síntesis de metabolitos secundarios.

Se agrupan en cuatro clases principales.

Terpenos. Entre los que se encuentran hormonas, pigmentos o aceites esenciales.

Compuestos fenólicos. Cumarinas, flavonoides, lignina y taninos.

Glicósidos. Saponinas, glicósidos cardíacos, glicósidos cianogénicos y glucosinolatos.

Alcaloides.

TERPENOS

Los terpenos, o terpenoides, constituyen el grupo más numeroso de metabolitos secundarios (más de 40.000 moléculas diferentes). La ruta biosintética de estos compuestos da lugar tanto a metabolitos primarios como secundarios de gran importancia para el crecimiento y supervivencia de las plantas. Entre los metabolitos primarios se encuentran hormonas (giberelinas, ácido abscísico y citoquininas), carotenoides, clorofilas y plastoquinonas (fotosíntesis), ubiquinonas (respiración) y esteroides (de gran importancia en la estructura de membranas). (Avalos, 2009).

Suelen ser insolubles en agua y derivan todos ellos de la unión de unidades de isopreno (5 átomos de C) (Figura 6). De esta forma, los terpenos se clasifican por el número de unidades de isopreno (C5) que contienen: los terpenos de 10 C contienen dos unidades C5 y se llaman monoterpenos; los de 15 C tienen tres unidades de isopreno y se denominan sesquiterpenos, y los de 20 C tienen cuatro unidades C5 y son los diterpenos. Los triterpenos tienen 30 C, los tetraterpenos tienen 40 C y se habla de politerpenos cuando contienen más de 8 unidades de isopreno. (Avalos, 2009).

Se sintetizan a partir de metabolitos primarios por dos rutas: la del ácido mevalónico, activa en el citosol, en la que tres moléculas de acetil-CoA se condensan para formar ácido mevalónico que reacciona hasta formar isopentenil difosfato (IPP), o bien la ruta del metileritritol fosfato (MEP) que funciona en cloroplastos y genera también IPP (Figura 6).

El isopentenil bifosfato y su isómero dimetilalil difosfato (DMAPP) son los precursores activados en la biosíntesis de terpenos en reacciones de condensación catalizadas por prenil transferasas para dar lugar a prenil bifosfatos como geranil difosfato (GPP), precursor de monoterpenos, farnesil difosfato (FPP) precursor de sesquiterpenos y geranilgeranil difosfato (GGPP) precursor de diterpenos (Figura 6).

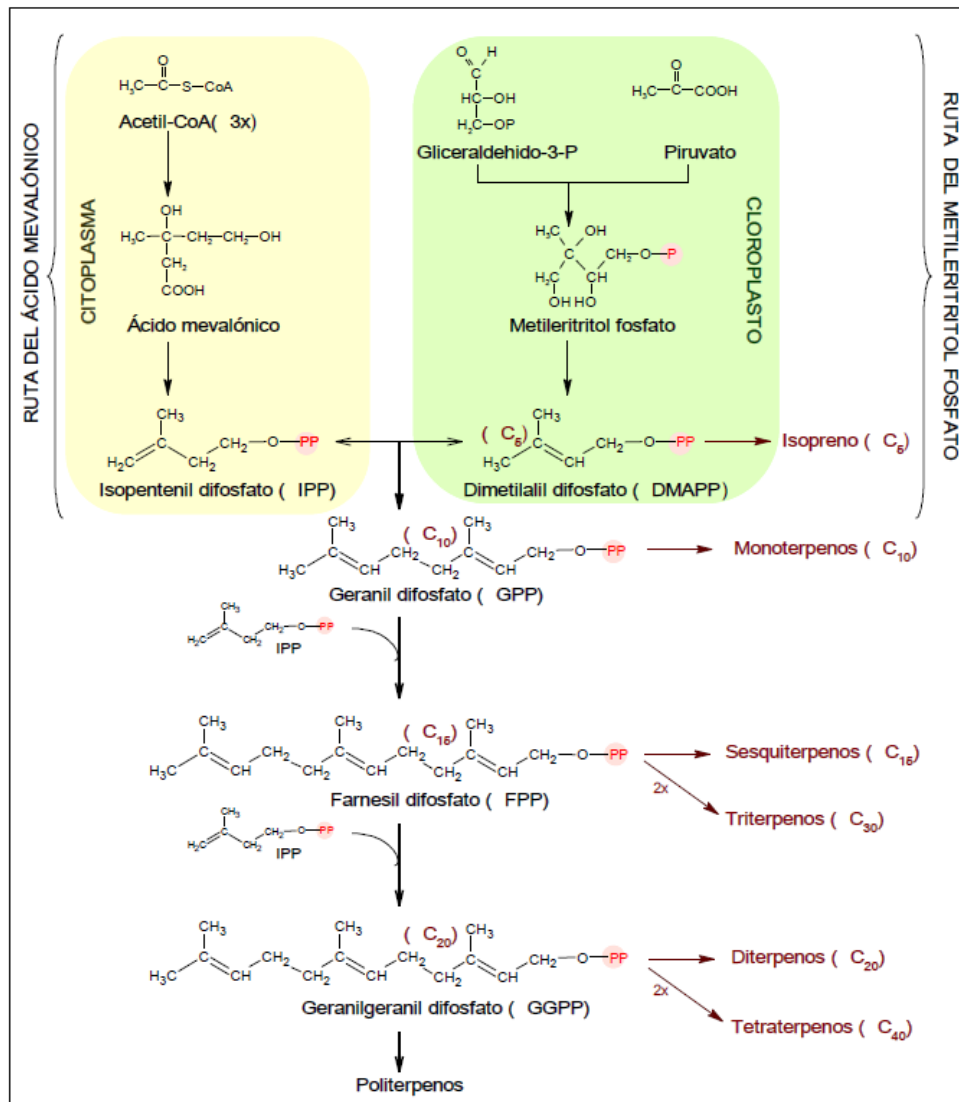


Figura 6. Síntesis de terpenos y su clasificación según las unidades de isopreno que contienen.

El grupo de los terpenos, como antes se menciona, incluye hormonas (giberelinas y ácido abscísico), pigmentos carotenoides (carotenos y xantofilas), esteroides (ergosterol, sitosterol, colesterol), derivados de los esteroides (glicósidos cardiacos), latex y aceites esenciales (proporcionan el olor y el sabor característico de las plantas). Aunque las citoquininas y las clorofilas no son terpenos, contienen en su estructura una cadena lateral que es un terpeno. A la vista de esta variedad de compuestos, es evidente que muchos terpenos tienen un importante valor fisiológico y comercial. (Avalos, 2009).

Muchos terpenoides son comercialmente interesantes por su uso como aromas y fragancias en alimentación y cosmética, o por su importancia en la calidad de productos agrícolas. Otros compuestos terpenoides tienen importancia medicinal por sus propiedades anticarcinogénicas, antiulcerosas, antimalarías, antimicrobianas, etc.

La principal función de los esteroides en plantas es formar parte de las membranas y determinar su viscosidad y su estabilidad. Algunos esteroides tienen funciones protectoras frente a insectos como en el caso de la **ecdisona** aislada del helecho común.

Los **limonoides** también son **triterpenos**, las sustancias amargas de los cítricos que actúan como antiherbívoros. Un limonoide de los más poderosos repelentes de insectos es la **azadiractina** (Figura 7) que se usa en la industria alimentaria y en agronomía para el control de plagas que es lo que contiene la planta de neem y le da las propiedades de repelente. (Avalos, 2009).

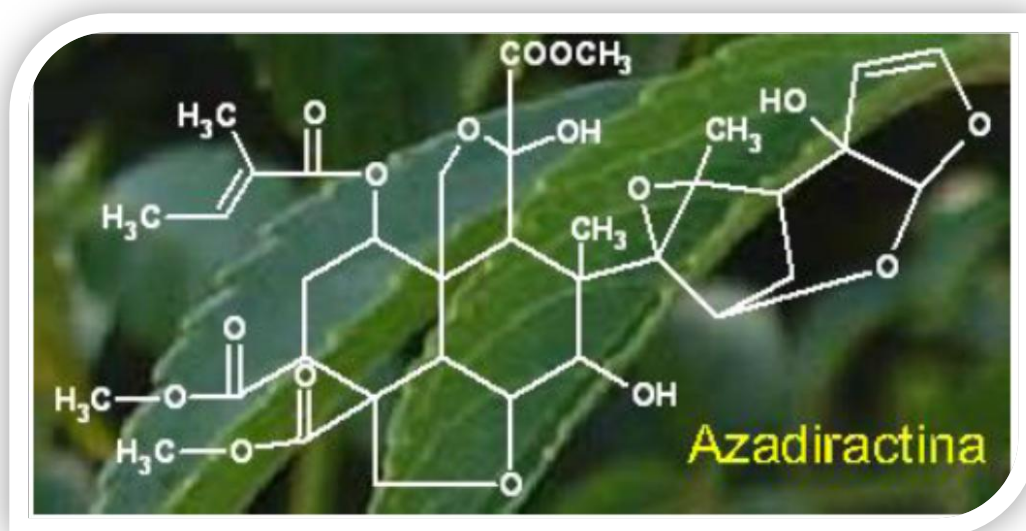


Figura 7. Estructura química de la azadiractina.

COMPUESTOS FENÓLICOS

En el contexto del metabolismo, los aminoácidos aromáticos se pueden dirigir tanto al metabolismo primario como al metabolismo secundario. Las plantas sintetizan una gran variedad de productos secundarios que contienen un grupo fenol. Estas sustancias reciben el nombre de compuestos fenólicos, polifenoles o fenilpropanoides y derivan todas ellas del fenol, un anillo aromático con un grupo hidroxilo (Figura 8). (Avalos, 2009).

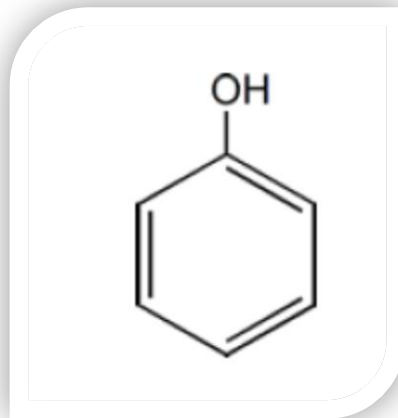


Figura 8. Estructura química del fenol.

Desde el punto de vista de la estructura química, son un grupo muy diverso que comprende desde moléculas sencillas como los ácidos fenólicos hasta polímeros complejos como los **taninos** y la **lignina**. En el grupo también se encuentran pigmentos flavonoides. Muchos de estos productos están implicados en las interacciones planta-herbívoro. Existen dos rutas básicas implicadas en la biosíntesis de compuestos fenólicos: la ruta del ácido siquímico y la ruta del ácido malónico (Figura 9). (Avalos, 2009).

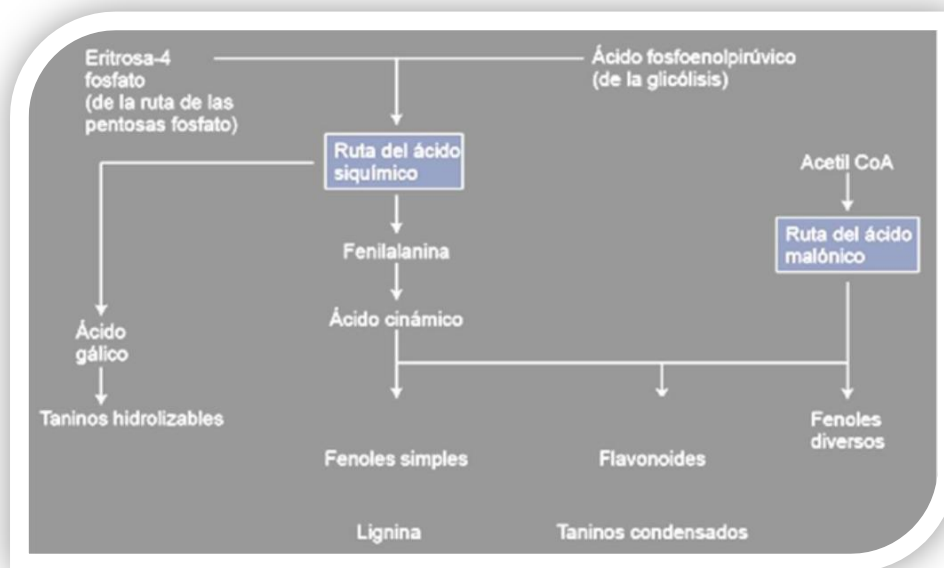


Figura 9. Rutas de síntesis de compuestos fenólicos.

III.- Justificación

Sabiendo que el tomate es de los cultivos básicos y que es de gran importancia a nivel mundial gracias a los tributos que tiene, se pretende que la producción de tomate sea de buena calidad, utilizando extractos naturales de las hojas de neem (*Azadirachta indica* A.Juss) y mata-ratón (*Gliricidia sepium* Jacq.) aplicados a la planta del tomate.

En sus actividades agrícolas, el hombre se ha auxiliado de los insecticidas para producir alimentos en mayor cantidad, libres de daño de insectos y otras plagas.

En el siglo XIX se desarrollaron gran variedad de productos sintéticos e insecticidas inorgánicos como los arseniatos de plomo, sodio, cobre y calcio, azufre elemental, ácido bórico, entre otros. Con el desarrollo de la industria química estos insecticidas fueron sustituidos por el insecticida organoclorados DDT, creando una sensación de optimismo en relación con los métodos químicos para el control de plagas, pensando que tal plaga podía ser controlada sin problemas mediante el empleo del plaguicida adecuado. El control químico de plagas ha demostrado que no se resuelve todos los problemas, dado que presenta grandes inconvenientes desde el punto de vista ecológico, entre otros se encuentran la contaminación del ambiente en agua, suelos y aire, el desarrollo de resistencias a pesticidas químicos e insectos plaga y efectos negativos de los insecticidas químicos en la salud humana.

Ante esta panorámica, es necesario desarrollar nuevas estrategias alternas dentro del manejo integrado de plagas. Estas alternativas deben emplearse de una manera sustentable en la agricultura, es decir, utilizando métodos de producción que protejan al medio ambiente y a la biodiversidad, y que a la vez conserven los recursos naturales para las generaciones futuras (Bautista, 1999).

Para ello, actualmente se ha buscado una alternativa más para el tratamiento de plagas agrícolas como lo es la mosquita blanca *Bemisia tabaci* Gennadius.

Trabajos realizados con neem (*Azadirachta indica* A.Juss) y matarratón (*Gliricidia sepium* Jacq.), las especie de plantas más estudiadas como insecticidas, mostraron que diversos de sus derivados afectan a la reproducción de las diferentes plagas presentes en el cultivo en cuestión.

Por tanto, estos hallazgos ameritan que se profundice en los efectos más específicos de los extractos anteriormente descritos, valorando el crecimiento de la planta así como la calidad del fruto del tomate.

IV.- Objetivos

4.1.- Objetivo general

- Evaluar el efecto de *Bauberia bassiana* Bassi y extractos de Neem (*Azadirachta indica* A.Juss) y mata- ratón (*Gliricidia sepium* Jacq.) sobre las plagas del follaje del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill), en invernadero.

4.2.- Objetivos específicos

- Evaluar el efecto del neem (*Azadirachta indica* A.Juss), mata- ratón (*Gliricidia sepium* Jacq.) y *Bauberia bassiana* Bassi contando el número de insectos.
- Evaluar el efecto del neem (*Azadirachta indica* A.Juss), mata- ratón (*Gliricidia sepium* Jacq.) y *Bauberia bassiana* Bassi respecto a los parámetros de crecimiento y cosecha en la planta de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill).
- Evaluar el efecto del neem (*Azadirachta indica* A.Juss), mata- ratón (*Gliricidia sepium* Jacq.) y *Bauberia bassiana* Bassi respecto a los parámetros fisicoquímicos de planta y fruto del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill).

IV.- Materiales y métodos

4.1.-Desarrollo del experimento

El trabajo se realizó en los invernaderos del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez 10° 46'24.21 latitud norte y 93° 10'22.48 longitud oeste.

4.2.- Diseño experimental

El cultivo se realizó con tomate saladet (*Solanum esculentum* Mill.), en recipientes de plástico de 60 cm de profundidad y 40 cm de diámetro, conteniendo suelo de cultivo. El diseño experimental fue de bloques, cada bloque entubó formado por 15 plantas, haciendo un total de 3 plantas por tratamiento, la unidad experimental estuvo formada por un recipiente de plástico cilíndrico. La distancia entre los bloques fue de 1.5 metros y la separación entre los recipientes fue de 50 cm y 5 tratamientos los cuales fueron: Blanco, mata-ratón, neem, químico y *bauberia* esto se observa con claridad en la figura 10. Debido a las características anormales de las deficiencias nutricionales visibles de las plantas de tomate durante el crecimiento, se optó por fertilizarlas a los 20 días con urea – Nitrógeno 100 gramos por planta y 50 gramos por planta de triple – fósforo esta se añadió antes de la floración. (Montes et al, 2007).

