

## EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL BIOCARBÓN COMO ENMIENDA EDÁFICA EN LA FITOSANIDAD DEL CULTIVO DE CACAO TIPO NACIONAL

### EVALUATION OF THE EFFECTS OF BIOCARBON AS A SOIL AMENDMENT ON THE PHYTOSANITY OF NATIONAL-TYPE COCOA CULTURE

Dayse Verónica Farez Yunga<sup>1</sup>

E-mail: [dfarezyunga\\_est@utmachala.edu.ec](mailto:dfarezyunga_est@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1494-8236>

José Nicasio Quevedo Guerrero<sup>1</sup>

E-mail: [jquevedo@utmachala.edu.ec](mailto:jquevedo@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8974-5628>

Rigoberto Miguel García Batista<sup>1</sup>

E-mail: [rmgarcia@utmachala.edu.ec](mailto:rmgarcia@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2403-0135>

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Farez Yunga, D. V., Quevedo Guerrero, J.N., & García Batista, R.M. (2021). Evaluación de los efectos del biocarbón como enmienda edáfica en la fitosanidad del cultivo de cacao tipo nacional, (2021). *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(2), 164-177.

#### RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes enmiendas orgánicas aplicadas de forma edáfica en la Fitosanidad del cultivo cacao tipo nacional. El ensayo experimental de campo se desarrolló en la finca "Palenque" ubicada en el sector Pejeyacu, Cantón Chilla. Se utilizó un diseño de bloques al azar con 7 tratamientos y 10 repeticiones por tratamiento, las variables de estudio fueron número total de mazorcas por planta, número de mazorcas sanas por planta, número de mazorcas enfermas por planta, número de mazorcas cosechadas por planta, peso de mazorca, número de almendra por mazorca, peso de 100 almendra frescas, peso de 100 almendras secas, índice de severidad plagas, índice de enfermedades. Los siete tratamientos evaluados fueron: (T1) Biocarbón y gallinaza, (T2) Biocarbón, Fossil Shell Agro y gallinaza, (T3) Biocarbón, Fossil Shell Agro y gallinaza, (T4) Fossil Shell Agro y gallinaza, (T5) silicato de calcio y gallinaza, (T6) cal agrícola, Biocarbón y gallinaza, (T7) Testigo. Las aplicaciones se realizaron cada mes durante seis meses. La cosecha se efectuó cuando habían pasado tres meses de haber terminado con el ciclo de aplicaciones de los tratamientos, esto coincidió con el tiempo en que demoran las mazorcas desde flor hasta la cosecha en grado de madurez organoléptica. Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS.

#### Palabras clave:

Cacao Nacional, Biocarbón, gallinaza, Fossil Shell Agro.

#### ABSTRACT

The main objective of this work was to evaluate the effect of different organic amendments applied in an edaphic way in the Phytosanitary nature of the national type cocoa crop. The experimental field trial was developed at the "Palenque" farm located in the Pejeyacu sector, Cantón Chilla. A randomized block design with 7 treatments and 10 repetitions per treatment was used, the study variables were total number of ears per plant, number of healthy ears per plant, number of diseased ears per plant, number of ears harvested per plant, weight of ear, number of kernels per ear, weight of 100 fresh kernels, weight of 100 dried kernels, pest severity index, disease index. The seven treatments evaluated were: (T1) Biochar and chicken manure, (T2) Biochar, Fossil Shell Agro and chicken manure, (T3) Biochar, Fossil Shell Agro and chicken manure, (T4) Fossil Shell Agro and chicken manure, (T5) calcium silicate and chicken manure, (T6) agricultural lime, Biochar and chicken manure, (T7) Control. Applications were made every month for six months. The harvest was carried out when three months had passed after having finished with the application cycle of the treatments, this coincided with the time in which the pods take from flower to harvest in the degree of organoleptic maturity. The SPSS program was used for statistical analysis.

#### Keywords:

National Cacao, Biochar, chicken manure, Fossil Shell Agro.

## INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao*, L) dentro del comercio mundial es uno de los productos primarios de mayor exportación constituyéndose como el pilar de la economía nacional de muchos países en subdesarrollo (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2002). En América Central y América Latina se ubica el 14.9 por ciento en producción de granos de cacao a nivel mundial (Organización para las Naciones Unidas y la Agricultura, 2020).

La importancia económica del cacao en Ecuador está relacionada a las exportaciones a mercados extranjeros debido a que constituye uno de los principales rubros de ingreso al país (Flores & Juela, 2018). Las provincias en las que se centra la mayor producción de cacao es en Los Ríos, Guayas, Manabí y Sucumbios (Asociación Nacional de Exportadores. de Cacao e Industrializados del Ecuador, 2015).

A medida que el cacao ecuatoriano gana más terreno en los mercados extranjeros, la producción del cultivo en el país aumenta, el cual se evidencia con el incremento de hectáreas por año. Es por ello que se deben estudiar nuevas opciones que impulsen la producción y calidad de grano.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de diferentes enmiendas orgánicas aplicadas de forma edáfica en la fitosanidad del cultivo cacao tipo Nacional ya establecido, el mismo que es muy importante en la productividad del cultivo ya que de esto dependerá la rentabilidad del mismo. El control de plagas y enfermedades es una labor cultural que requiere de mucho tiempo para el productor, pero a su vez se obtienen resultados económicos y se efectúa un mejor manejo fitosanitario. El material vegetal utilizado fue cacao tipo Nacional, el cual es un cacao conocido por su poca producción y baja resistencia a plagas y enfermedades, pero este resalta mucho por su alta calidad tanto en sabor y fragancia. El objetivo del estudio estuvo dirigido a evaluar el efecto de diferentes enmiendas orgánicas aplicadas de forma edáfica en la productividad y fitosanidad del cultivo de cacao tipo Nacional.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la plantación de cacao orgánico Finca “Palenque” ubicada en el sector Pejeyacu, Cantón Chilla, Provincia de El Oro, Ecuador, cuya propietaria es la Ingeniera Sonia Lucia Guachizaca (Figura 1).

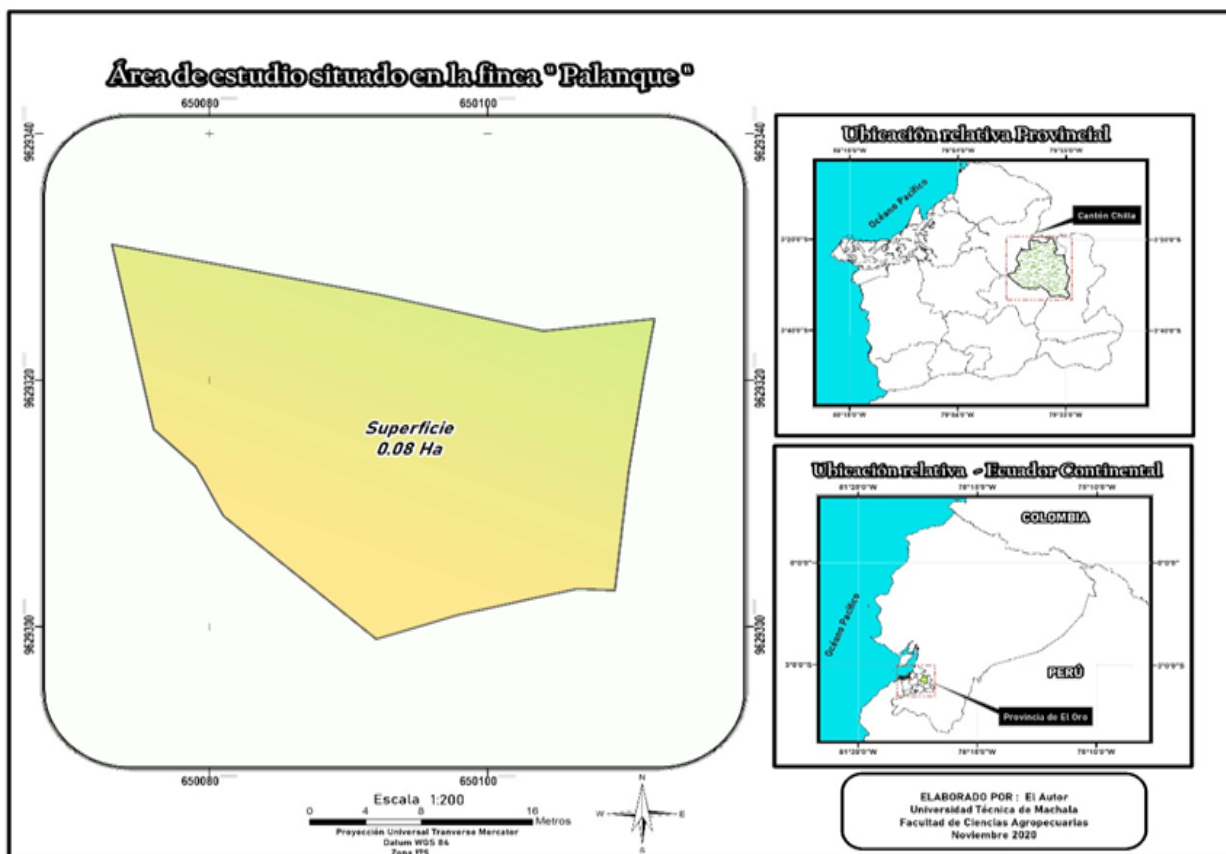


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

El Área de investigación se encuentra en la siguiente ubicación geográfica, coordenadas: 79°38'56.8" W (650078.5 UTM) y 3°21'9.30" S (9629331,1 UTM), con una altitud de 562 msn

El material genético utilizado para la investigación se tomó 70 árboles de Theobroma cacao, L Nacional ya establecidas en la Finca.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño experimental soporte de la investigación fue un diseño experimental de bloques completamente al azar. Los tratamientos se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos de Estudio.

| Tratamientos | Códigos y Repeticiones                                 | Descripción  |
|--------------|--|--|
| T1           | T1R1,T1R2,T1R3,T1R4,T1R5,T1R6, T1R7, T1R8, T1R9, T1R10 | 6 aplicaciones de 100 g Biocarbón + 50 g gallinaza                     |
| T2           | T2R1,T2R2,T2R3,T2R4,T2R5,T2R6, T2R7, T2R8, T2R9, T2R10 | 6 aplicaciones de 100 g Biocarbón + 5 gr Fossil Shell + 50 g gallinaza |
| T3           | T3R1,T3R2,T3R3,T3R4,T3R5,T3R6, T3R7, T3R8, T3R9, T3R10 | 6 aplicaciones de 50 g Biocarbón + 10 g Fossil Shell + 50 g gallinaza  |
| T4           | T4R1,T4R2,T4R3,T4R4,T4R5,T4R6, T4R7, T4R8, T4R9, T4R10 | 6 aplicaciones de 10 g Fossil Shell + 50 g gallinaza                   |
| T5           | T5R1,T5R2,T5R3,T5R4,T5R5,T5R6, T5R7, T5R8, T5R9, T5R10 | 6 aplicaciones de 50 g Silicato de calcio + 50 g gallinaza             |
| T6           | T6R1,T6R2,T6R3,T6R4,T6R5,T6R6, T6R7, T6R8, T6R9, T6R10 | 6 aplicaciones de 50 g Cal Agrícola + 50 g Biocarbón + 50 g gallinaza  |
| T7           | T7R1,T7R2,T7R3,T7R4,T7R5,T7R6, T7R7, T7R8, T7R9, T7R10 | Testigo  |

**Obtención de Biocarbón.** La elaboración se realizó en el sitio Rio Negro del Cantón Santa Rosa en la finca del Ing. Carlos Ramón, se elaboró Biocarbón a base de mazorcas enfermas de cacao secas, las que se colocaron dentro de un tanque pequeño cerrado, después se colocó en el interior del tanque grande, posteriormente se puso al fuego (Figura 2).



Figura 2. Elaboración de Biocarbón.

### Procedimientos para la aplicación de tratamientos:

Luego del proceso de la quema se procedió a triturar el Biocarbón, se pesaron los gramos para cada tratamiento, y posteriormente ser aplicados a las plantas. Se eligieron diez plantas por tratamiento (Figura 3).



Figura 3. Proceso de tritución del Biocarbón.

Con un Hércules se perforo el suelo alrededor de las plantas y se aplicó en forma circular a una distancia de 50 cm, después se cubrió con hojarasca. Las aplicaciones se llevaron a cabo durante seis meses. En cada uno de los tratamientos se procedió de la siguiente manera:

T1: Se efectuaron seis aplicaciones; 100 gr Biocarbón + 50 gr gallinaza se realizó la aplicación cada mes, obteniendo un total al finalizar la investigación de 600 gramos y 300 gramos.

T2: Se efectuaron seis aplicaciones; 100 gr Biocarbón + 5 gr Fossil Shell + 50 gr gallinaza se realizó la aplicación cada mes, obteniendo un total al finalizar la investigación de 600 gramos, 30 gramos y 300 gramos.

T3: Se efectuaron seis aplicaciones; 50 gr Biocarbón + 10 gr Fossil Shell + 50 gr gallinaza se realizó la aplicación cada mes, obteniendo un total al finalizar la investigación de 300 gramos, 60 gramos y 300 gramos.

T4: Se efectuaron seis aplicaciones; 10 gr Fossil Shell + 50 gr gallinaza se realizó la aplicación cada mes, obteniendo un total al finalizar la investigación de 60 gramos y 300 gramos.

T5: Se efectuaron seis aplicaciones; 50 gr Silicato de calcio + 50 gr gallinaza se realizó la aplicación cada mes, obteniendo un total al finalizar la investigación de 300 gramos y 300 gramos.

T6: Se efectuaron seis aplicaciones; 50 gr Cal Agrícola + 50 gr Biocarbón + 50 gr gallinaza se realizó la aplicación cada mes, obteniendo un total al finalizar la investigación de 300 gramos, 300 gramos y 300 gramos.

T7: Plantas testigo no se realizó ninguna aplicación.

Las variables a evaluar son: Número total de mazorcas por planta, Número de mazorcas sanas por planta, Número de mazorcas enfermas por planta, Número de mazorcas cosechadas por planta, Peso de mazorca, Número de almendra por mazorca, Peso

de 100 almendra húmedas, Peso de 100 almendras secas, Índice de severidad de plagas y Índice de enfermedades.

### Metodología de evaluación de las variables a estudiar.

Número total de Mazorcas, sanas y enfermas por planta, Se contó el total de mazorcas, sanas y enfermas por cada planta por tratamiento cada mes.

Índice de severidad de plagas, Se tomaron datos al inicio, mediado y final del ensayo de las plagas por cada árbol por tratamiento.

Índice de enfermedades, Se tomaron datos al inicio, mediado y final del ensayo de las enfermedades por cada árbol por tratamiento.