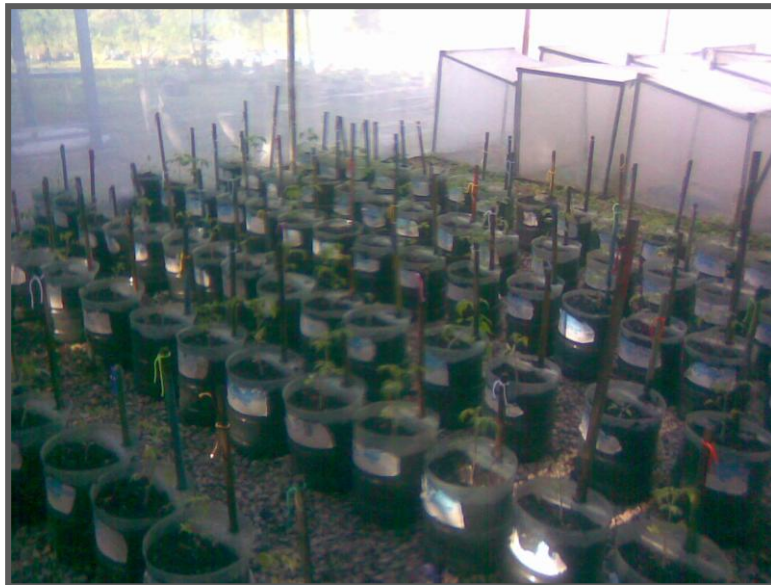


Figura 10. Experimento realizado en el instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez con tomate en sistema abierto.

4.3.- Recolección de hojas-preparación de los bioinsecticidas

- De 10 árboles de neem (*Azadirachta indica* A.Juss) y mata-ratón (*Gliricidia sepium* Jacq.) localizados en la zona sur poniente de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México con una localización de 16°46'24" altitud oeste, a 600 msn, se recolectaron 500 g de hojas frescas de cada árbol, se mezclaron y se tomo el 20 % para preparar la solución madre, el cual fue preparado a partir de las hojas frescas de neem y mata-ratón las cuales se lavaron con agua potable (para eliminar materia extraña), se dejaron remojar por 3 minutos en agua destilada conteniendo cloro al 1 % (para desinfectar las muestras), nuevamente se lavaron con agua potable 3 veces (para eliminar el exceso de cloro), se pesaron 100 g/l de hojas frescas, se licuaron hasta obtener un tamaño de partícula de 2 a 3 mm y se colocaron en recipientes tapados y a oscuridad durante 72 horas. Posteriormente se realizó la filtración y se guardo la solución madre en frascos color ámbar etiquetados. Finalmente se diluyo 1:3 con agua para su posterior aplicación al cultivo del tomate (*Solanum esculentum* Mill.)(Montes, 2009).

4.4.- Aplicación de tratamientos

A los 20 días después de la emergencia (dde) se realizó la primera aplicación de los tratamientos. Los cuales fueron aplicados al follaje (F), suelo (S), suelo – follaje (SF) estas fueron rociados con una fumigadora calibrada a espaciar 5 ml por planta, las fumigaciones se hicieron a los 20, 28, 36, 44, 52 y 60 dde, con los tratamientos de extracto de hojas de neem (nee), mata-ratón (mat), el testigo químico (qui), *Bauberia bassiana* Bassi (Bb) y testigo blanco (bla) utilizando agua, haciendo un total de seis aplicaciones.

Nota: Para la aplicación de *Bauberia bassiana* Bassi se aplico 1×10^7 esporas/ml a cada planta tratadas con este tratamiento.

4.5.- Variables que se midieron

4.5.1.- Números de insectos benéficos y dañinos

Número y diversidad de insectos: este proceso se llevó a cabo contando antes de la fumigación a las 7:00 a.m. y 2 horas después de haber terminado la fumigación a los tiempos 20, 28, 36, 44, 52 y 60 dde. (Montes, 2009).

El conteo de insectos se hizo de manera manual, primeramente se movió las plantas de tomate para cerciorarse de que no existieran insectos en las hojas y proceder al conteo.

4.5.3.- Variables de Crecimiento

Longitud, diámetro y peso de planta; además, longitud de raíz y peso de raíz: este proceso se llevó a cabo midiendo la longitud de la planta con un flexo metro del suelo hasta la punta de la planta y el diámetro de la misma con un Vernier a las 11:00 a.m. a los tiempos 40, 48, 56, 64, 72, 80 y 120 dde. (Montes, 2009). El peso de planta y raíz se midió con una balanza analítica a los 120 dde.

4.5.4.- Variables de cosecha

Numero de flores y numero de frutos: se hizo el conteo de flores a los días 64 dde y el conteo de frutos a los 80 dde. (Montes 2009). Se cortaron los frutos a los 100 dde determinándose su peso y diámetro de cada uno de ellos posteriormente fueron canalizados para su posterior análisis.

A los 120 dde las plantas de tomate fueron arrancadas del suelo, separando las raíces y el follaje de los diferentes tratamientos. El follaje y la raíz fueron colocados en papel estraza durante 40 días para realizar su deshidratación al sol. Se determinó el peso y longitud de la raíz en follaje respectivamente.

4.5.5.- Variables Fisicoquímicos

Se determinaron las características fisicoquímicas del fruto de tomate a los 120 dde.

Se determino la composición fisicoquímica de la planta y el fruto como se indica a continuación:

- ❖ Para el contenido de humedad se utilizó el método de secado en estufa (AOAC 925.10 ed.18, 2005) hasta peso constante a una temperatura de 70 °C durante 2 horas.
- ❖ El contenido de cenizas se llevó a cabo por el método general AOAC 923.03 ed.18, 2005), una vez seca la muestra, se incineró en el mechero y se colocó en la mufla a una temperatura de 550 °C durante una hora hasta su peso constante.

- ❖ El contenido de proteína (AOAC 920, 87,, Ed. 18, 2005), se realizó por el método de micro kjeldahl, utilizando una muestra seca triturada de 0.05 g, obteniéndose él % de nitrógeno multiplicando por el factor de conversión de 6.25. (Anexo).
- ❖ Para la cuantificación de carbohidratos se utilizo un medidor de grados brix. Se hizo una maceración con la mezcla y el macerado se colocó en el medidor.
- ❖ Para la cuantificación de Fenoles se utilizo una técnica donde la muestra se llevaba a sonicar y a una serie de centrifugaciones para por ultimo poder medir el sobre nadante en un espectro de luz visible.
- ❖ Para la cuantificación de carotenos y licopenos se hizo una extracción con una mezcla de cetona-hexano 30:70 y se midió la muestra en un espectro de luz visible.

V.- Resultados

A continuación se muestra la suma total de los insectos dañinos (-) y benéficos (+), comparando el número de cada insecto antes de la fumigación y después de ésta, los tratamientos fueron cinco: blanco (B), mata-ratón (Mat), neem (Ne), químico Thiodan (Q) y *Beauveria bassiana Bassi* (Bb), los cuales fueron aplicados al suelo como a las platas de tomate (follaje).

5.1.- Población de insectos benéficos y dañinos a loa 60 dde antes y después de la fumigación del cultivo de tomate.

En el cultivo de tomate se encontraron dos insectos dañinos los cuales fueron: mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) y *Trips* (*Trips spp*) y un insecto benéfico el cual fue hormiga (*Messor barbarus* Michener). A continuación se muestran en la Figura 11 la suma total a los 60 dde en cada insecto antes y después de cada fumigación.

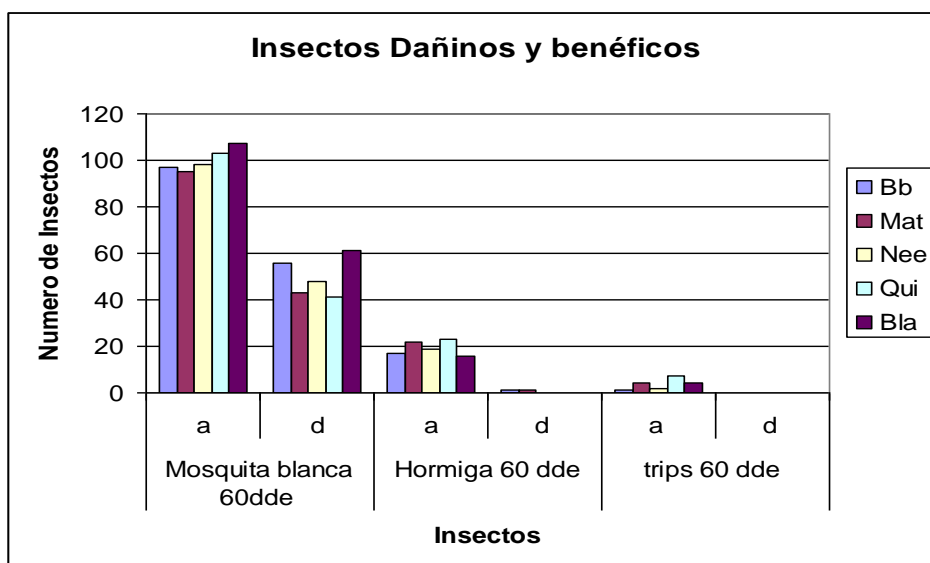


Figura 11. Resultados de la comparación de la suma de cada insecto a los 60 dde antes (a) y después (d) de las aplicaciones.

En la figura 11 se puede observar que el insecto que tuvo mayor incidencia fue la mosquita blanca la aparición de esta antes de las fumigaciones es mayor y observamos que después de estas hay un decremento del 50 % en cuanto al número de insectos de esta especie.

En lo que respecta a los demás insectos no se tuvo una presencia considerable tanto antes como después de cada aplicación, ya que al hacer la comparación de estas con la mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius), su presencia es nula ya que esta ultima predominó en todo el experimento.

A).- Insectos dañinos

El insecto que mas predomino en mayor cantidad antes de aplicar los tratamientos en el cultivo de tomate fue la mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) es por ello que en el presente trabajo se reporta como el insecto que apareció en mayor proporción con respecto a los demás se observa con claridad en la figura 12.

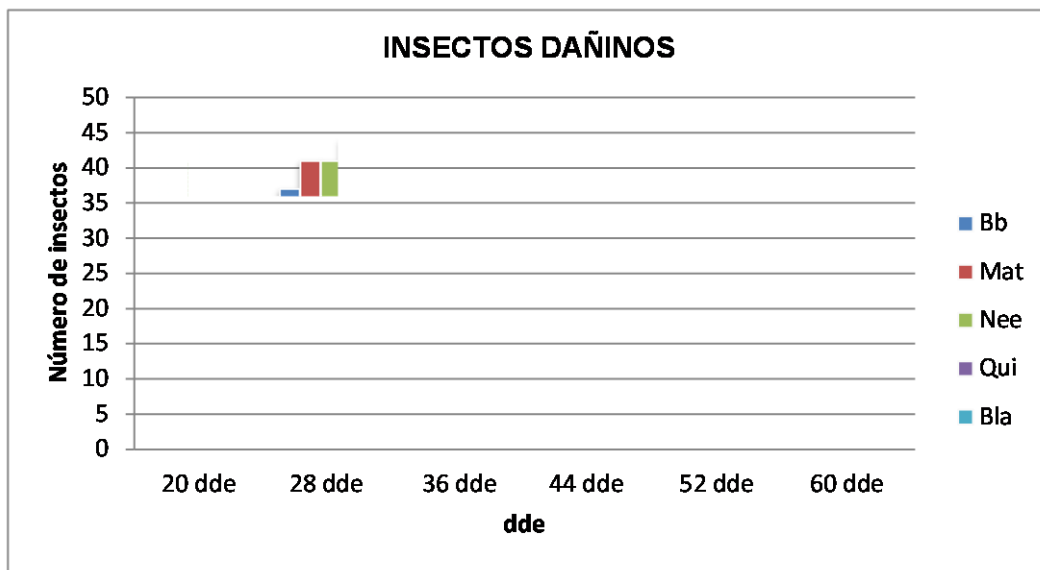


Figura 12. Análisis estadístico para el insecto mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) antes de la aplicación de los tratamientos.

En la figura 12 se observa como la mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) predomino en todo el experimento comparándola con las demás especies de plagas presentes en el experimento.

A continuación se realiza un análisis estadístico más detallado para cada uno de los días antes (a) de la aplicación de los tratamientos, para ver la variación del numero de insectos y la diferencia estadística en los tratamientos, en la Figura 13 se muestran los resultados del análisis estadístico para la mosquita blanca antes de la aplicación a los 28

dde. Es importante recalcar que a los 20 dde hubo diferencias entre los tratamientos pero estadísticamente no es significativo.

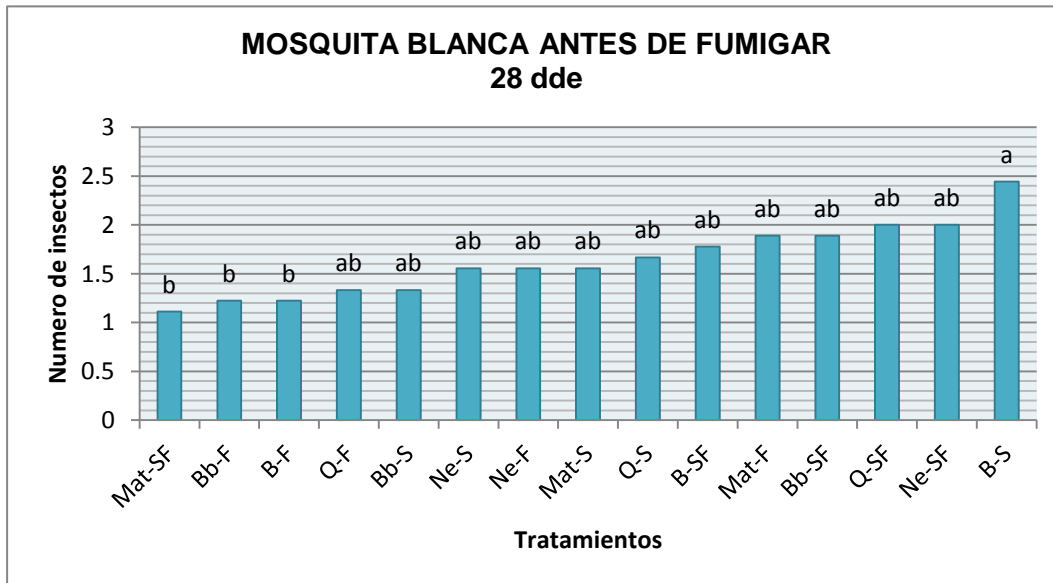


Figura 13. Análisis estadístico para el insecto mosquita blanca antes de la aplicación de los tratamientos a los 28 dde. (Tukey 95 % de confianza $P \leq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 13 se observa con claridad la diferencia que existen entre todos los tratamientos pero los que mostraron diferencia significativa estadísticamente hablando son las plantas de tomate tratadas con el extracto de Mata-ratón (Mat) aplicado al suelo–follaje (SF), *Beauveria bassiana* Bassi (Bb) aplicado al follaje (F) y el testigo blanco (B) aplicado al follaje (F) comparándola con el tratamiento blanco (B) aplicado al suelo (S). Es importante mencionar que después de la aplicación de los tratamientos no hubo existencia del insecto al conteo después de las 2 horas de la aplicación de los tratamientos.

En 20 dde para el insecto *Trips (Thrips spp)* existió diferencia entre los tratamientos pero estadísticamente no es significativo. Lo mismo sucedió para los 20 dde y 28 dde con el insecto hormiga.

A continuación en la Figura 14 se muestra el análisis estadístico que se realizó para el insecto *Trips* (*Thrips spp*) para 28 dde.

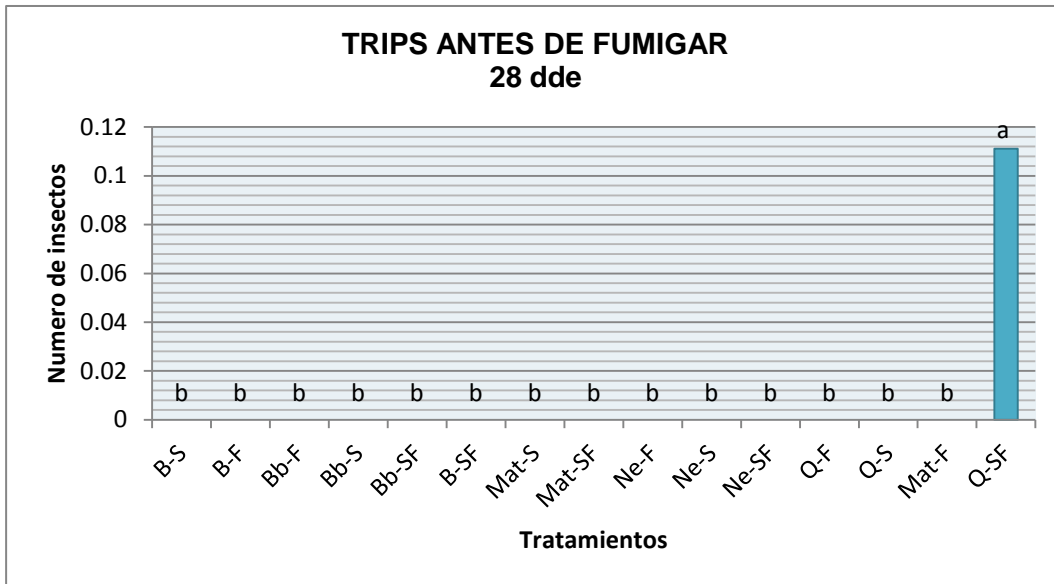


Figura 14. Análisis estadístico para el insecto *Trips* (*Thrips spp*) antes de la aplicación de los tratamientos a los 28 dde. (Tukey 95 % de confianza $P \leq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 14 se observa que las plantas tratadas con químico (Q) Thiodan aplicado en el suelo–follaje (SF) hubo presencia de insecto *Trips* con diferencia a los demás tratamientos, por lo tanto hubo diferencia mínima significativa entre ese tratamiento y los demás. Es importante mencionar que después de la aplicación de los tratamientos no hubo existencia del insecto al conteo después de las 2 horas de la aplicación de los tratamientos.

A continuación en la Figura 15 se muestra el análisis estadístico que se realizó para el insecto mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) a 36 dde. Para el caso especial de *Trips* (*Thrips spp*) existió diferencia entre los tratamientos pero estadísticamente no es significativo en los dde: 36, 44, 52 y 60 por ello no se realizaron gráficos de dicho insecto.

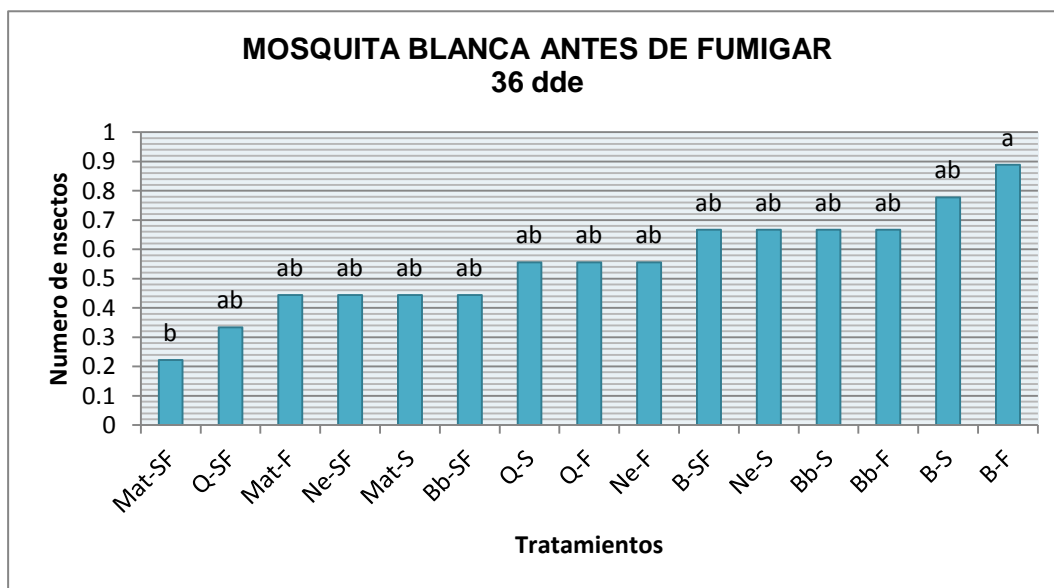


Figura 15. Análisis estadístico para cada insecto mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) antes de la aplicación de los tratamientos a los 36 dde. (Tukey 95 % de confianza $P \leq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

El análisis estadístico de los datos obtenidos de mosquita blanca indica que existió incremento en las plantas tratadas con el tratamiento llamado blanco (B) aplicado al follaje (F) ya que estas fueron las más atacadas por mosquita blanca.

Las plantas de tomate tratadas con extracto de Mata-ratón (Mat) aplicadas al suelo-follaje (SF) presentaron una diferencia mínima significativa con respecto al tratamiento blanco (B) aplicado al follaje (F). Es importante mencionar que después de la aplicación de los tratamientos no hubo existencia del insecto al conteo después de las 2 horas de la aplicación de los tratamientos.

A continuación en la Figura 16 y Figura 17 se muestra el análisis estadístico que se realizó para mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) en el día 44 dde y 52 dde donde se obtuvieron los mejores resultados. Además, a los 60 dde existieron diferencia entre los tratamientos pero estadísticamente no fue significativo para el insecto mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius).

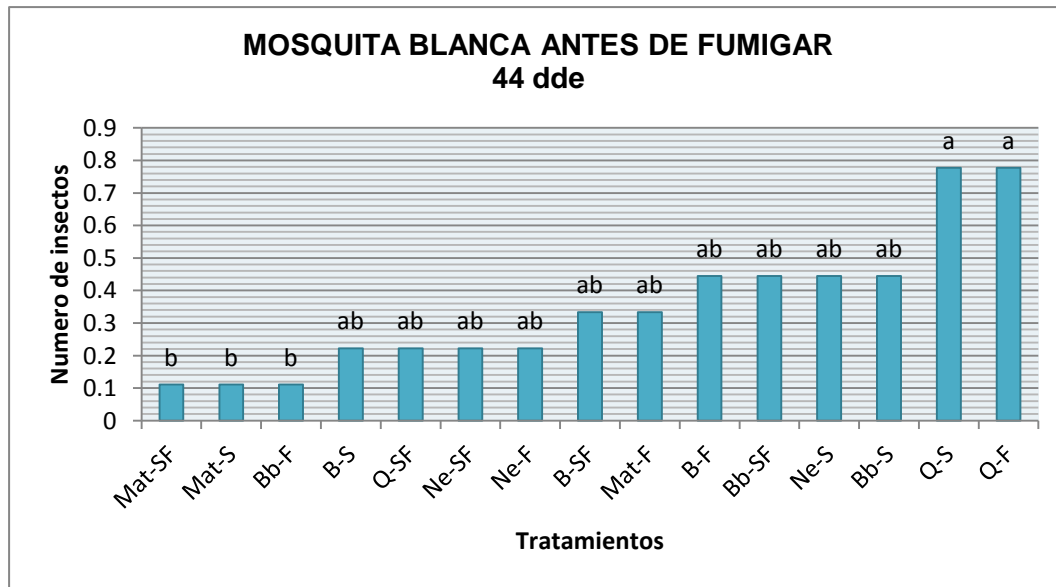


Figura 16. Análisis estadístico para cada insecto mosquita blanca antes de la aplicación de los tratamientos a los 44 dde. (Tukey 95 % de confianza $P \leq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 16 se observa que el análisis estadístico de los datos obtenidos de mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) a los 44 dde indica que existió diferencia significativa en los tratamientos; Extracto de Mata-ratón(Mat) aplicado al suelo–follaje (SF),extracto de Mata-ratón (Mat) aplicado al suelo (S) y Bauberia (Bb) aplicado al follaje (F) con los tratamiento químico (Q) aplicado al suelo (S) y al follaje (F) respectivamente, al igual presento diferencia con los demás tratamientos pero estadísticamente no fue significativo. Es importante mencionar que después de la aplicación de los tratamientos no hubo existencia del insecto al conteo después de las 2 horas de la aplicación de los tratamientos.

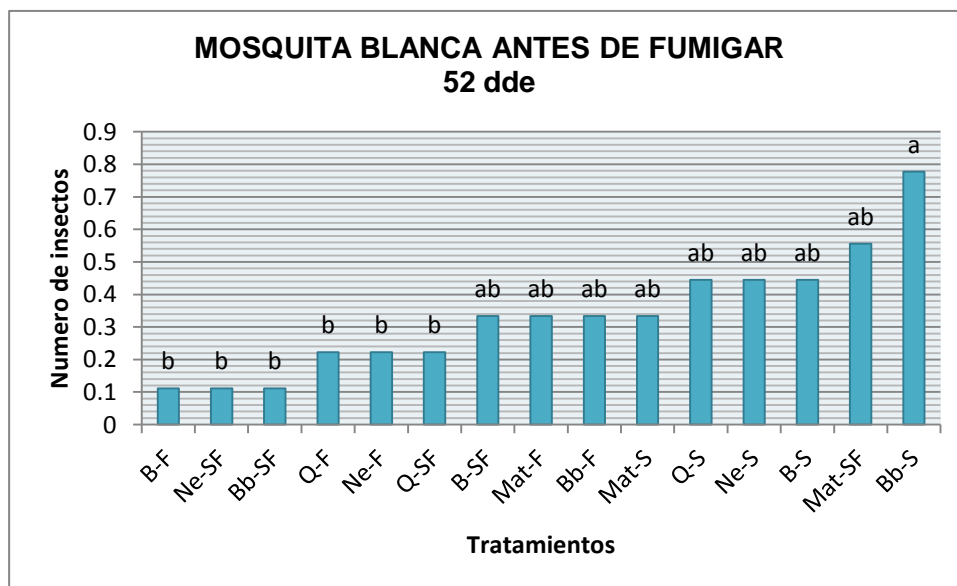


Figura 17. Análisis estadístico para cada insecto mosquita blanca antes de la aplicación de los tratamientos a los 36 dde. (Tukey 95 % de confianza $P \leq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 17 se observa que las plantas a los 52 dde fumigadas con los tratamientos; blanco (B) aplicado al follaje (F), extracto de neem (Ne) aplicado al suelo–follaje (SF), *Beauveria bassiana* Bassi (Bb) aplicado al suelo–follaje (SF), químico(Q) aplicado al follaje (F) y al suelo–follaje (SF) respectivamente presentaron diferencia mínima significativa con respecto al tratamiento *Beauveria bassiana* Bassi (Bb) aplicado al suelo (S) al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no fue significativo. Es importante mencionar que después de la aplicación de los tratamientos no hubo existencia del insecto al conteo después de las 2 horas de la aplicación de los tratamientos.

B).- Insectos benéficos

A continuación se muestran los resultados únicamente en los días que se presentaron diferencias significativas al igual que la presencia de los insectos antes mencionados al inicio.

En la Figura 18 se presenta el insecto benéfico que apareció en mayor cantidad, antes de los tratamientos en las plantas de tomate el cual fue la hormiga.

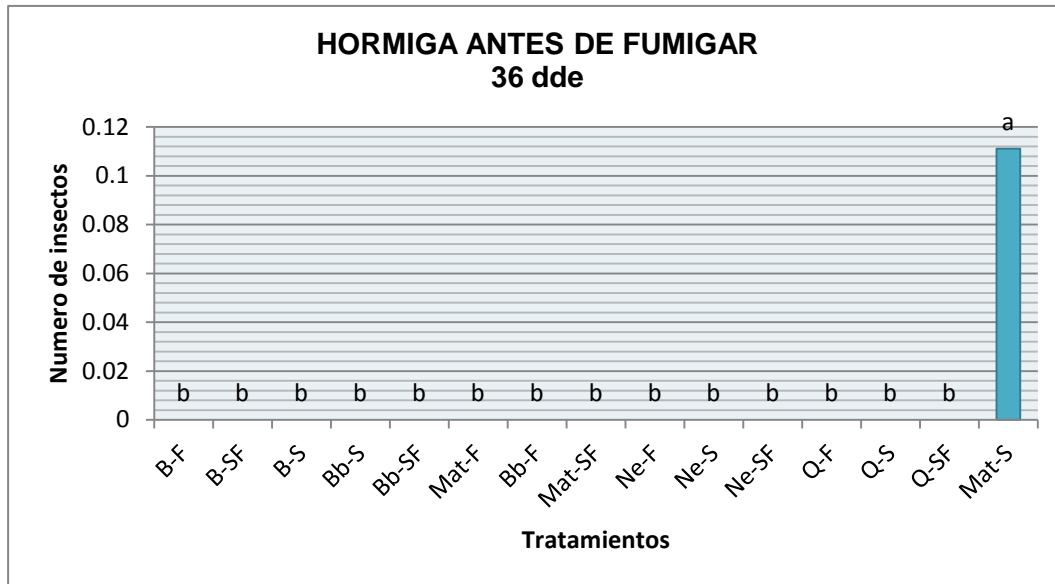


Figura 18. Resultados del análisis estadístico para cada insecto hormiga antes de la aplicación de los tratamientos a los 36 dde. (Tukey 95 % de confianza $P \leq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

El Mat-S tuvo mayor presencia con respecto a los demás tratamientos y hubo diferencia mínima significativa con respecto a los tratamientos utilizados en el experimento. Es importante mencionar que después de la aplicación de los tratamientos no hubo existencia del insecto al conteo después de las 2 horas de la aplicación de los tratamientos.

En los días siguientes el insecto hormiga no tuvo presencia alguna durante el experimento.

5.2.- VARIABLES DE CRECIMIENTO

5.2.1.- Longitud de la planta

En la Figura 19 se muestra el análisis de la variable longitud del follaje de la planta a los 40 dde.

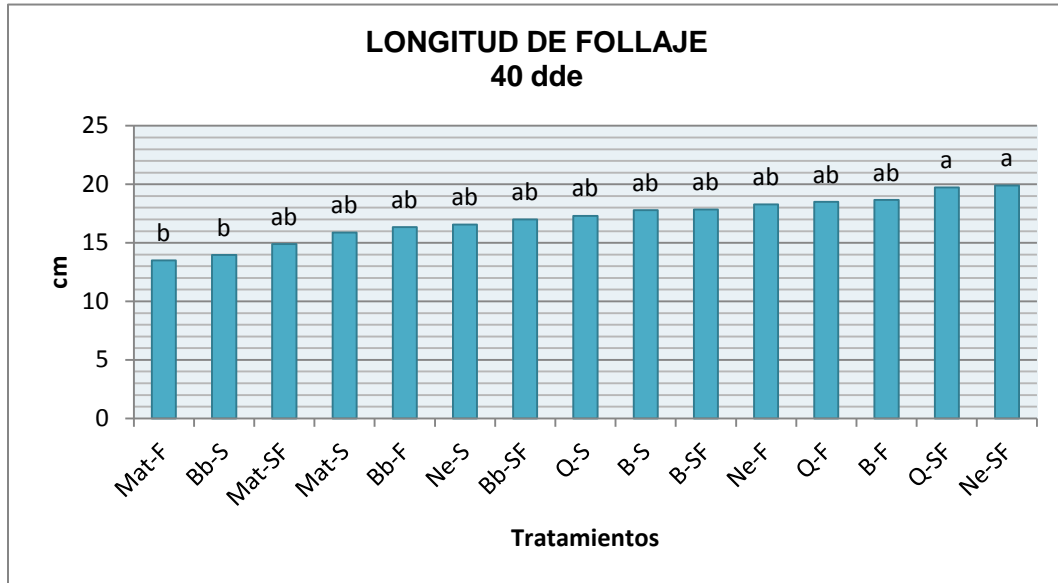


Figura 19. Longitud de la planta de tomate a los 40 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación ($P \geq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 19 se observa que a los 40 dde las plantas de tomate fumigadas con el extracto de Mata-ratón (Mat) aplicado al suelo (S) y *Beauveria bassiana* Bassi (Bb) aplicado al suelo (S) presentan diferencia significativa con los tratamientos; químico (Q) aplicados al suelo–follaje (SF) y extracto de neem (Ne) aplicado a suelo–follaje (SF) al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo.

En la Figura 20 se muestra el análisis de la variable longitud del follaje de la planta a los 48 dde.

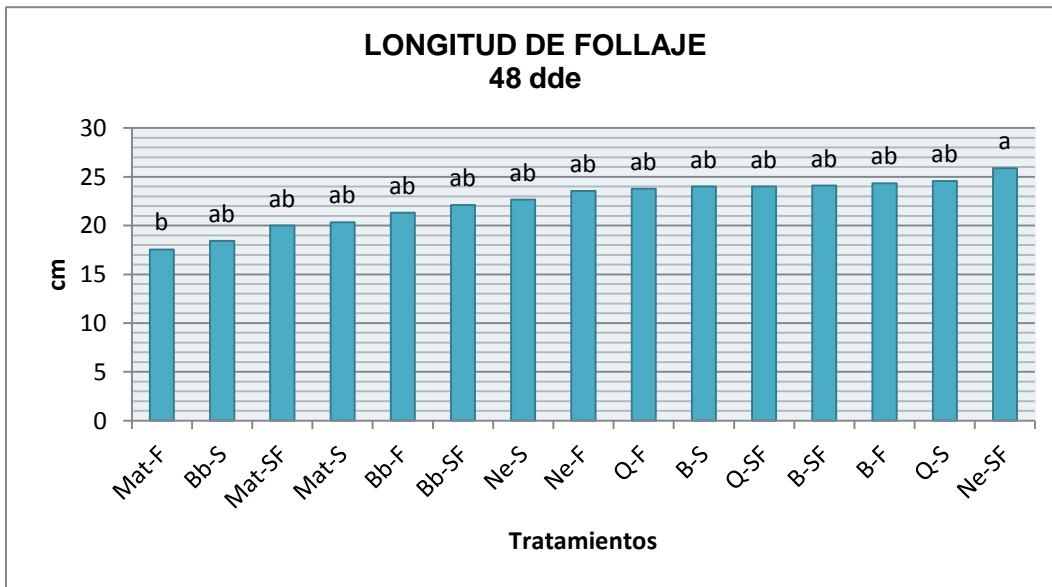


Figura 20. Longitud de la planta de tomate a los 48 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación ($P \geq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 20 se arroja el análisis estadístico del longitud de follaje a los 48 dde donde se observa con claridad que las plantas de tomate fumigadas con extracto de Mata-ratón (Mat) aplicado al follaje (F) muestra diferencia significativa con el tratamiento extracto de neem (Ne) aplicado al suelo-follaje (SF) al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo.

En la Figura 21 se muestra el análisis de la variable longitud del follaje de la planta a los 56 dde.