Cosecha, La cosecha se efectuó cuando habían pasado tres meses de haber terminado con el ciclo de aplicaciones de los tratamientos, esto coincidió con el tiempo en que demoran las mazorcas desde flor hasta la cosecha en grado de madurez organoléptica, se utilizó tijeras de podar con el objetivo de no causar daños en los cojinetes florales y se tomaron los datos de cosecha in situ como: peso de mazorca (g), número de almendras por mazorca, peso de 100 semillas frescas (g), peso de 100 semillas secas (g).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del ANOVA de un factor se muestran en la Tabla 2, se aprecia que existe diferencia significativa, debido a que los valores son menores a ( $p=0.05$ ) en las variables: MT, MS, ME, NMXP, PM y PSH, mientras que para las variables NAXM y PSS no existe diferencias significativas por lo que su  $p$  es mayor a 0.05 de acuerdo al análisis estadístico.

Tabla 2. Resultados del ANOVA de un factor de las variables de estudio.

| Variable | Significancia |
|----------|---------------|
| MT       | 0,000         |
| MS       | 0,028         |
| ME       | 0,000         |
| NMXP     | 0,012         |
| PM       | 0,010         |
| NAXM     | 0,205         |
| PSH      | 0,025         |
| PSS      | 0,218         |

En la figura 4 observamos que T1 (B100G50G), T2 (B100F5G50G) y T3 (B50F10G10G) tuvieron mayor número de mazorcas, a diferencia de los tratamientos

T4 (F10G50G), T5 (SCA50G50G), T6 (B50CAL50G50G) y el Testigo. La aplicación de Biocarbón presentó un mayor efecto en el número total de mazorcas de las plantas con la dosis del T1 (B100G50G). Corroborado con resultados obtenidos por Quiguiri & Robalino (2019), cuando afirman que, aunque se reflejen resultados positivos con la aplicación de Biocarbón, para obtener mejores resultados se deben realizar aplicaciones por más de dos años ya que es un proceso de prolongado tiempo. Según Quintero & Umazor (2018), sostienen que probablemente al incrementar la dosis de Biocarbón se observan mejores resultados en la productividad de los cultivos.

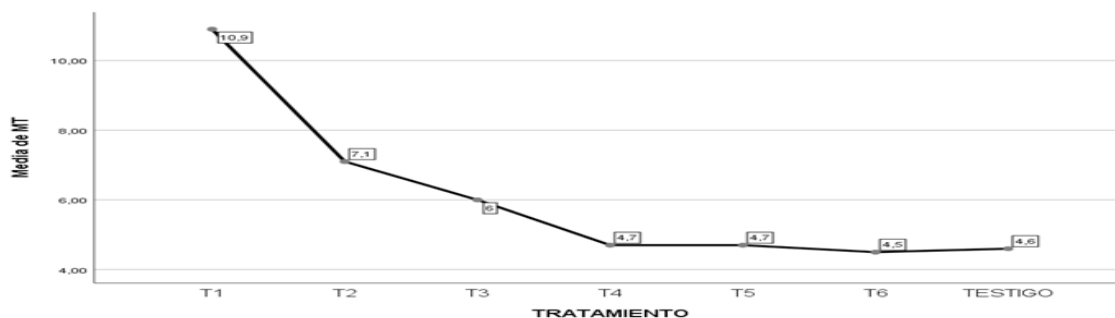


Figura 4. Media de Mazorcas totales.

En la Figura 5 muestra que T1 (B100G50G) tuvo el mayor número de mazorcas sanas con 11 mazorcas seguido del T2 (B100F5G50G) con cinco mazorcas mientras que los tratamientos T3 (B50F10G10G), T4 (F10G50G) y T5 (SCA50G50G), no hubo diferencias significativas con cuatro mazorcas y el Testigo tuvo la media más baja con 2 mazorcas. Corroborado por Hojah, (2013), quien indico que no todos los estudios con Biocarbón demuestran cambios significativos ya que muchas de las investigaciones se llevan a cabo en invernaderos donde las variables climáticas son manejadas, mientras que en campo las condiciones climáticas influyen de forma significativa en los resultados.

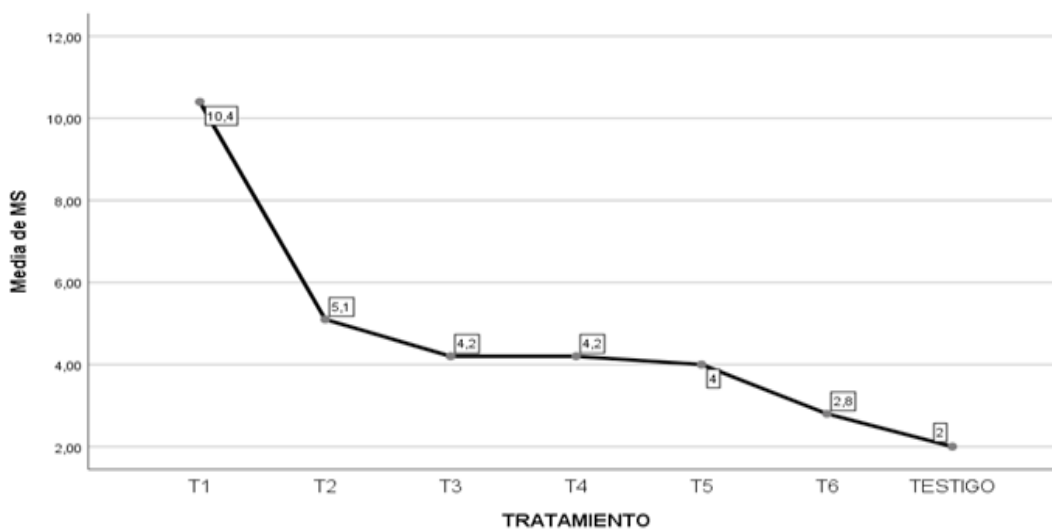


Figura 5. Media de Mazorcas Sanas.

En la Figura 6 podemos observar que el T1(B100G50G) tuvo la mayor media de mazorcas enfermas seguido del Testigo, mientras que en los tratamientos T2 (B100F5G50G), T3 (B50F10G10G), T6 (B50CAL50G50G) no se observa diferencias significativas y los tratamientos T4 (F10G50G) y T5 (5 SCA50G50G) presentan una media más baja. Bravo, et al. (2019), sostienen que el cacao tiene muchos cultivares que puede comportarse de forma variada en zonas con cambios climáticos e influir en la producción.

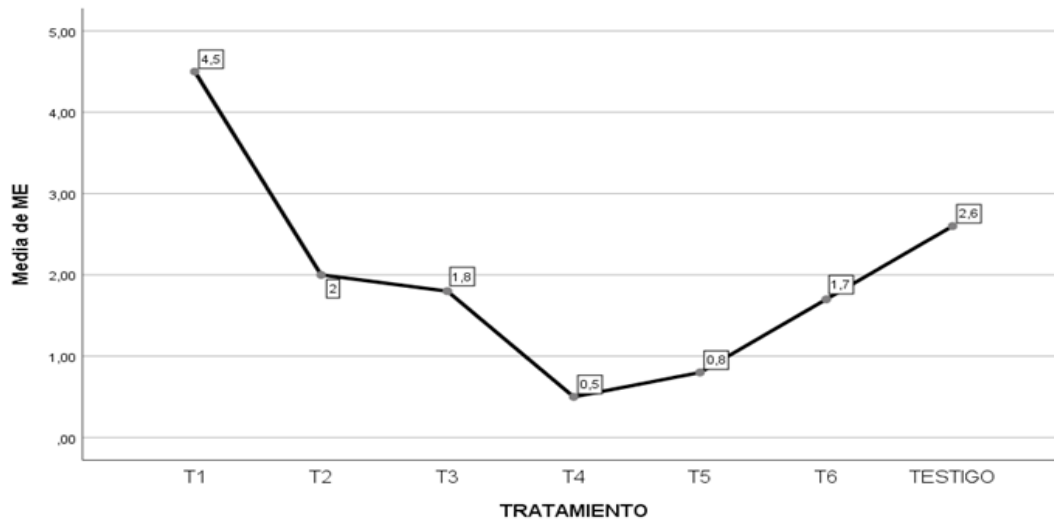


Figura 6. Media de Mazorcas Enferma.

En la Figura 7 observamos que los tratamientos con mayor media de mazorcas cosechadas fueron los tratamientos T1 (B100G50G), T2 (B100F5G50G), T3 (B50F10G10G), T4 (F10G50G), T5 (SCA50G50G), mientras que los tratamientos T6 (B50CAL50G50G) y Testigo presentaron menor número de mazorcas cosechadas. Corroborado por Iglesias, (2018) al afirmar que la aplicación de Biocarbón tiene efectos relevantes en la productividad, no obstante, señala también que los efectos dependerán de las dosis, tipo de suelo, zona de cultivo y el clima.

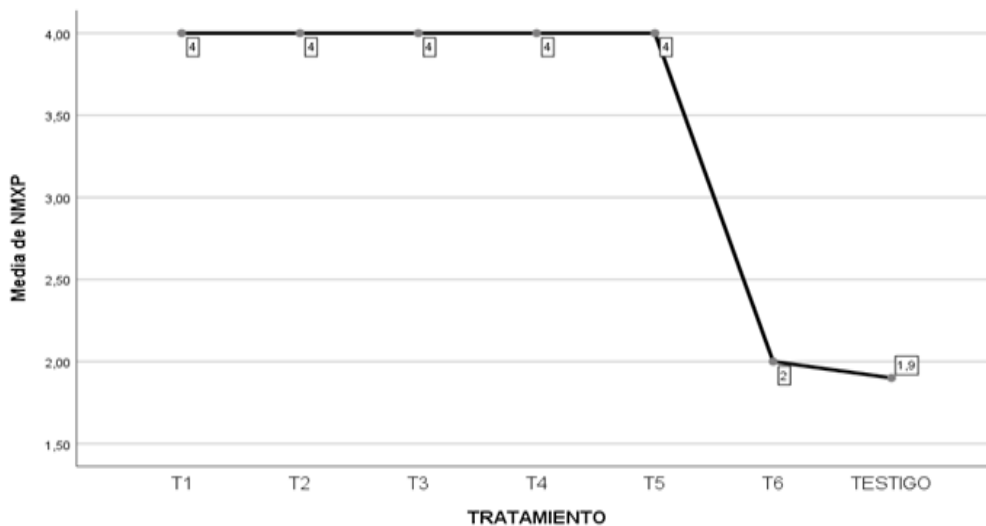


Figura 7. Media de mazorcas cosechadas.

En la Figura 8 podemos apreciar que los tratamientos T2 (B100F5G50G), T4 (F10G50G), T6 (B50CAL50G50G), Testigo y T5 (SCA50G50G) tuvieron la menor media para el peso de mazorcas con 639.8 g, 638.8 g, 628.8 g, 563.8 y 551 g, a diferencia de los tratamientos T1 (B100G50G) y T3 (B50F10G10G) que presentaron un mayor peso de mazorca con 750.3g y 768 g. Concilco et al., (2018), sustentan que los resultados de la aplicación de Biocarbón puede ser visibles o nulas, y dependerá del material con el que se elaboró el Biocarbón, las dosis de aplicación, suelo y material vegetal, y se hace necesario investigar más sobre los beneficios.

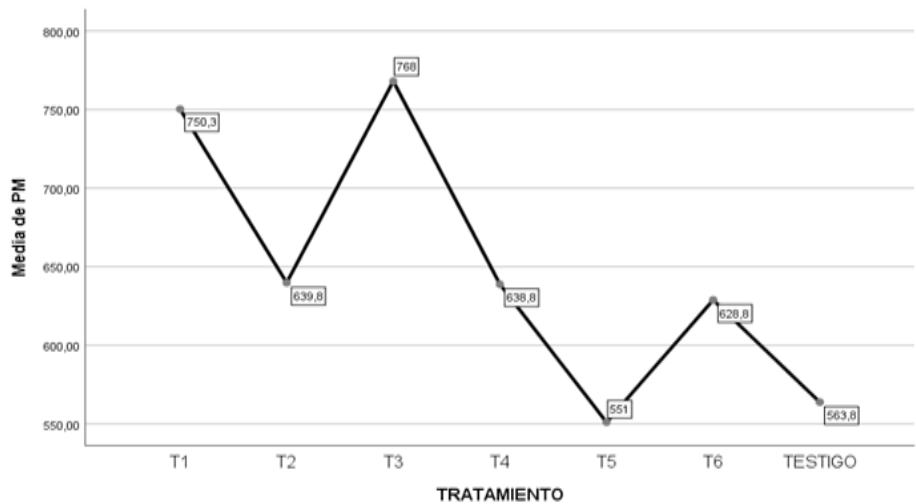


Figura 8. Media de peso de mazorcas.

En la Figura 9 correspondiente a número de almendras los tratamientos T4 (F10G50G) con 31.6 almendras, T2 (B100F5G50G) con 32.7 almendras, T1 (B100G50G) con 33.5 almendras y T5 (SCA50G50G) con 34 almendras tuvieron las medias más bajas, mientras que en el T6 (B50CAL50G50G) y Testigo no se observaron diferencias significativas, siendo el T3 (B50F10G10G) con la media más alta con 39.7 almendras. Corroborado por Valarezo, et al. (2016), al plantear que las dosis de biocarbón en combinación con enmiendas orgánicas muestran diferencias significativas en la producción de granos sin embargo es necesario realizar más estudios en campo para analizar los efectos.

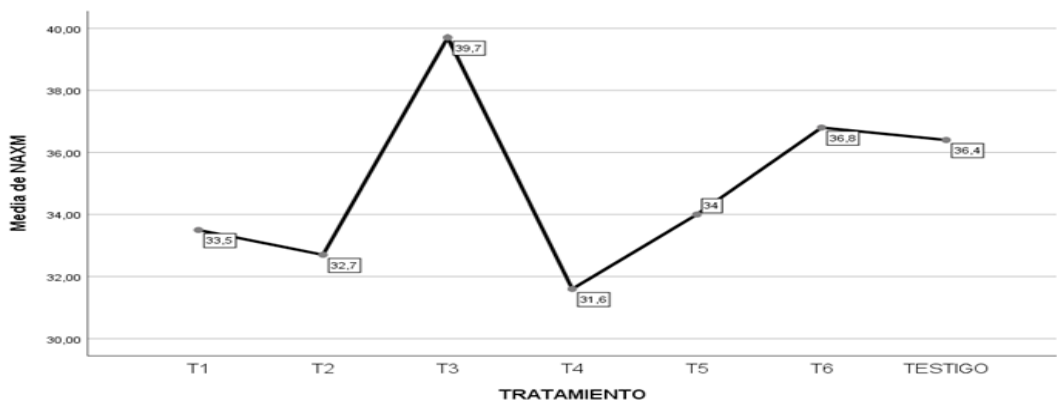


Figura 9. Media número de almendras.

En la figura 10 se observa que los tratamientos T6 (B50CAL50G50G) y T1 (B100G50G) tuvieron la media más alta con 364.2 g y 360.4 g mientras que el T2 (B100F5G50G) presentó la media más baja con 306.2 g. Coincidiendo con lo afirmado por Sisalima, (2020) cuando demostró que si existen variaciones en el peso de almendras en tratamientos con Biocarbón.