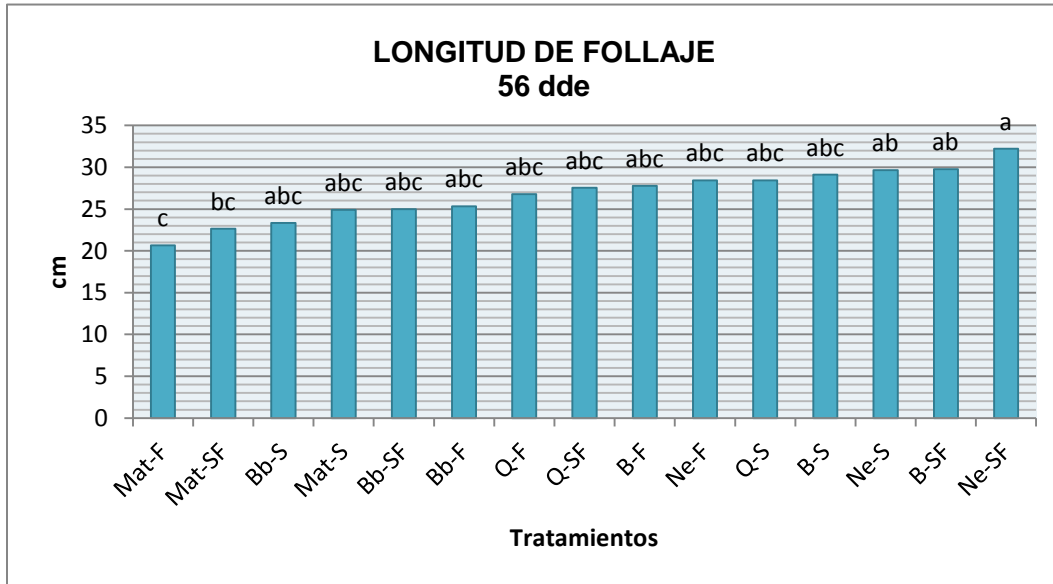


Figura 21. Longitud de la planta de tomate a los 56 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación ($P \geq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

A los 56 dde las plantas fumigadas con el extracto de Mata-ratón (Mat) aplicado al follaje (F) y al suelo-follaje (SF) respectivamente fueron diferentes estadísticamente con el tratamiento de extracto de neem (Ne) aplicado al suelo follaje (SF) al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo, esto se puede observar claramente en la figura 21. A los 64 dde las plantas de tomate tuvieron el mismo comportamiento que a los 56 dde por lo que no se muestra la grafica de dicho análisis.

En la Figura 22 se muestra el análisis de la variable longitud del follaje de la planta a los 72 dde.

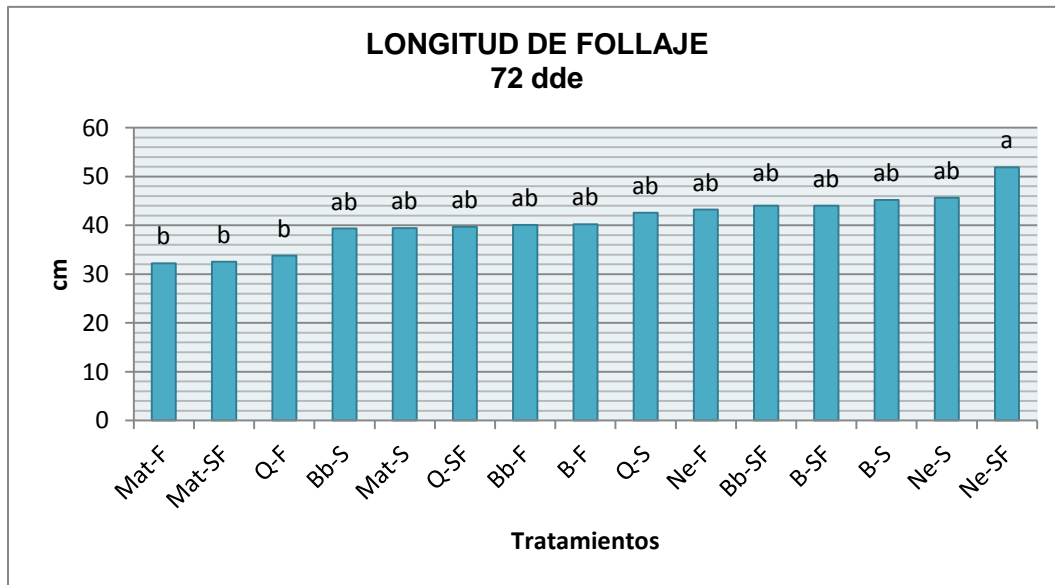


Figura 22. Longitud de la planta de tomate a los 72 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación ($P \geq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 22 se observa que las plantas de tomate a los 72 dde fumigas con el extracto de Mata-ratón (Mat) aplicado al follaje (F) y al suelo-follaje respectivamente, además del químico (Q) aplicado al follaje (F) muestran diferencia mínima significativa con el tratamiento extracto de neem (Ne) aplicado al suelo-follaje (SF) al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo.

En la Figura 23 se muestra el análisis de la variable longitud del follaje de la planta a los 80 dde.

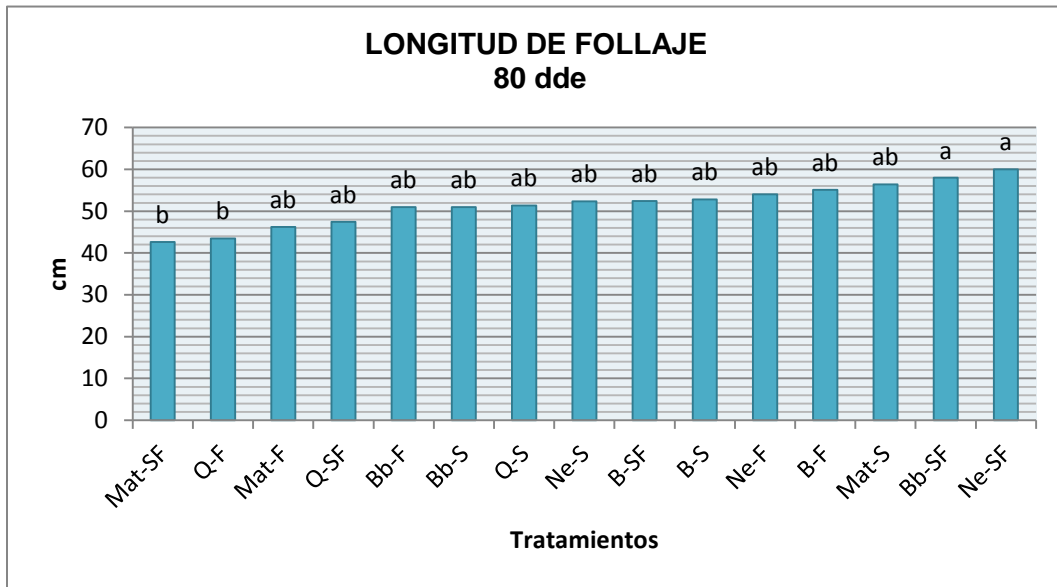


Figura 23. Longitud de la planta de tomate a los 80 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación ($P \geq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 23 se observa como las plantas de tomate fumigadas con el extracto de Mataratón (Mat) aplicado al suelo-follaje junto con el químico (Q) aplicado al follaje (F) son diferentes estadísticamente del tratamiento de extracto de neem (Ne) aplicado al suelo-follaje (SF) en el caso de la longitud de follaje al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo.

En la Figura 24 se muestra el análisis de la variable longitud del follaje de la planta a los 120 dde.

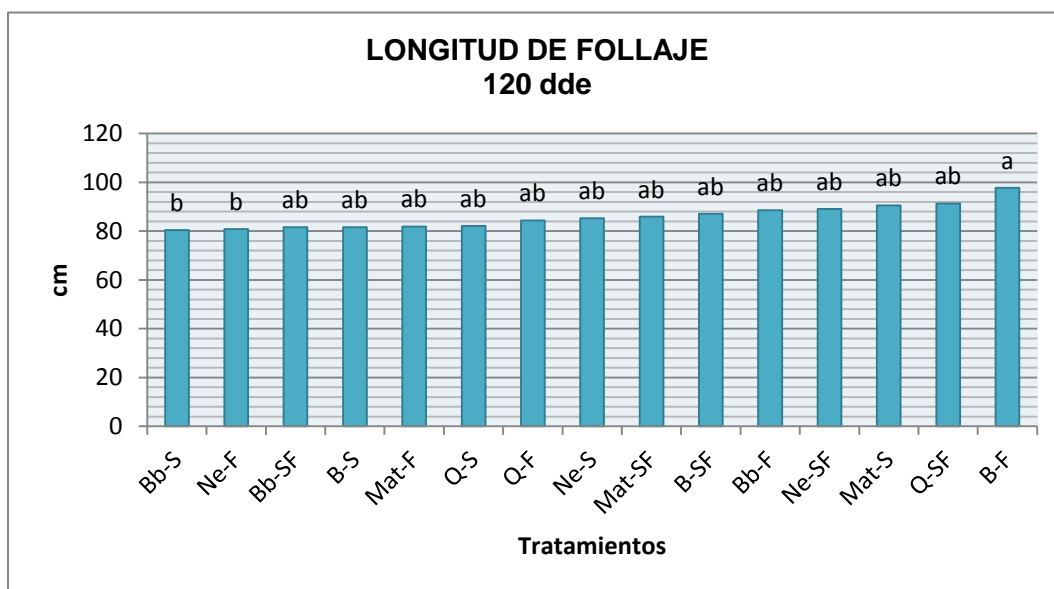


Figura 24. Longitud de la planta de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación ($P \geq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Por último, la medición se hizo después de 40 dde de esta última es decir a los 120 dde por lo que en la figura 24 se hace el análisis con este parámetro, el cual arrojó que la longitud del follaje de las plantas de tomate que se vieron afectadas fueron las fumigadas con el extracto de neem (Ne) aplicado al follaje (F) y *Beauveria bassiana* Bassi (Bb) aplicado al suelo (S) ya que mostraron diferencia mínima significativa con el tratamiento blanco (B) aplicado al follaje (F) y al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo.

5.2.2.- Diámetro de tallo

En la Figura 25 se muestra el análisis de la variable diámetro de la planta de tomate a los 40 dde con la aplicación en los diferentes tratamientos.

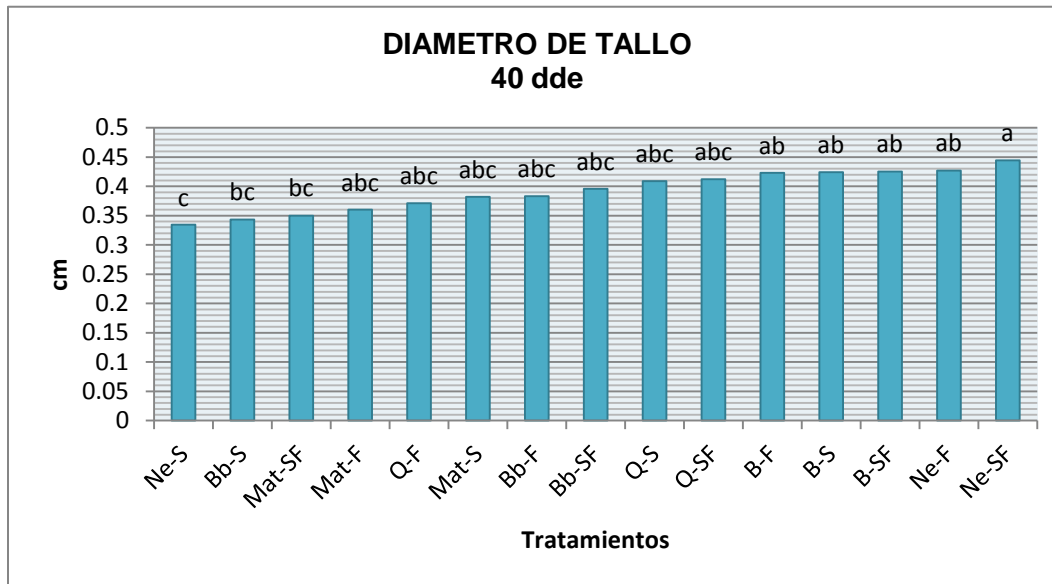


Figura 25. Diámetro de la planta de tomate a los 40 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación ($P \geq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 25 se observa que las plantas fumigadas con extracto de neem (Ne) aplicado al suelo (S), *Beauveria bassiana* Bassi (Bb) aplicado al suelo (S) y extracto de Mata-ratón (Mat) aplicado al suelo-follaje (SF) presentan diferencias significativas con el tratamiento de extracto de neem (Ne) aplicado al suelo-follaje (SF), al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo.

En la figura 26 se observa al análisis estadístico de la variable diámetro de tallo de las plantas de tomate a los 48 dde.

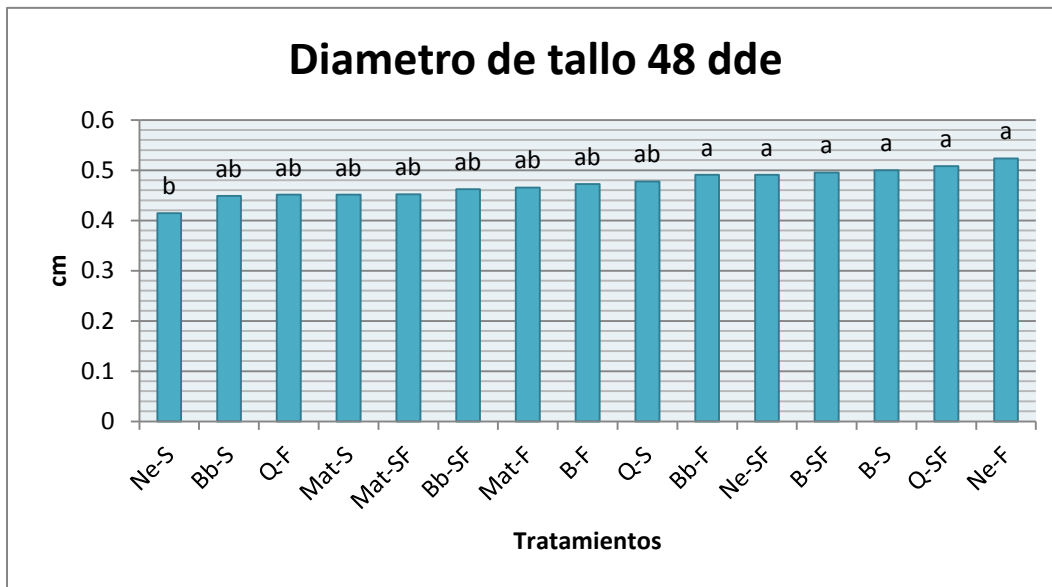


Figura 26. Diámetro de la planta de tomate a los 48 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación ($P \geq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

A los 48 dde las plantas de tomate que fueron fumigadas con el tratamiento extracto de neem (Ne) aplicado al suelo (S) muestran diferencia significativa con los siguientes tratamientos: *Beauveria bassiana* Bassi (Bb) aplicado al follaje (F), extracto de neem (Ne) aplicado al suelo-follaje (SF) y al follaje (F), blanco (B) aplicado al suelo (F) y al suelo-follaje (SF) sucesivamente y químico (Q) aplicado al suelo-follaje (SF), al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo, esto se observa con claridad en la figura 26.

Es importante mencionar que el análisis estadístico de diámetro de tallo de las plantas de tomate a los 56 dde no tuvo diferencia significativa estadísticamente hablando en la aplicación de los tratamientos, por lo que se opto por analizar el resultado a los 64 dde se observa con claridad en la figura 27.

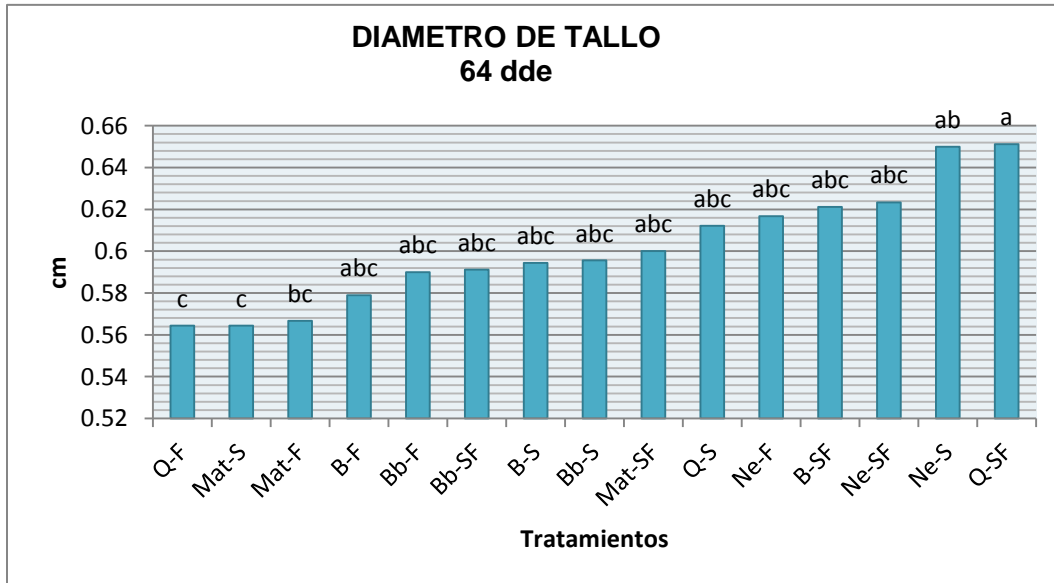


Figura 27. Diámetro de la planta de tomate a los 64 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación ($P \geq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 27 se observa claramente la existencia de diferencia significativa entre las plantas de tomate fumigadas con el químico (Q) aplicado al follaje, extracto de Mataratón(Mat) aplicado al suelo (S) y al follaje (F) respectivamente con el tratamiento que químico (Q) aplicado al suelo-follaje (SF) al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo.