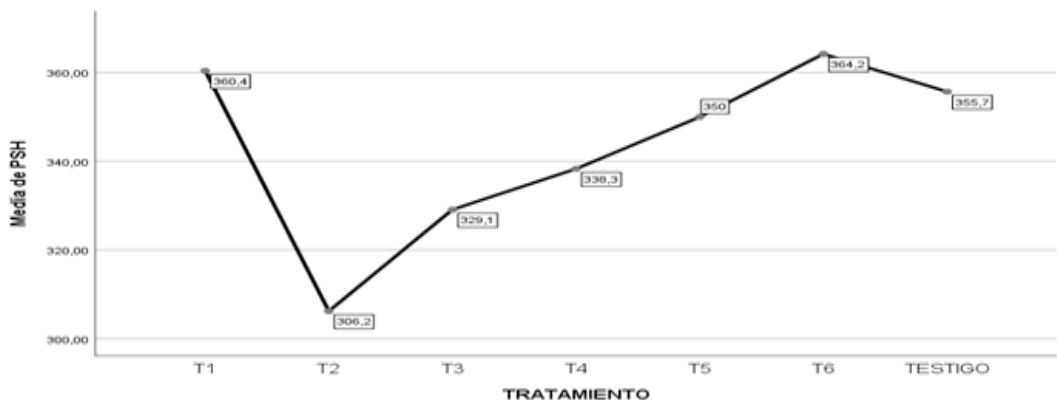


Figura 10. Media de peso de 100 almendras húmedas.

En la Figura 11 que corresponde al peso de almendras secas se muestra que el mejor tratamiento fue el T5 (SCA50G50G) con 145.8 g, seguido del tratamiento T4 (F10G50G) con 138.1 g, mientras que los tratamientos T2 (B100F5G50G), T6 (B50CAL50G50G) y Testigo presentaron la media más baja con 128.4 g, 129.4 g y 129.9 g. Coincidiendo con resultados encontrados por Valarezo, et al. (2016), que señalan que no se visualizan los efectos del biocarbón en periodos menores a dos años después de la aplicación, la reacción de las plantas a enmiendas orgánicas combinadas con Biocarbón dependerán de la materia prima además se ve afecta por condiciones de clima, suelo, tipo de cultivo.

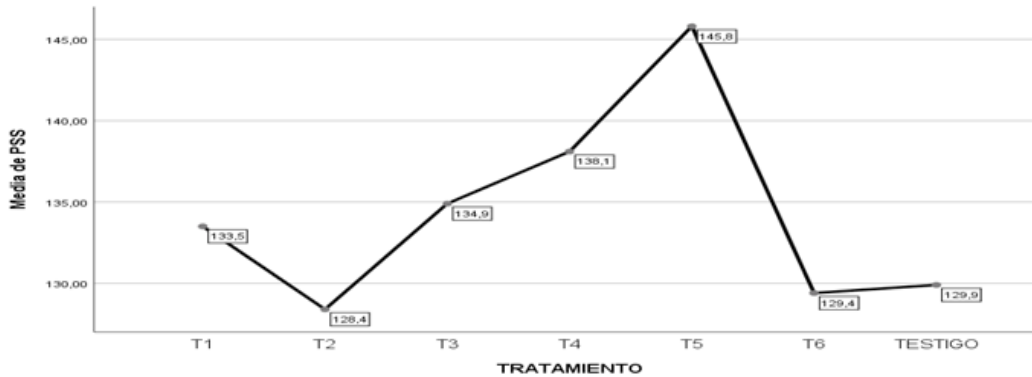


Figura 11. Media de 100 almendras secas.

En la figura 12 se muestra que el T4 (F10G50G) y el T5 (SCA50G50G) tuvieron la media con menor incidencia de plagas, mientras que el T2 (B100F5G50G), T3 (B50F10G10G) y T6 (B50CAL50G50G) hubo mínima diferencias significativas, pero el testigo obtuvo el mayor porcentaje de afectación seguido del T1 (B100G50G). Ticlla (2019), menciona que la aplicación de Biocarbón en varios experimentos donde las condiciones fueron controladas hubo resultados positivos, pero en condiciones de campo se plantea que es necesario realizar más investigaciones y comprobar la efectividad en periodos cortos.

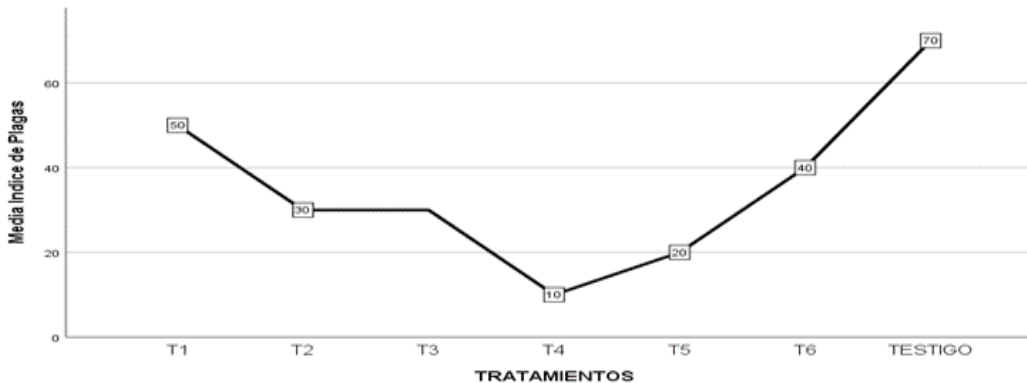


Figura 12. Media de Índice de severidad de Plagas.

En la figura 13 se muestra que el T2 (B100F5G50G) tuvo la media con menor incidencia de enfermedades, seguido que el T1 (B100G50G), T4 (F10G50G) y T5 (SCA50G50G) no hubo diferencias significativas, pero el testigo obtuvo el mayor porcentaje de afectación seguido del T3 (B50F10G10G) y T6 (B50CAL50G50G). Acosta (2014), menciona que al utilizar Biocarbón durante periodos cortos no se promueven cambios visibles y es recomendable realizar más investigaciones que integren prácticas culturales de control que representen ser económicas para el pequeño productor.



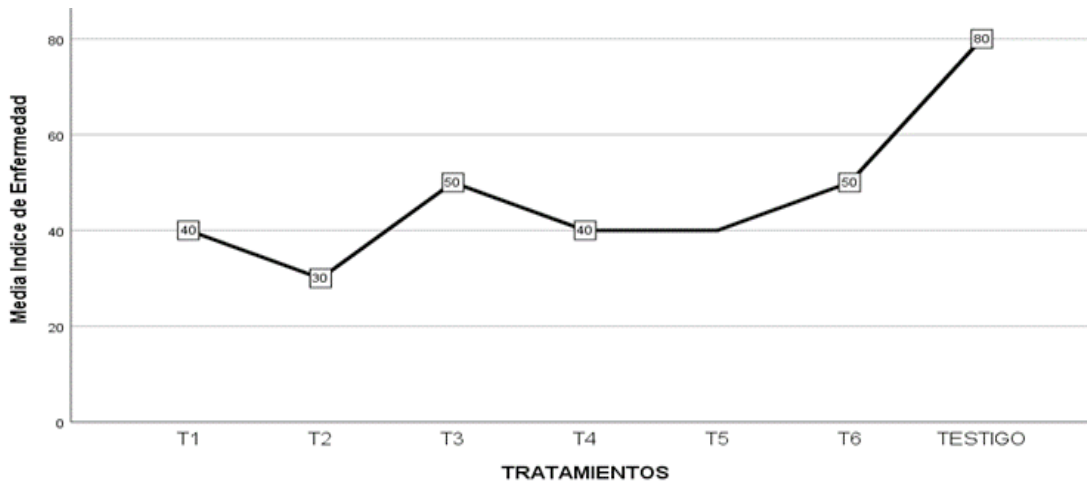


Figura 13. Media del Índice de Enfermedad.