En la figura 28 se observa el análisis estadístico de la variable diámetro de tallo de las plantas de tomate a los 72 dde.

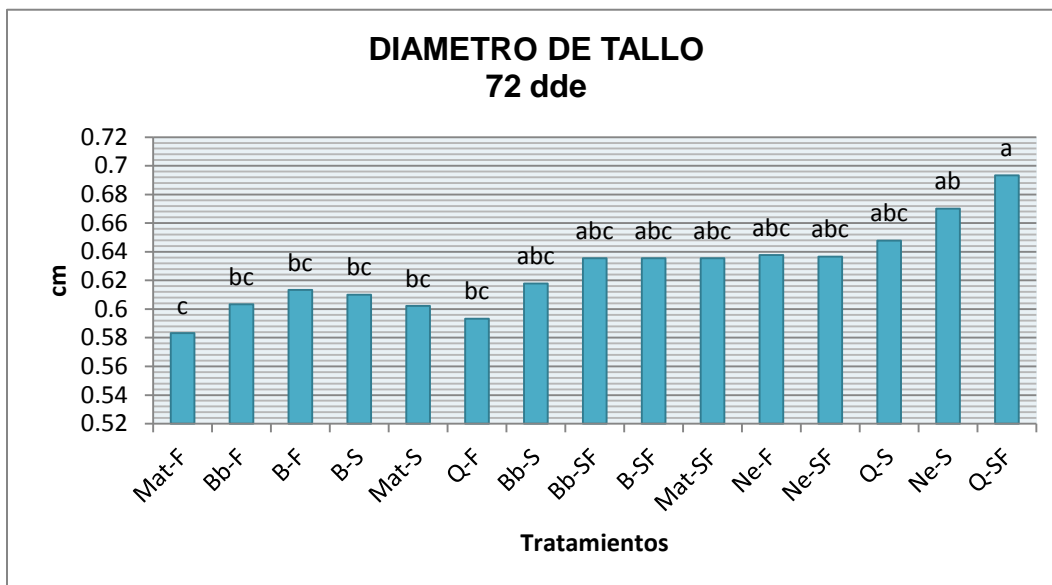


Figura 28. Diámetro de la planta de tomate a los 72 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación ($P \geq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 28 se observa que las plantas que se fumigaron con los tratamientos: extracto de Mata-ratón(Mat) aplicado al follaje (F), *Beauveria bassiana* Bassi (Bb) aplicado al follaje (F), blanco (B) aplicado al follaje (F) y al suelo (S), extracto de Mata-ratón(Mat) aplicado al suelo (S) y el químico (Q) aplicado al follaje (F) tienen diferencia significativa con el tratamiento químico (Q) aplicado al suelo-follaje (SF), al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo.

A continuación se hace el análisis estadístico de la variable diámetro de tallo de plantas de tomate a los 120 dde con los diferentes tratamientos, se observa con claridad en la figura 29.

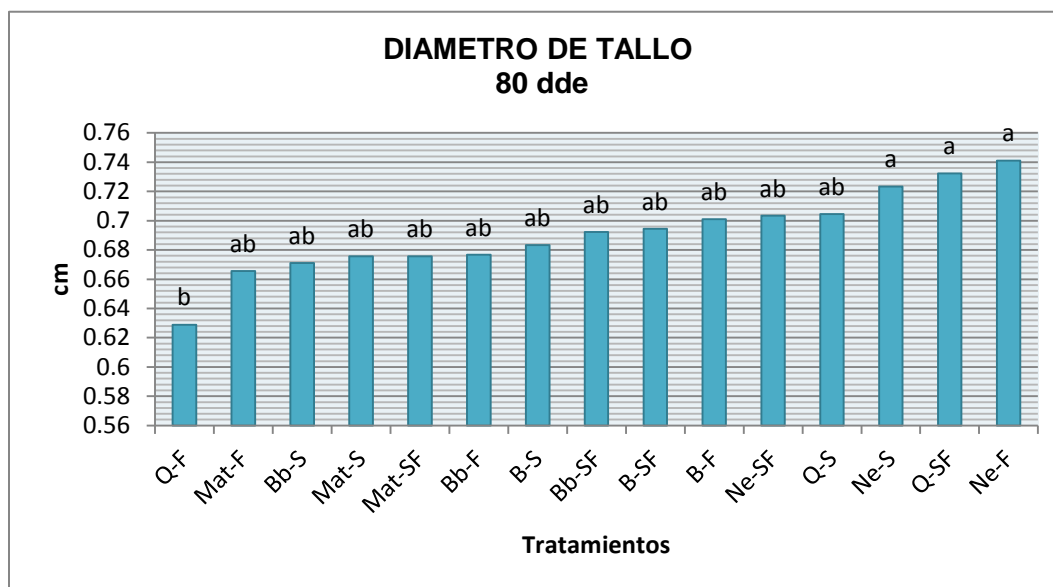


Figura 29. Diámetro de la planta de tomate a los 80 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación ($P \geq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 29 se observan los resultados de las plantas de tomate que fueron fumigadas con el químico (Q) aplicado al follaje (F) es diferente significativamente de los tratamientos siguientes: Extracto de neem (Ne) aplicado al suelo (S), químico (Q) aplicado al suelo-follaje (SF) y extracto de neem (Ne) aplicado al follaje (F), al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo.

Es importante recalcar que la última medición de tallo se hizo a los 120 dde por lo que a continuación se analiza el resultado en la figura 30.

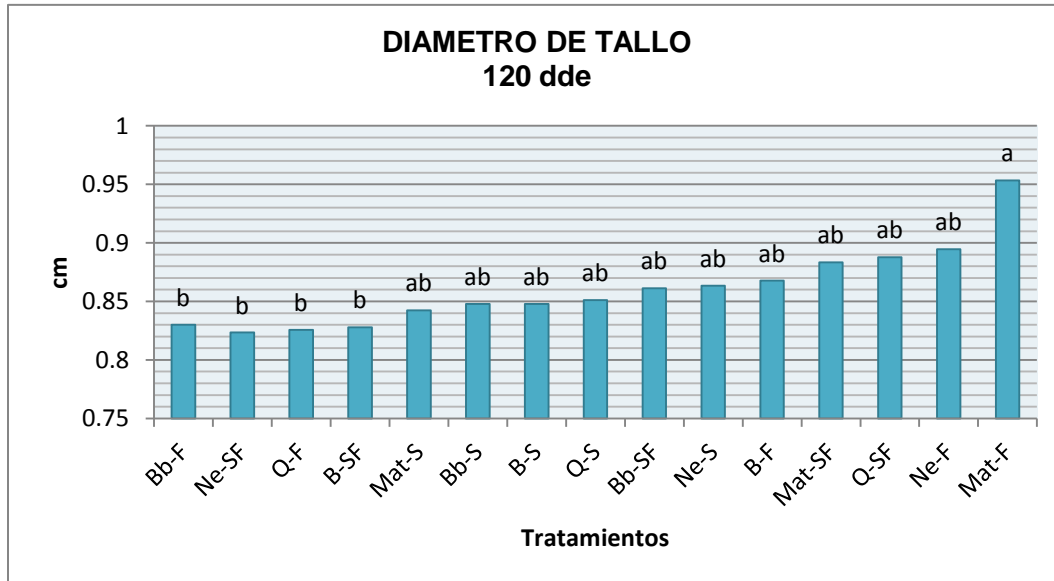


Figura 30. Diámetro de la planta de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación ($P \geq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 30 se observa con claridad como las plantas fumigadas con el extracto de mata-ratón (Mat) aplicado al follaje (F) tuvieron diferencia significativa con las plantas fumigadas con *Beauveria bassiana* Bassi (Bb) aplicada al follaje (F), extracto de neem (Ne) aplicado al suelo-follaje (SF), químico (Q) aplicado al follaje (F) y el testigo blanco (B) aplicado al suelo-follaje (SF), al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo.

5.2.3.- Peso de la planta

En la figura 31 se observa el análisis estadístico de la variable de peso promedio por planta de tomate con la aplicación de los diferentes tratamientos a los 120 dde:

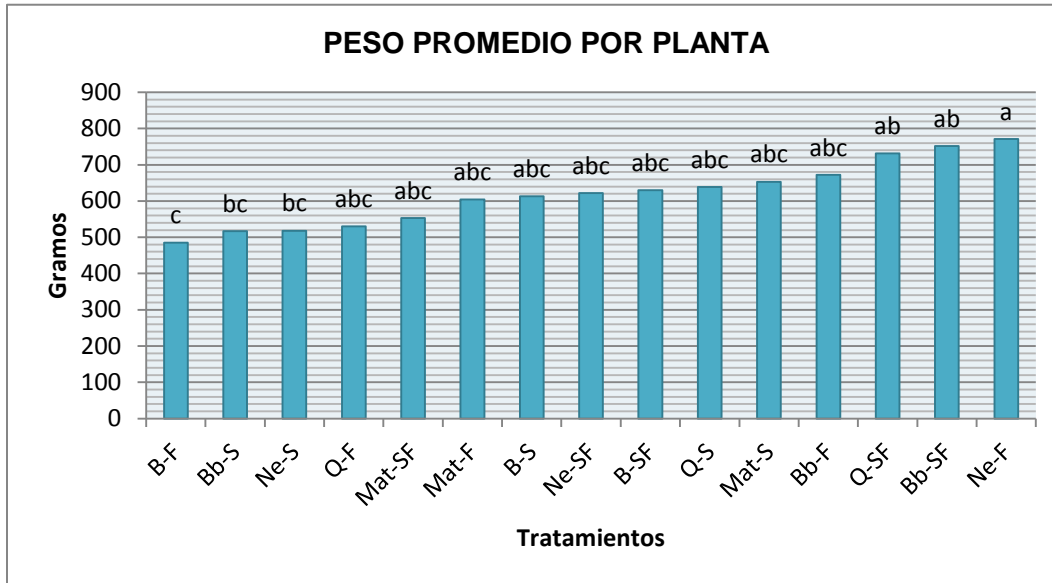


Figura 31. Análisis estadístico del peso promedio de plantas de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación. (Tukey 95 % de confianza $P \leq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 31 se muestra el peso de la planta de tomate a los 120 dde con la aplicación en los diferentes tratamientos donde se observa con claridad como las plantas fumigadas con extracto de neem (Ne) aplicado al follaje (F) muestran diferencias significativas con las plantas de tomate fumigadas con el blanco (B) aplicado al follaje (F), *Beauveria bassiana* Bassi (Bb) aplicada al suelo (S) y el extracto de neem (Ne) aplicado al suelo (S), al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo.

5.2.4.- Longitud de raíz

En la figura 32 se presenta la variable de la longitud de raíz en la planta de tomate a los 120 dde:

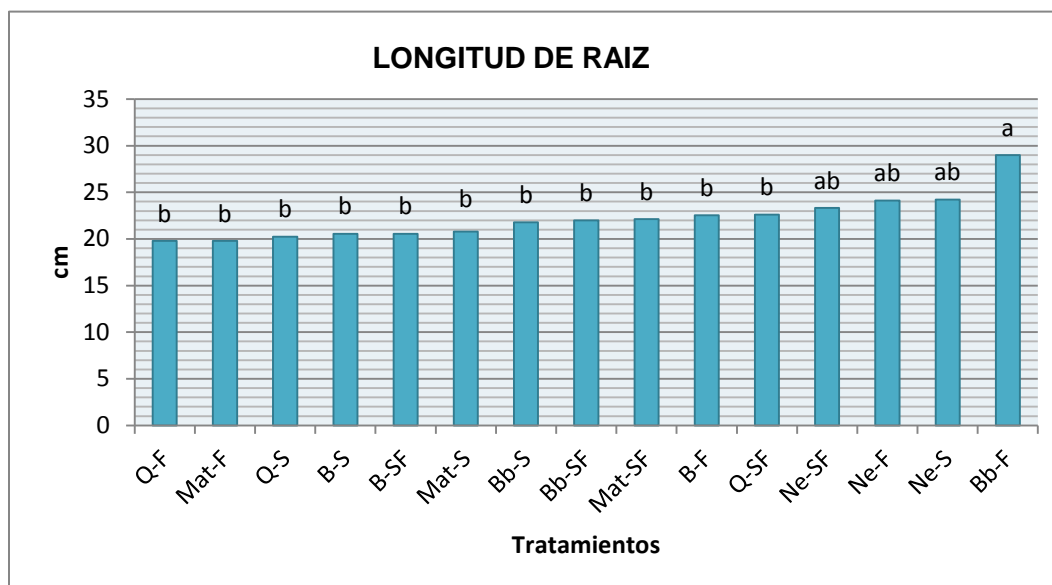


Figura 32. Análisis estadístico de peso de raíz de plantas de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación. (Tukey 95 % de confianza $P \leq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 32 se observa que las plantas fumigadas con los tratamientos: Químico (Q) aplicado al follaje (F), al suelo (S) y al suelo-follaje (SF); Extracto de Mata-ratón(Mat) aplicado al follaje (F), suelo (S) y suelo-follaje (SF); Blanco (B) aplicado al suelo (S), follaje (F) y suelo-follaje (SF); y *Beauveria bassiana* Bassi aplicado al suelo (S) y Bauberia suelo-follaje (SF) muestran diferencia significativa con *Beauveria bassiana* Bassi aplicada al follaje (F), al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo.

5.2.5.- Peso de raíz

En la figura 33 se presenta la variable del peso de raíz en la planta de tomate a los 120 dde con la aplicación de los diferentes tratamientos.

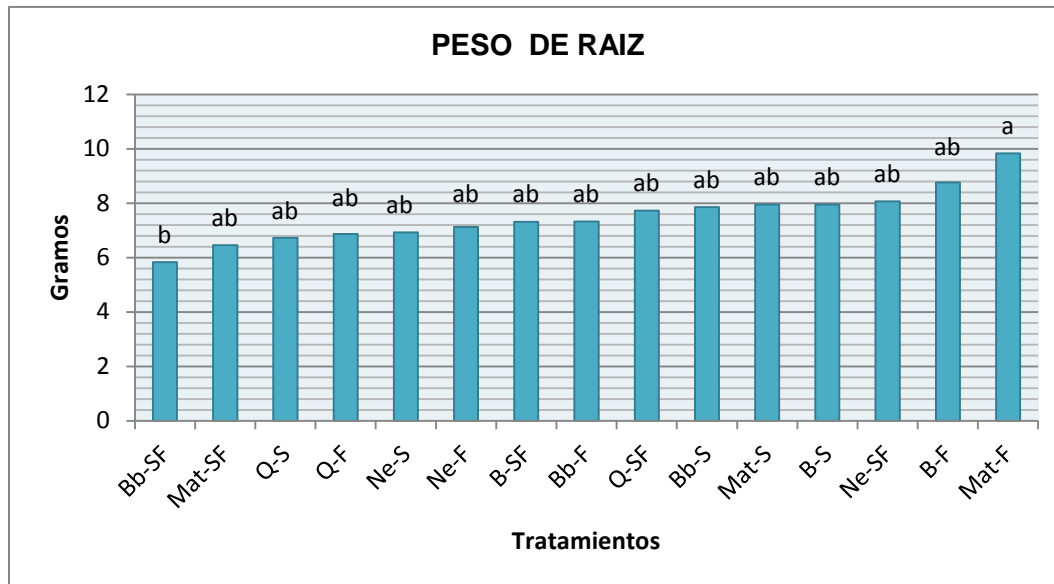


Figura 33. Análisis estadístico de peso de raíz de plantas de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación. (Tukey 95 % de confianza $P \leq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 33 se observa como las plantas de tomate fumigadas con el extracto de Mata-ratón (Mat) aplicadas al follaje obtuvieron mayor peso, además de ser diferentes estadísticamente con las plantas de tomate fumigadas con *Beauveria bassiana* Bassi (Bb) aplicada al suelo-follaje (SF).

5.3.- VARIABLES DE COSECHA

5.3.1.- Numero de flores

En la figura 34 se muestra el análisis de la variable número de flores en la planta de tomate a 80 dde con los diferentes tratamientos.

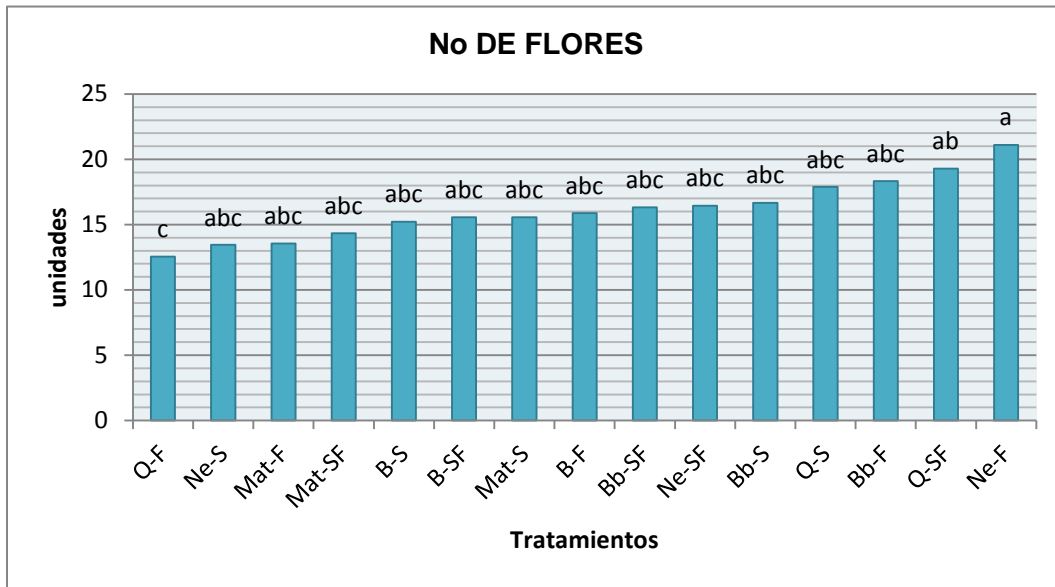


Figura 34. Análisis estadístico de número de flores en plantas de tomate con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación. (Tukey 95 % de confianza $P \leq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 34 se observa como el efecto del extracto de neem (Ne) aplicado al follaje (F) es diferente significativamente con las plantas fumigadas con el químico (Q) aplicado al follaje (F), al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo.

5.3.2.- Numero de frutos

En la figura 35 se muestra el análisis de variable número de frutos en la planta de tomate a 120 dde con los diferentes tratamientos.

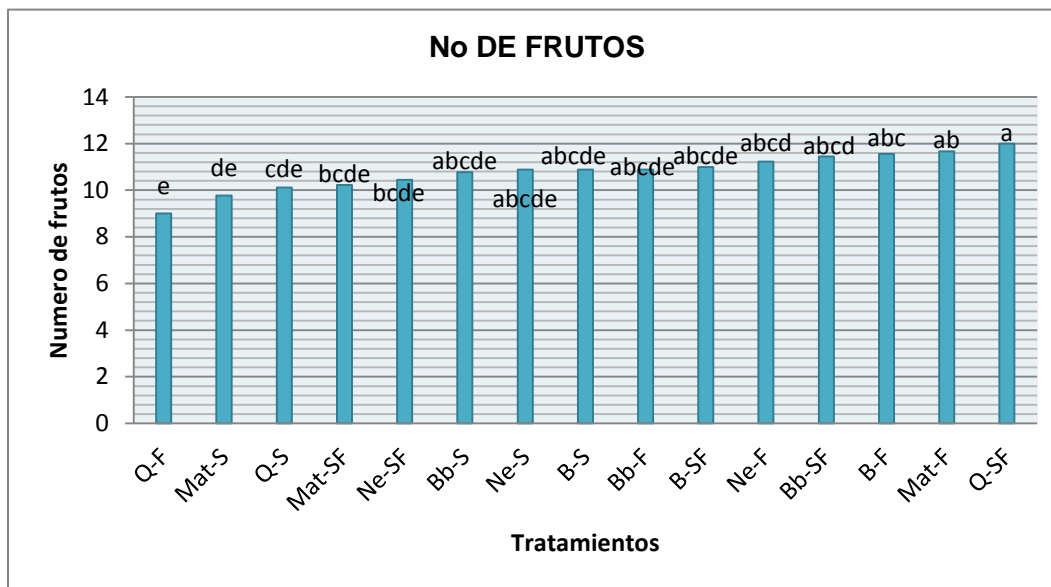


Figura 35. Análisis estadístico de número de frutos en plantas de tomate con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación. (Tukey 95 % de confianza $P \leq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 35 se observa que las plantas fumigadas con el tratamiento químico (Q) aplicado al suelo-follaje (SF) son diferentes estadísticamente con las plantas fumigadas con los tratamientos químico (Q) aplicado al follaje (F) y al suelo (S), extracto de Mataratón (Mat) aplicado al suelo (S) y al suelo-follaje (SF) sucesivamente y extracto de neem (Ne) aplicado al suelo-follaje (SF), al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo.

5.3.3.- Diámetro de fruto

En la figura 36 se observa el análisis estadístico del variable diámetro de fruto de las plantas de tomate fumigadas con los diferentes tratamientos a los 120 dde:

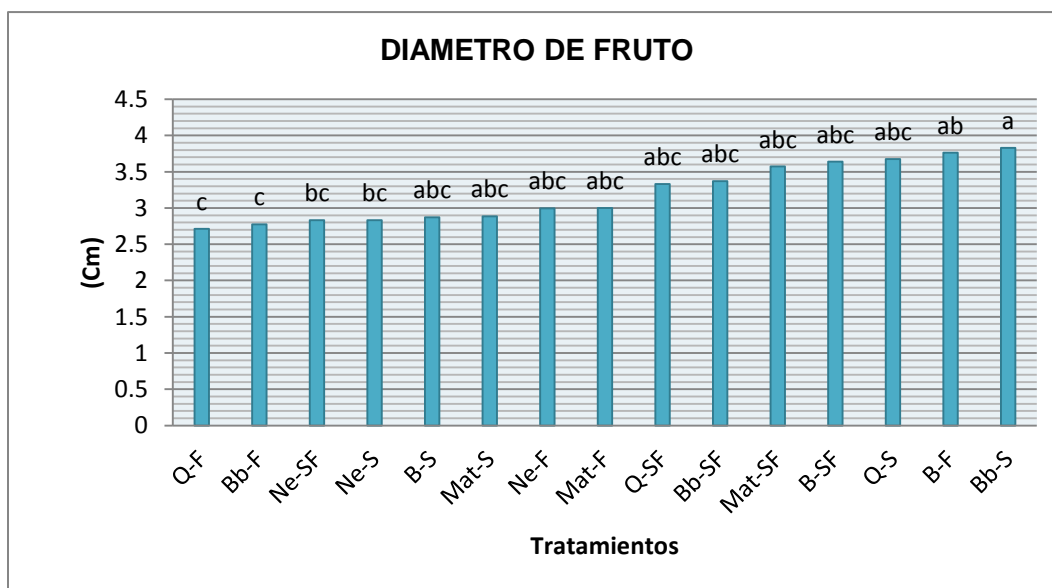


Figura 36. Análisis estadístico del diámetro de frutos de tomate con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación. (Tukey 95 % de confianza $P \leq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 36 se muestra el diámetro de frutos de tomate a 120 dde con los diferentes tratamientos, en esta se observa que los frutos de las plantas de tomate fumigadas con *Beauveria bassiana* Bassi (Bb) aplicada al suelo (S) presentan diferencias con las plantas fumigadas con extracto de neem (Ne) aplicado al suelo (S) y al suelo-follaje (SF), además también con *Bauberia bassiana* Bassi (Bb) aplicado follaje (F) y químico (Q) aplicado al follaje (F), al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo.

5.3.4.- Longitud de fruto

En la figura 37 se muestra el análisis de la variable longitud de frutos de tomate a 120 dde con los diferentes tratamientos:

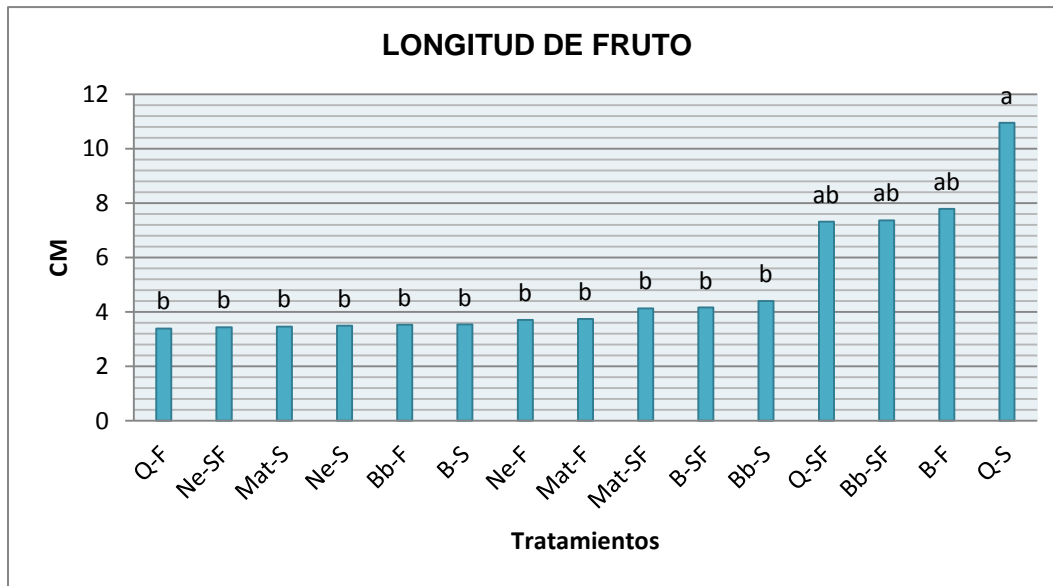


Figura 37. Análisis estadístico de la longitud de frutos de tomate con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación. (Tukey 95 % de confianza $P \leq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 37 donde se observa con mucha que los frutos de tomates de las plantas que fueron fumigadas con los tratamientos: Químico (Q) aplicado al follaje (F); extracto de neem (Ne) aplicado al suelo (S), follaje (F) y suelo-follaje (SF); extracto de Mataratón(Mat) aplicado al suelo (S), follaje (F) y al suelo-follaje (SF); *Beauveria bassiana* Bassi (Bb) aplicada al follaje (F) y al suelo (S) y el testigo blanco (B) aplicado al suelo-follaje (SF) y al suelo (S) son diferentes significativamente con el tratamiento químico (Q) aplicado al suelo (S), al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo.

5.3.5.- Peso del fruto

En la figura 38 se muestra el análisis de la variable los pesos de los frutos de tomate a 120 dde con los diferentes tratamientos.

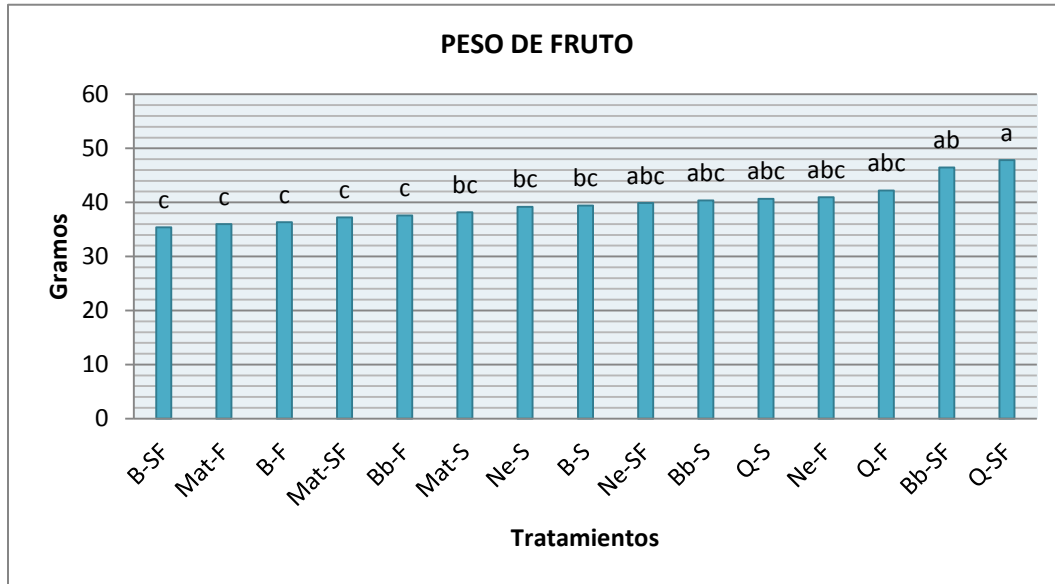


Figura 38. Análisis estadístico del peso de los frutos de tomate con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación. (Tukey 95 % de confianza $P \leq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 38 se observa que en las plantas fumigadas con el químico (Q) aplicado al suelo-follaje (SF) son diferentes estadísticamente con las plantas fumigadas con; blanco (B) aplicado al suelo-follaje (SF), extracto de Mata-ratón (Mat) aplicado al follaje y el blanco (B) aplicado al follaje (F).

5.4.- VARIABLES FISICOQUÍMICAS EN LA PLANTA DE TOMATE

5.4.1.- Porcentaje de humedad en las plantas de tomate

En la figura 39 se muestra el análisis de la variable del porcentaje de humedad a los 120 dde en la planta de tomate.

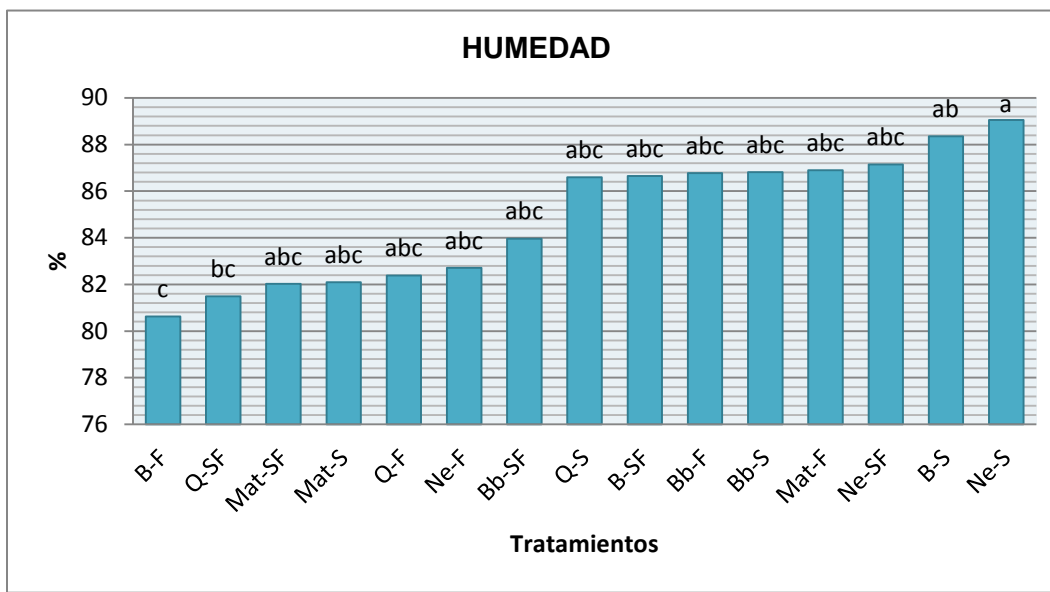


Figura 39. Análisis estadístico del % de Humedad en plantas de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación. (Tukey 95 % de confianza $P \leq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 39. Se observa que a los 120 dde las plantas de tomate que se les aplicó los tratamientos de blanco (B) aplicado al suelo (S) y extracto de neem (Ne) aplicado al suelo (S) muestran diferencia significativa con las plantas tratadas con químico (Q) aplicado al suelo-follaje y blanco (B) aplicado al follaje (F), al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo.

5.4.2.- Porcentaje de proteínas en las plantas de tomate

En la figura 40 se muestra el análisis de la variable de porcentaje de proteínas los 120 dde en la planta de tomate.

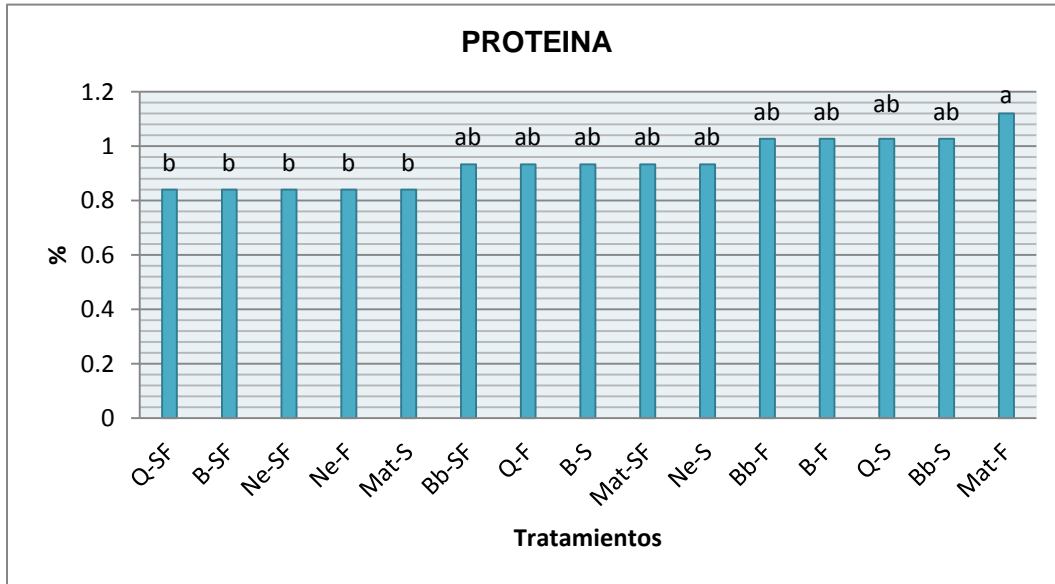


Figura 40. Análisis estadístico % de proteína en plantas de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación. (Tukey 95 % de confianza $P \leq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 40 se observa con claridad que las plantas de tomate a las que se le aplicó los tratamientos de extracto de Mata-ratón(Mat) aplicado al follaje mostraron diferencia significativa con los tratamientos del químico (Q), blanco (B) y extracto de neem (Ne) todos ellos aplicados al suelo-follaje (SF), junto con el extracto de neem (Ne) aplicado al follaje (F) y el extracto de Mata-ratón (Mat) aplicado al suelo (S), al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo.

5.4.3.- Acidez en las plantas de tomate

En la figura 41 se muestra el análisis de la variable acidez en las plantas de tomate a los 120 dde en la planta de tomate.