En la Tabla 3, se apreció que al realizar las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk, los 7 tratamientos presentan diferencias estadísticas significativas en función de las ocho variables de estudio llevadas a cabo en la investigación.

Para la variable MT existe significancia estadística en el tratamiento B100G50G con 0,053 de significancia, la variable MS mostro significancia estadística en el tratamiento B100G50G con 0,000, La variable ME también mostro significancia estadística en los tratamientos F10G50G, SCA50G50G y B50CAL50G50G con 0,000, 0,000 y 0,008 de significancia, para la variable NMXP existió significancia estadística en el Testigo con 0,033 y la variable PSH apporto significancia estadística en el tratamiento B50F10G10G con 0,037.

Tabla 3. Prueba de la normalidad en las variables de estudio.

| Pruebas de normalidad    |              |              |      |       |
|--------------------------|--------------|--------------|------|-------|
| Tratamientos Estadístico |              | Shapiro-Wilk |      |       |
|                          |              | gl           | Sig. |       |
| MT                       | B100G50G     | 0,847        | 10   | 0,053 |
|                          | B100F5G50G   | 0,936        | 10   | 0,508 |
|                          | B50F10G10G   | 0,898        | 10   | 0,206 |
|                          | F10G50G      | 0,912        | 10   | 0,296 |
|                          | SCA50G50G    | 0,912        | 10   | 0,296 |
|                          | B50CAL50G50G | 0,940        | 10   | 0,553 |
|                          | TESTIGO      | 0,905        | 10   | 0,248 |
| MS                       | B100G50G     | 0,660        | 10   | 0,000 |
|                          | B100F5G50G   | 0,905        | 10   | 0,246 |
|                          | B50F10G10G   | 0,882        | 10   | 0,136 |
|                          | F10G50G      | 0,905        | 10   | 0,248 |
|                          | SCA50G50G    | 0,858        | 10   | 0,072 |
|                          | B50CAL50G50G | 0,887        | 10   | 0,158 |
|                          | TESTIGO      | 0,859        | 10   | 0,074 |

|      |              |       |    |       |
|------|--------------|-------|----|-------|
| ME   | B100G50G     | 0,937 | 10 | 0,515 |
|      | B100F5G50G   | 0,953 | 10 | 0,703 |
|      | B50F10G10G   | 0,857 | 10 | 0,071 |
|      | F10G50G      | 0,655 | 10 | 0,000 |
|      | SCA50G50G    | 0,509 | 10 | 0,000 |
|      | B50CAL50G50G | 0,781 | 10 | 0,008 |
|      | TESTIGO      | 0,930 | 10 | 0,445 |
| NMXP | B100G50G     | 0,896 | 10 | 0,200 |
|      | B100F5G50G   | 0,851 | 10 | 0,059 |
|      | B50F10G10G   | 0,857 | 10 | 0,070 |
|      | F10G50G      | 0,889 | 10 | 0,167 |
|      | SCA50G50G    | 0,858 | 10 | 0,072 |
|      | B50CAL50G50G | 0,859 | 10 | 0,074 |
|      | TESTIGO      | 0,829 | 10 | 0,033 |
| PM   | B100G50G     | 0,864 | 10 | 0,085 |
|      | B100F5G50G   | 0,899 | 10 | 0,214 |
|      | B50F10G10G   | 0,906 | 10 | 0,256 |
|      | F10G50G      | 0,890 | 10 | 0,169 |
|      | SCA50G50G    | 0,945 | 10 | 0,614 |
|      | B50CAL50G50G | 0,921 | 10 | 0,363 |
|      | TESTIGO      | 0,960 | 10 | 0,780 |
| NAXM | B100G50G     | 0,922 | 10 | 0,372 |
|      | B100F5G50G   | 0,914 | 10 | 0,307 |
|      | B50F10G10G   | 0,940 | 10 | 0,554 |
|      | F10G50G      | 0,932 | 10 | 0,465 |
|      | SCA50G50G    | 0,910 | 10 | 0,281 |
|      | B50CAL50G50G | 0,932 | 10 | 0,473 |
|      | TESTIGO      | 0,954 | 10 | 0,720 |
| PSH  | B100G50G     | 0,899 | 10 | 0,214 |
|      | B100F5G50G   | 0,960 | 10 | 0,789 |
|      | B50F10G10G   | 0,834 | 10 | 0,037 |
|      | F10G50G      | 0,923 | 10 | 0,379 |
|      | SCA50G50G    | 0,898 | 10 | 0,206 |
|      | B50CAL50G50G | 0,921 | 10 | 0,362 |
|      | TESTIGO      | 0,899 | 10 | 0,214 |

|  |              |       |    |       |
|--|--------------|-------|----|-------|
| PSS  | B100G50G     | 0,917 | 10 | 0,330 |
|  | B100F5G50G   | 0,956 | 10 | 0,740 |
|  | B50F10G10G   | 0,943 | 10 | 0,581 |
|  | F10G50G      | 0,969 | 10 | 0,886 |
|  | SCA50G50G    | 0,897 | 10 | 0,201 |
|  | B50CAL50G50G | 0,936 | 10 | 0,511 |
|  | TESTIGO      | 0,917 | 10 | 0,335 |
| *. Esto es un límite inferior de la significación verdadera. |              |       |    |       |
| a. Corrección de significación de Lilliefors                 |              |       |    |       |

En la figura 14 se observa que el T6 (Biocarbón 50g + cal agrícola 50 g + gallinaza 50 g) resultó ser óptimo a la hora de conseguir uniformidad en el número de mazorcas, por lo contrario, no se pudo alcanzar la misma uniformidad al momento de combinar Biocarbón 50g + Fossil Shell Agro 10g + gallinaza 10g, tratamiento 3 (B50F10G10G).

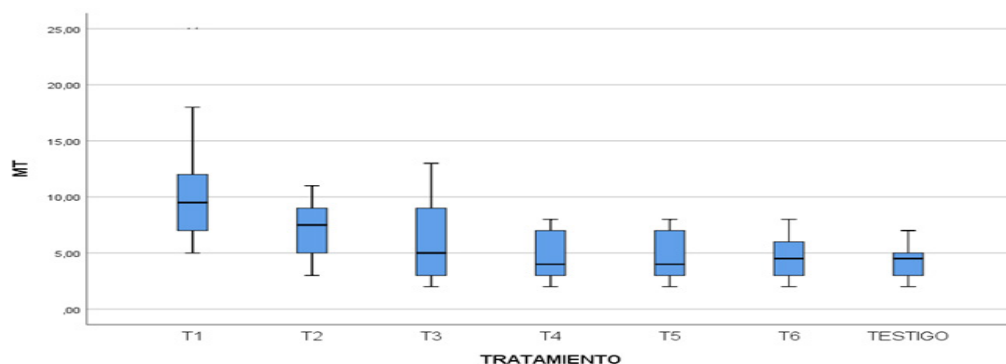


Figura 14. Dispersión de los tratamientos para la variable número total de mazorcas.

Podemos observar en la figura 15 que el mejor tratamiento para obtener homogeneidad de mazorcas sanas resultó ser la combinación Fossil Shell Agro 10g + gallinaza 50g. La aplicación Silicato de calcio 50g + gallinaza 50g, T5 (SCA50G50G) no mantuvo uniformidad para emitir mazorcas en óptimas condiciones fitosanitarias.