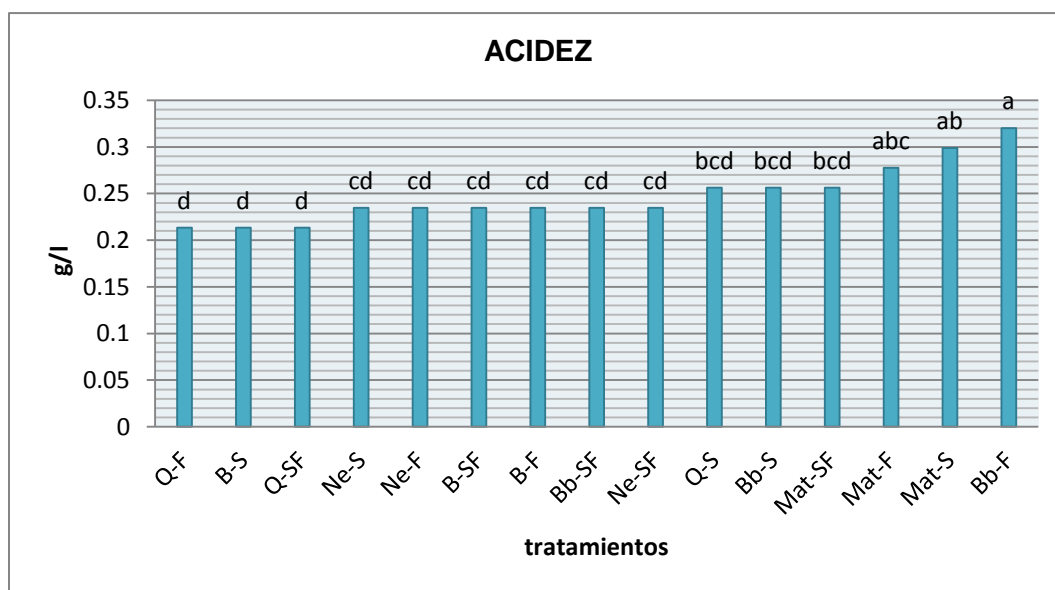


Figura 41. Resultados del análisis estadístico de acidez en los frutos de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación. (Tukey 95 % de confianza $P \leq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 41 se observa que las plantas de tomate fumigadas con *Beauveria bassiana* Bassi (Bb) aplicada al follaje presenta la mayor acidez que el resto de los tratamientos.

5.4.5.- Porcentaje de carbohidratos en las plantas de tomate

En la figura 42 se muestra el análisis de la variable porcentaje de carbohidratos en las plantas de tomate a los 120 dde:

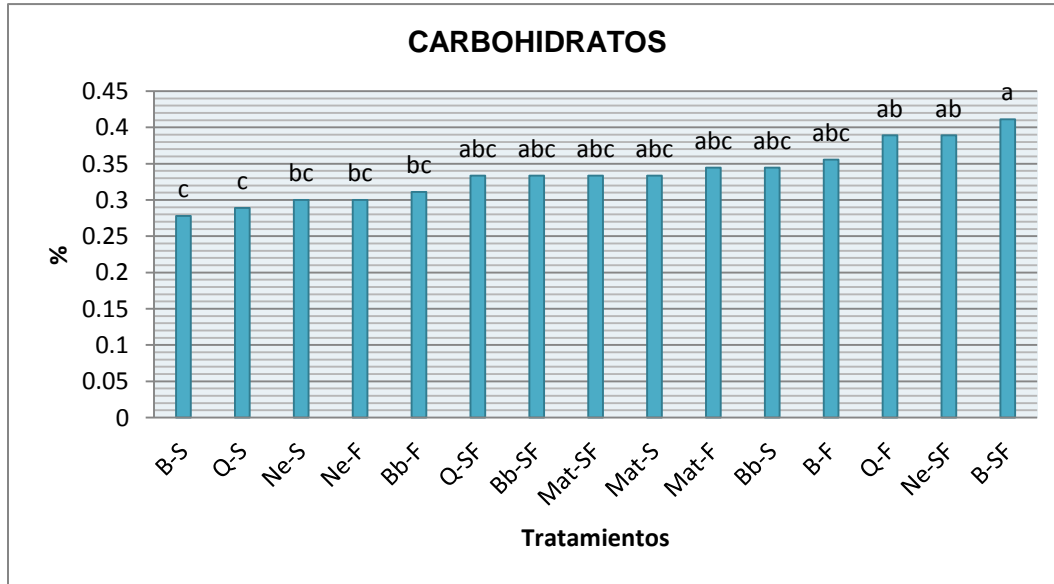


Figura 42. Análisis estadístico de % de Carbohidratos en plantas de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación. (Tukey 95 % de confianza $P \leq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 42 se observa con claridad que a las plantas de que se les aplicó los tratamientos de químico (Q) aplicado al follaje (F), extracto de neem (Ne) aplicado al suelo-follaje (SF) y blanco (B) aplicado al suelo-follaje (SF), mostraron diferencia significativa con los tratamientos de las plantas fumigadas con el químico (Q) aplicado al suelo (S) y el blanco (B) aplicado al suelo (S), al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo.

5.4.5.- Porcentaje de cenizas en las plantas de tomate

En la figura 43 se muestra el análisis de la variable porcentaje de cenizas en las plantas de tomate a los 120 dde con la aplicación de diferentes tratamientos.

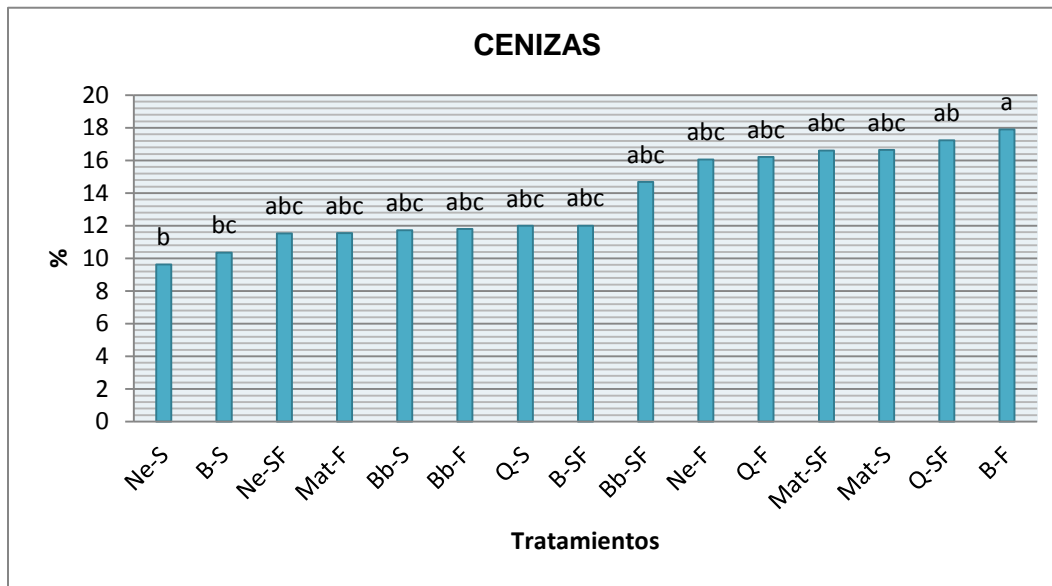


Figura 43. Resultados del análisis estadístico de % de cenizas en plantas de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación. (Tukey 95 % de confianza $P \leq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 43 se observa que las plantas que fueron fumigadas con el blanco (B) aplicado al suelo (S) y el extracto de neem (Ne) aplicado al suelo (S) tiene diferencia mínima significativa en comparación con el tratamiento de blanco (B) aplicado al follaje (F), al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo.

5.4.6.- Cuantificación de fenoles en las plantas de tomate

En la figura 44 se muestra el análisis de la variable cuantificación de fenoles en las plantas de tomate a los 120 dde con la aplicación de diferentes tratamientos.

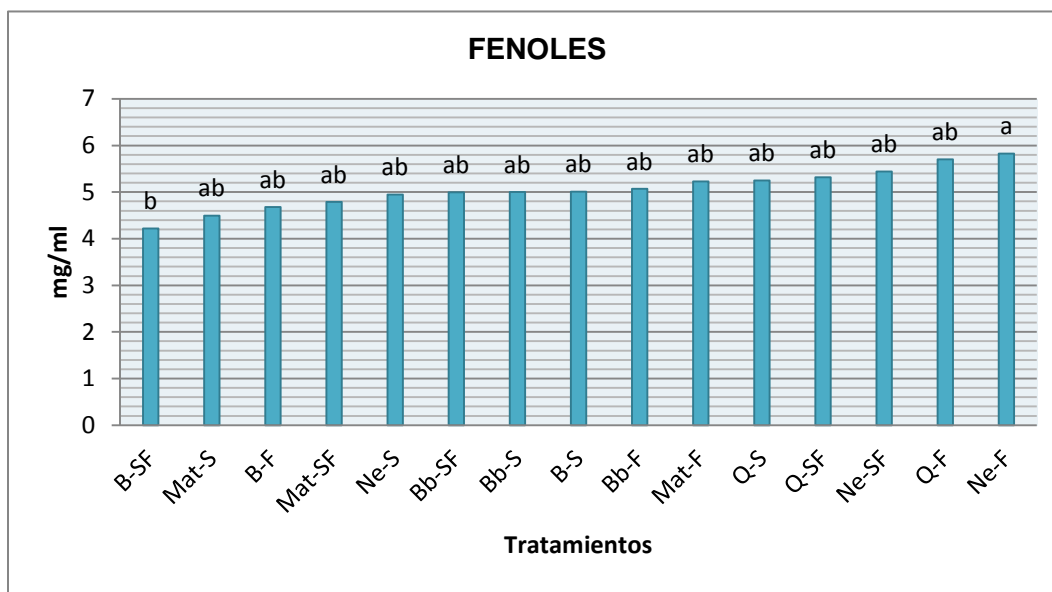


Figura 44. Análisis estadístico de fenoles en plantas de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación. (Tukey 95 % de confianza $P \leq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 44 se observa que las plantas de tomate fumigadas con el blanco (B) aplicado al suelo follaje (SF) tiene diferencia significativa comparándola con el tratamiento de extracto de neem (Ne) aplicado al follaje (F), al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo.

5.5.- VARIABLES FISICOQUÍMICAS EN FRUTO DE TOMATE

5.5.1.- Porcentaje de humedad en frutos de tomates

En la figura 35 se muestra el análisis de la variable porcentaje de humedad en los frutos de tomate a los 120 dde con la aplicación de diferentes tratamientos.

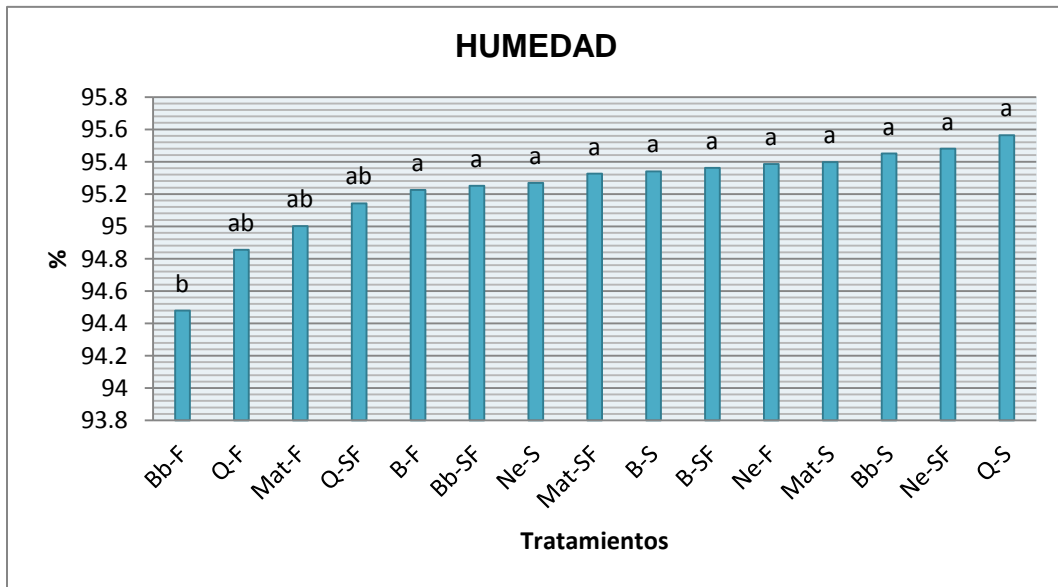


Figura 45. Análisis estadístico del % de Humedad en Frutos de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación. (Tukey 95 % de confianza $P \leq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 45 se observa que a los 120 dde los frutos de las plantas de tomate que fueron fumigadas con *Beauveria bassiana* Bassi (Bb) aplicada al follaje (F) muestra una diferencia mínima significativa con el resto de los tratamientos utilizados.

5.5.2.- Porcentaje de proteínas en frutos de tomates

En la figura 46 se muestra el análisis de la variable porcentaje de proteínas en los frutos de tomate a los 120 dde con la aplicación de diferentes tratamientos.

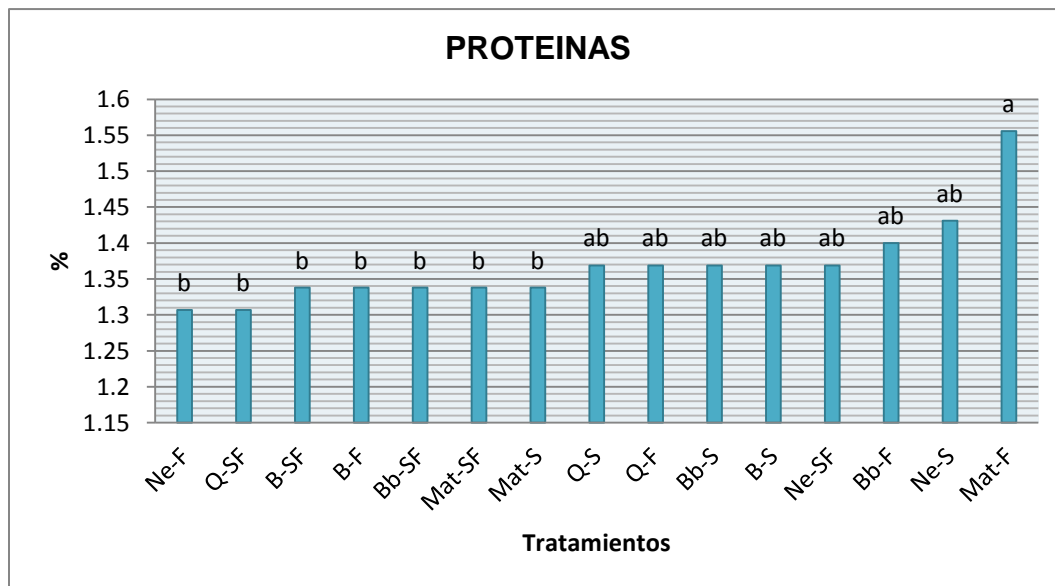


Figura 46. Análisis estadístico del % de Proteínas en Frutos de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación. (Tukey 95 % de confianza $P \leq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 46 se observa con claridad que los frutos de las platas de tomates fumigados con extracto de Mata-ratón (M) aplicado al follaje (F) contienen la mayor cantidad de proteínas que los demás tratamientos existiendo entonces diferencia significativa.

5.5.3.- Acidez en los frutos de tomate

En la figura 47 se muestra el análisis de la variable de acidez en los frutos de tomate a los 120 dde con la aplicación de diferentes tratamientos.

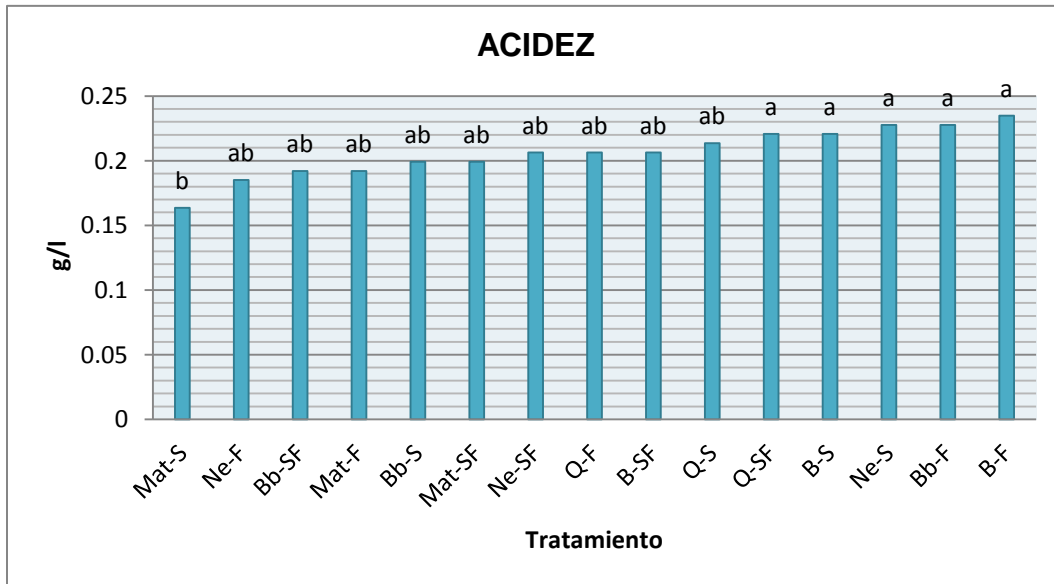


Figura 47. Análisis estadístico de Acidez (g/L de ácido cítrico) Frutos de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación. (Tukey 95 % de confianza $P \leq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 47 se observa que los frutos de las plantas de tomate fumigadas con el extracto de Mata-ratón (M) aplicado al suelo (S) tuvieron diferencia mínima significativa con las plantas del testigo blanco (B) aplicado al follaje (F), al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo.

5.5.4.- Cuantificación de carbohidratos en los frutos de tomate

En la figura 48 se muestra el análisis de la variable carbohidratos en los frutos de tomate a los 120 dde con la aplicación de diferentes tratamientos.

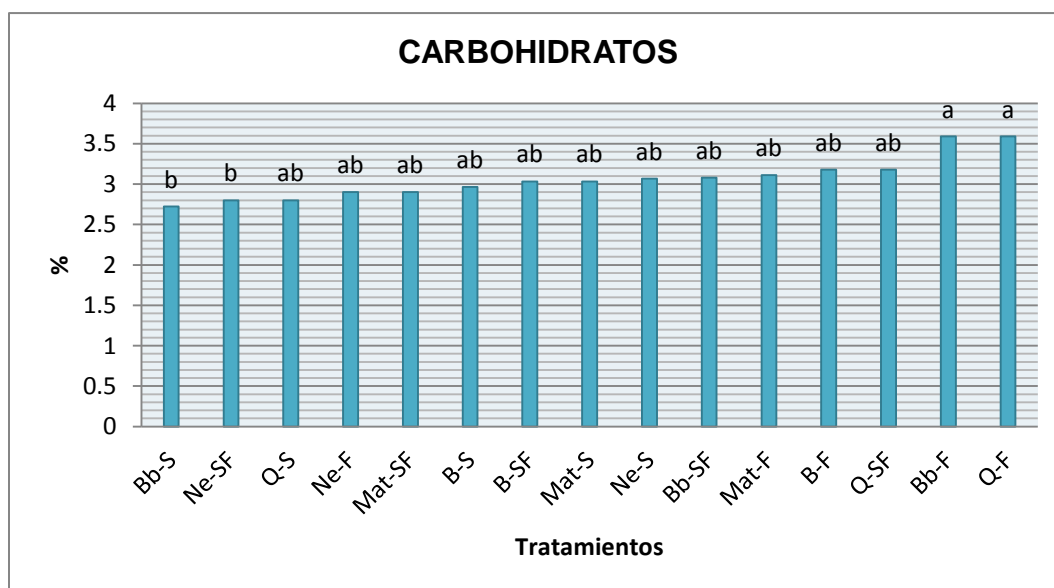


Figura 48. Análisis estadístico de Carbohidratos de Frutos de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación. (Tukey 95 % de confianza $P \leq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 48 se puede observar que los frutos de las plantas de tomate fumigadas con el extracto de neem (Ne) aplicado al suelo y follaje (SF), junto con el tratamiento de *Beauveria bassiana* Bassi (Bb) aplicada al suelo (S) son diferentes estadísticamente hablando con las plantas fumigadas con *Beauveria bassiana* Bassi (Bb) aplicadas al follaje (F) y el testigo químico (Q) aplicado al follaje (F), al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo.

5.5.5.- Porcentaje de cenizas en los frutos de tomate

En la figura 49 se muestra el análisis de la variable porcentaje de cenizas en los frutos de tomate a los 120 dde con la aplicación de diferentes tratamientos.

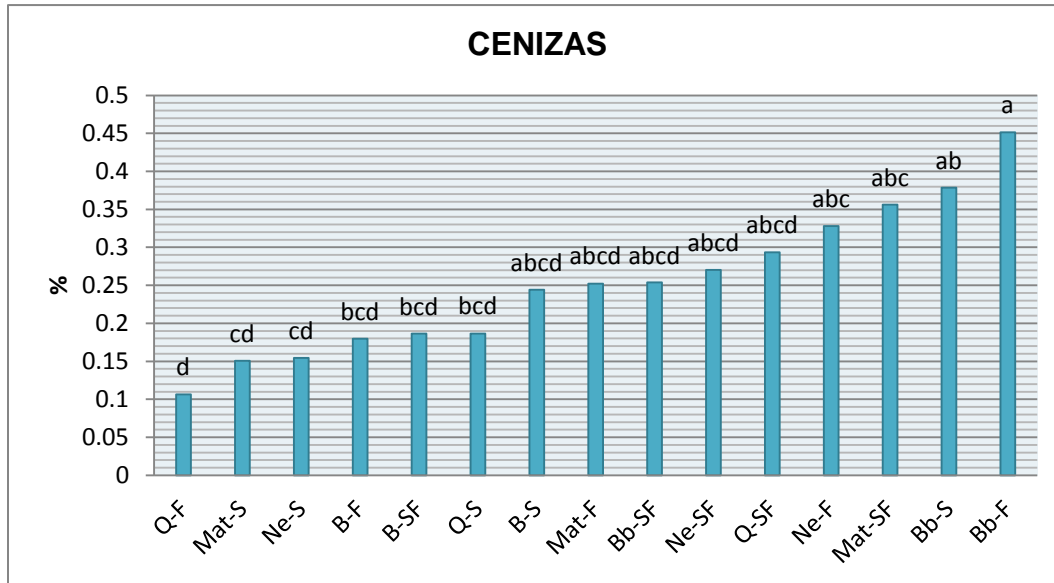


Figura 49. Análisis estadístico % de Cenizas de Frutos de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación. (Tukey 95 % de confianza $P \leq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 49 se observa como los frutos de las plantas de tomate fumigadas con los tratamientos; testigo químico (Q) aplicado al follaje (F), extracto de Mata-ratón (Mat) aplicado al suelo (S) y extracto de neem (Ne) aplicado al suelo (s) tienen diferencias significativas con los tratamientos *Beauveria bassiana* Bassi (Bb) aplicada al suelo (S) y al follaje (F) respectivamente, al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo.

5.5.6.- Cuantificación de fenoles en los frutos de tomate

En la figura 50 se muestra la cantidad de fenoles en los frutos de tomate a los 120 dde con la aplicación de diferentes tratamientos.

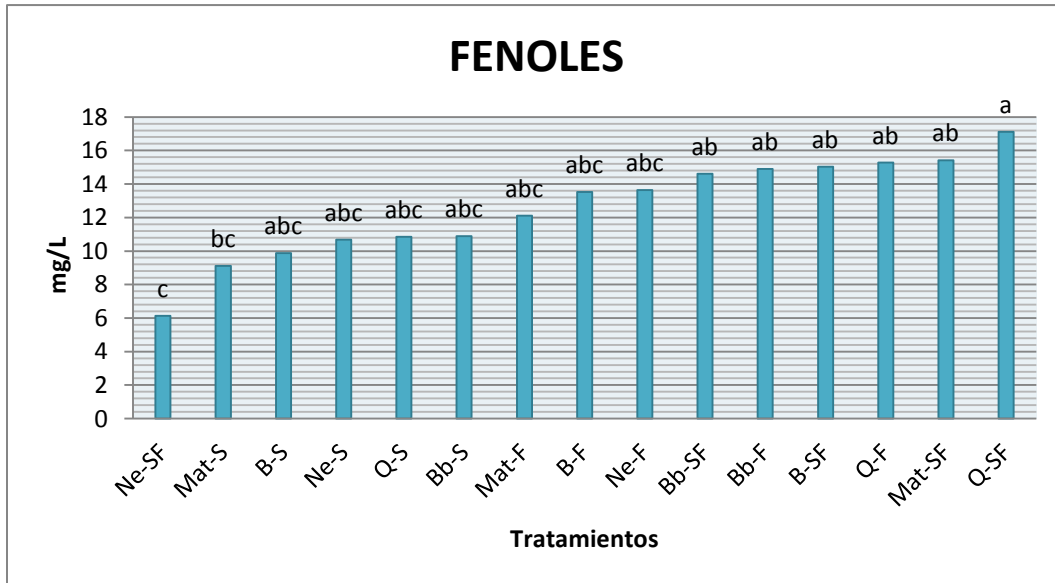


Figura 50. Análisis estadístico de Fenoles de Frutos de tomate a los 120 dde, con la aplicación de los diferentes tratamientos y formas de aplicación. (Tukey 95 % de confianza $P \leq 0.05\%$). Letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 50 se observa que los frutos de las plantas fumigadas con los tratamientos; extracto de neem (Ne) aplicado al suelo y follaje (SF) y extracto de Mata-ratón (M) aplicado al suelo (S) son diferentes estadísticamente hablando con los frutos de las plantas fumigadas con el tratamiento de testigo químico Thiodan (Q) aplicado al suelo y follaje (SF), al igual que con el resto de los tratamientos pero estadísticamente no es significativo.

VI.- Discusión de Resultados

Es importante destacar, que el experimento se realizó en un sistema cerrado (invernadero), por lo que el área de contacto del interior con el exterior fue estrechamente reducida; por lo tanto el número de insectos tanto dañinos como benéficos fue muy reducido en sus diferentes variedades.

Flores, 2003 encontró que las plantas de tomate tratadas con el extracto crudo de mata-ratón (*Gliricidia sepium* Jacq.) al 1 % 48 horas después de la aplicación foliar dio mejores resultados ya que redujo en 4.6 veces más comparando con el tratamiento Thiodan en el número de adultos de mosquita blanca.

En nuestro estudio se encontró que las plantas de tomates tratadas con el tratamiento mata-ratón (*Gliricidia sepium* Jacq.) comparándolo con los otros tratamientos tuvo mejor control sobre todos los insectos encontrados antes de la aplicación de cada tratamiento este comparado con el tratamiento de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) ya que se redujo en un 100 % la existencia de insectos después de la aplicación de los tratamientos.

William Quarters (1994) encontraron que el contenido en azadiractina del extracto de neem no mata a los insectos, al menos no inmediatamente, sin que en lugar de ello, repele y destruye su crecimiento y reproducción. En nuestro estudio el extracto de neem actuó como repelente ya que al paso de 2 días la mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) regresaba al plantío de tomate.

Montes et al., 2007; encontraron que los insectos benéficos de las plantas de maíz en un sistema abierto al utilizar extractos de hojas de neem tuvo un mejor efecto positivo en los insectos no siendo el mismo caso para el tratamiento químico quien tuvo efectos negativos; es decir erradico los insectos. En nuestros resultados se obtuvo que las plantas se obtuvo que las plantas de tomate tratadas con neem (*Azadirachta indica* A. Juss) y el tratamiento químico (Thiodan^R) tuvieron un efecto positivo significativo en los insectos encontrados; mientras que el tratamiento mata-ratón (*Gliricidia sepium* Jacq.) logró un menor efecto positivo significativo. Cabe recalcar que en este caso el insecticida utilizado Thiodan^R de la compañía Bayer reportan beneficios hacia la fauna y flora al utilizarlo.

White e izquierdo (1991); Esquivel (1999), observaron que en condiciones de riego, la biomasa se concentra en los órganos de la planta. Lo que asegura que en condiciones de humedad favorable el crecimiento de la planta y de otros órganos van en incremento hasta que alcancen la madurez fisiológica, en nuestro estudio se encontró que las variables de crecimiento: diámetro de tallo y longitud de follaje a los tiempos: 40, 48, 56, 64, 72 y 80 fueron en crecimiento hasta que la planta alcanzo la madurez fisiológica.

En los parámetros de cosecha el químico fue el mejor tratamiento ya que mostro los valores más altos en el caso de diámetro de fruto, longitud de fruto, numero de flores, numero de frutos y peso de de fruto; Sin embargo es de vital importancia tomar en cuenta que los tratamientos de *Beauveria bassiana*, extracto de neem (*Azadirachta indica*) y extracto de Mata-ratón (*Gliricidia sepium* Jacq.) son biodegradables y no produce desequilibrio en el ecosistemas que es el caso de los insecticidas químicos.

Los estudios de los parámetros fisicoquímicos del fruto del tomate realizados en nuestra investigación estuvieron dentro del rango manejado por Muñoz et al., (2002). Pero es importante mencionar que los extractos de mata-ratón (*Gliricidia sepium* Jacq.) y neem (*Azadirachta indica* A. Juss) fueron los mejores tratamientos con respecto a lo mencionado anteriormente.

VII.- Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que el extracto de neem y matarraton actuaron como repelentes ya que los insectos se encontraron de manera similar en cada una de las fumigaciones, siendo más eficiente el extracto de mata-ratón ya que después de cada aplicación erradicaba por completo a la mosquita blanca, caso contrario a los demás tratamientos utilizados durante el experimento.

El extracto de mata-ratón y neem es posible utilizarlo como alternativa en el cultivo de tomate para protegerlo de plagas agrícolas sin que estos tengan algún tipo de impacto en los insectos benéficos, además, de que son biodegradables y más económicos que los insecticidas utilizados comúnmente en la agricultura no causando un desequilibrio ecológico.

Las plantas de tomate que fueron fumigadas con el extracto de mata-ratón presentaron el mayor contenido de proteínas, en comparación a los demás tratamientos de ahí su importancia nutricional.

Las plantas y frutos de tomate se vieron favorecidas con la aplicación del extracto de mata-ratón y neem, ya que la acción de bioinsecticidas inhiben el ataque de los insectos dañinos (mosquita blanca), permitiendo así que esas realicen sus reacciones metabólicas sin interrupciones para su desarrollo y crecimiento.

VIII. Recomendaciones

- En algunos casos, el tipo y cantidad de fertilizante puede ser recomendado en base a un diagnostico visual inmediatamente, pero en la mayoría de los casos es necesario obtener información adicional del sistema agrícola tal como: análisis de nutrimentos, pH del suelo, nivel de materia orgánica, estatus de humedad del suelo, historial de uso de fertilizantes o plaguicidas.

IX.- Bibliografía

- Avalos García, 2009. "Metabolismo secundario de plantas", Departamento de biología vegetal, Madrid, España.
- Brown, J. K., 1994. Current status of Bemisia tabaci Gennadius as a plant pest and virus vector in agroecosystems worldwide. FAO. Plant. Protection Bulletin. 42 (1-2):3-32.
- Badui, Jergal, Salvador (1998). Química de los alimentos. Editorial Alambra mexicana, 3 ed. 5 reimpresión. México, 648-649 pp.
- CATIE (Centro agronómico tropical de Investigación y enseñanza, CR), 1994. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo del tomate/CATIE. Proyecto regional MIP. Turrialba, C.R.:CATIE/MIP,1994.138 Pág.
- CATIE (Centro agronómico tropical de Investigación y enseñanza, CR) ,2002. Evaluación de extractos vegetales y sustancias blandas como repelentes de la mosquita blanca (Bemisia tabaci Gennadius).In Validación de tecnologías de bajos insumos para la producción sostenible del tomate en el sistema de ladera. Turrialba.CR.
- Coronado, P.R.; Márquez, D.A., 1991. Introducción a la Entomología (Morfología y Taxonomía de los insectos). LIMUSA; México. Pág. 13 – 18, 40 - 53.
- Coutiño C., E. A. 2009. Efecto de los extracto de mata-ratón (*Gliricidia sepium Jacq.*) sobre el desarrollo, características físico químicas y bioinsecticidas en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*)Tesis profesional Instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.
- Duke Jim.1998 Phytochemical and Ethnobotanical Databases. Retrieved from <http://www.ars-grin.gov/duke/plants.html>.
- Duke Jim.2009 Phytochemical and Ethnobotanical Databases. Retrieved from <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/duke/farmacy2.pl>.
- Dr. Gustavo A. Gonzalez Aguilar , 2006. Compuestos volátiles de origen natural. Recuperado desde <http://www.esalq.usp.br/departamentos/lpv/eventos/palestras/Ponencia%206%20de%20abril%202006.pdf>, Julio 2011.
- Flores, M.G., 2003 Evaluación de fracciones de extractos y sustancias puras de origen vegetal como disuasivos o repelentes de adultos Bemisia tabaci Gennadius.

Tesis de Maestría Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 2003.

- Hilje, L., 2003. Estatus del manejo de la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) en América Latina y el Caribe: ocho preguntas pertinentes. In memorias XXX congreso. Sociedad Colombiana de entomología. Cali, Colombia. (CD-ROM)
- Montes M., J. A., 2003. Efecto del extracto de hoja de neem (*Azadirachta indica* A.Juss) sobre el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) del maíz (*Zea mays* L.) Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias químicas campus IV UNACH.
- Montes Molina, J.A, Luna Guido M., Ceballos Ramírez J.M., Fernández Luqueño F., Espinoza Paz N., Rincon Rosales R., Deendoven L., Gutiérrez Miceli F.A. (2008). Effect of pestcontrolling neem and mata-raton on bean growth, soil N and soil CO₂ emissions. INRA, EDP Sciences, 1-7.
- Muñoz C., M. 2002. Tablas de valor nutritivo de alimentos, Mc Graw Hill, México; pág. 67.
- Norman N. Potter, Harla 1998, Ciencia de los alimentos, México, 546-547 pp.
- Nuricumbo Z., I. H., 2009. Efecto de los extractos de neem (*Azadirachta indica* A.Juss) y mata-ratón (*Gliricidia sepium* Jacq.) sobre el cultivo y plagas de tomate (*Solanum esculentum*) Tesis profesional Instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.
- White, J. W. and izquierdo,. (1991). Physiology of yield potential and stress tolerance. In: Schoonhoveen, A. van and Voysest, O. (eds.) Common beans: research for crop improvement. CAB international an CIAT. Redwood Prees. Melksham, Wiltshire, UK. P. 287-382. Recuperado el 26 de mayo de 2010 desde http://www.inifap.gob.mx-otros_sitios/Julio_dic2005.pdf