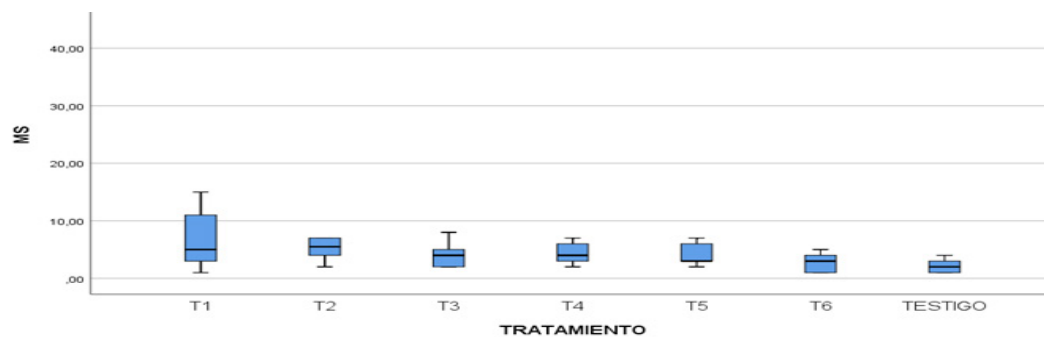


Figura 15. Dispersión de los tratamientos para la variable número de mazorcas sanas.

En la siguiente figura 16 se puede denotar que el tratamiento 4 resultó ser uno de los dos mejores al momento de controlar el número mazorcas enfermas por planta con la buena combinación de Fossil Shell Agro y gallinaza, al igual que el tratamiento 5 por la aplicación de Silicato de calcio y gallinaza.

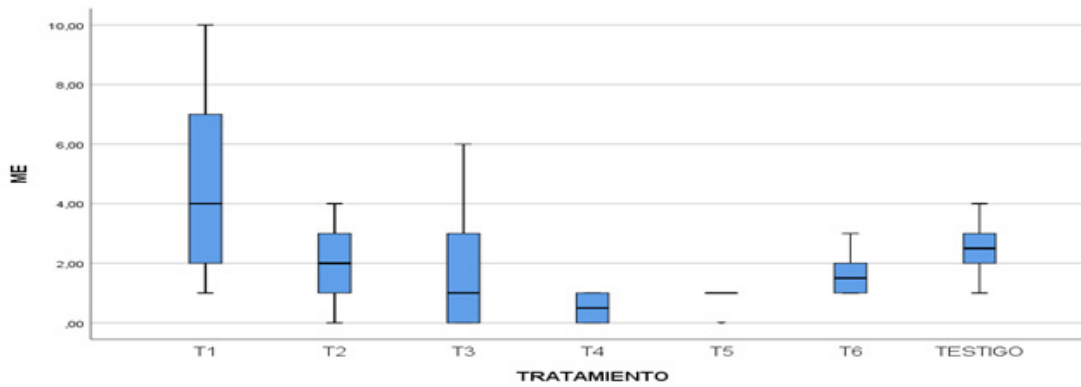


Figura 16. Dispersión de los tratamientos para la variable número de mazorcas enfermas.

Podemos apreciar en la figura 17 que el tratamiento más óptimo a la hora de obtener un número de mazorcas cosechadas por planta es el tratamiento 6 con la buena aplicación y combinación de Biocarbón 50 + cal agrícola 50 g + gallinaza 50 g por otro lado no se consigue el mismo resultado con el T5 por la sinergia existente entre Silicato de calcio y gallinaza.

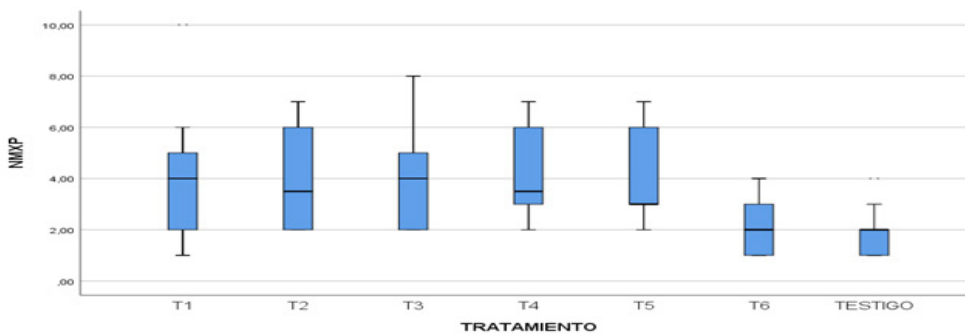


Figura 17. Dispersión de los tratamientos para la variable número de mazorcas cosechadas.

En la siguiente figura 18 se puede apreciar si requiere obtener una buena uniformidad en peso de mazorcas la mejor combinación de elementos resultó ser Silicato de calcio 50g + gallinaza 50g en la aplicación del T5.

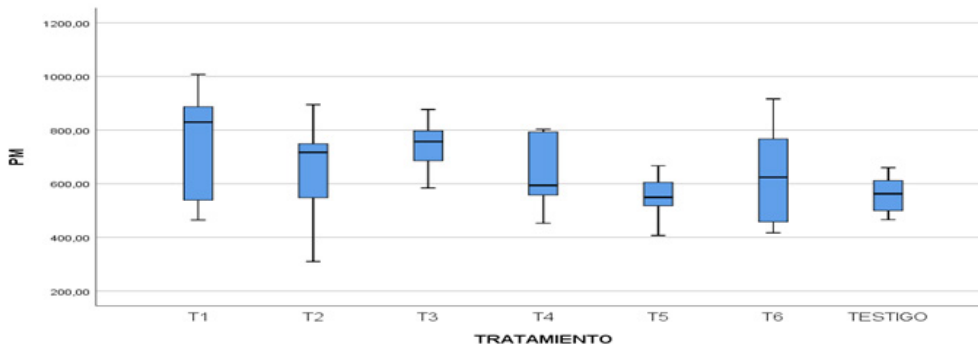


Figura 18. Dispersión de los tratamientos para la variable peso de mazorcas.

En la figura 19, el tratamiento 4 en el cual se aplica Fossil Shell Agro 10g + gallinaza 50 g el número de almendras por mazorca se vuelven más uniformes con respecto a los tratamientos T1 (B100G50G) Biocarbón 100 g + gallinaza 50g y T5 (SCA50G50G) Silicato de calcio 50 g + gallinaza 50g. Se puede afirmar que la combinación de Fossil Shell Agro y gallinaza resulta más efectiva si se busca obtener un buen número de almendras.

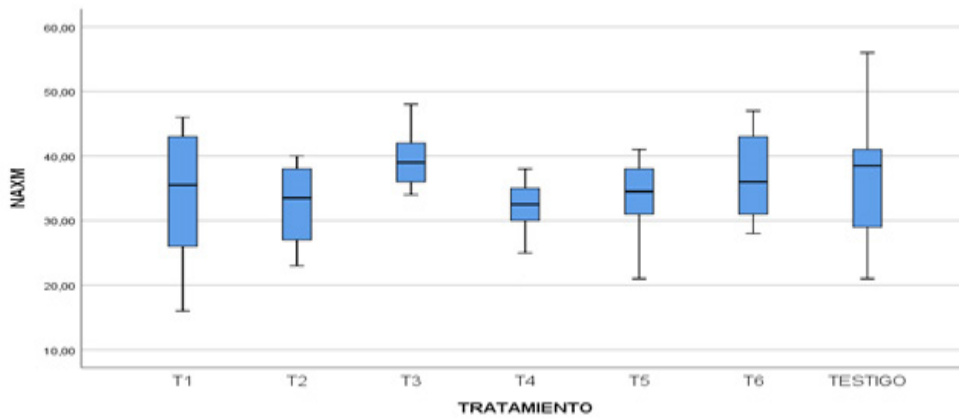


Figura 19. Dispersión de los tratamientos para la variable número almendras por mazorcas.

Observando la figura 20, la combinación de Biocarbón 100 g + gallinaza 50 g perteneciente al T1 (B100G50G) es la mejor aplicación si se desea poseer una excelente uniformidad al momento del peso de almendras húmedas. Esto pudo estar dado a que existe buena sinergia por parte de los 2 elementos (Biocarbón y Gallinaza).

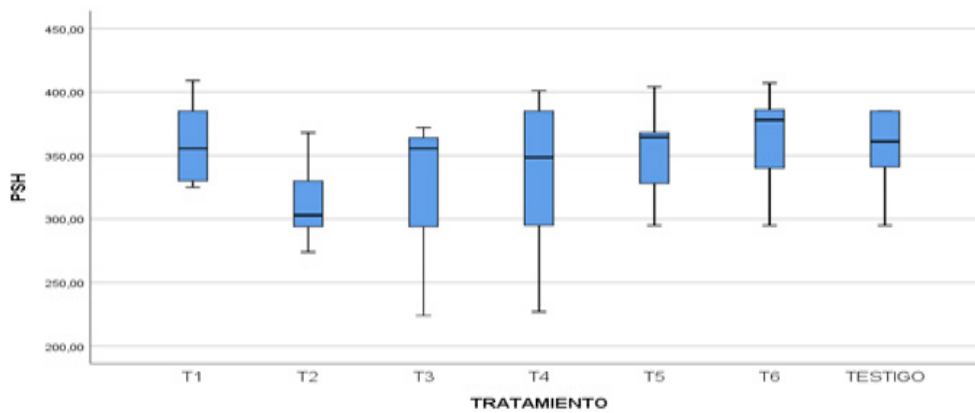


Figura 20. Dispersión de los tratamientos para la variable peso de 100 almendras húmedas.

En la figura 21, la aplicación y combinación de Fossil Shell Agro 10g + gallinaza 50g perteneciente al T4 (F10G50G) es la mejor aplicación si deseamos obtener uniformidad en el peso de almendras secas. Esto pudo estar relacionado a que existe buena sinergia por parte de los 2 elementos (Fossil Shell Agro y Gallinaza).

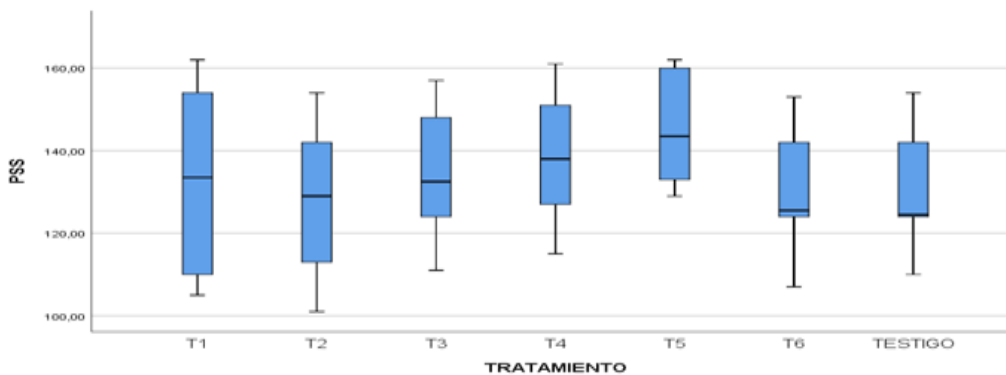


Figura 21. Dispersión de los tratamientos para la variable peso de almendras secas.

## CONCLUSIONES

De los tratamientos estudiados los de menor porcentaje del índice de severidad de plagas fueron donde se aplicó Fossil Shell más gallinaza, mientras que el menor índice de enfermedades lo presentó aquel donde se aplicó 100 g de Biocarbón en combinación Fossil Shell y gallinaza.

El tratamiento testigo tuvo el mayor índice de severidad de plagas y enfermedades en plantas por tratamiento con porcentajes altos del 70% y 80%.

La mejor producción de frutos la presentaron los tratamientos donde se aplicó 100 g de Biocarbón y gallinaza, la dosis de 50 g de Biocarbón en combinación con Fossil Shell más gallinaza, con un incremento significativo en el peso de la mazorca y en el número de almendras por tratamiento.

El mayor peso de almendras húmedas se obtuvo en el tratamiento al que se aplicó la dosis de 50 g de Biocarbón en combinación con cal agrícola y gallinaza.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, J. (2014). Efecto del biocarbón en cacao orgánico (*Theobroma cacao* L.) y manejo biológico del Mal de Panamá (*Fusarium Oxysporum* f. sp. cubense) con biocarbón y microorganismos benéficos. CATIE. <http://www.sidalc.net/repdoc/A11588e/A11588e.pdf>
- Asociación Nacional de Exportadores. de Cacao e Industrializados del Ecuador. (2015). Cacao nacional: un producto emblemático del Ecuador. Anecacao <http://www.anecacao.com/index.php/es/quienes-somos/cacao-nacional.html>
- Bravo Medina, C. A., Alemán Pérez, R. D., Freile Almeida, J. A., Reyes Morán, H. F., Andino Inmunda, M. W., Alba Rojas, J. L., Lazo Pérez, Y., & Marino Ibarra, E. (2019). Evaluación del uso de un biocarbón sobre la absorción de cadmio del suelo y la productividad del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Amazonía ecuatoriana. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 2(1), 6-15.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2002). Anuario estadístico de América Latina y El Caribe 2002. CEPAL. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/916/1/S0300003\\_mu.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/916/1/S0300003_mu.pdf)
- Concilco, E., Moreno, A., García, M., Quiroga, H., & García, O. (2018). Influencia del biocarbón aplicado al suelo sobre atributos de rendimiento y calidad de avena forrajera. *Terra Latinoamericana*, 36(1), 221-228.
- Flores, A., & Juela, G. (2018). Análisis de producción del cacao y su rentabilidad agrícola en el cantón Milagro, Provincia del Guayas, Ecuador. (Trabajo de grado). Universidad Estatal de Milagro.
- Hojah, J. (2013). Impacto del uso de biocarbón sobre la calidad de suelos y producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en sistemas agroforestales, Reserva Indígena Bribri, Talamanca, Costa Rica. CATIE. <http://www.sidalc.net/repdoc/A10273e/A10273e.pdf>
- Iglesias, S. (2018). Aplicación de Biochar a partir de biomasa residual de Eucalipto para evaluar la productividad con maíz en el austro ecuatoriano. (Tesis doctoral). Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Organización para las Naciones Unidas y la Agricultura. (2020). FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>
- Quiquiri, M., & Robalino, D. (2019). Variación de condiciones edáficas en el proceso de restauración con enmiendas de biocarbón. (Trabajo de titulación). Universidad Estatal Amazónica.
- Quintero, F., & Umanzor, R. (2018). Evaluación del efecto de cascarilla de arroz carbonizada en propiedades físicas y retención de nitrógeno en el suelo, Santa Adelaida, Estelí, 2018. (Trabajo de titulación). Universidad Católica Del Trópico Seco.
- Sisalima, P. (2020). Efectos de biocarbón en un cultivo de cacao (*Theobroma Cacao* L.) obtenido a partir de su cáscara. (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Machala.
- Ticlla, H. (2019). Control de *Plasmodiophora brassicae* en brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) cv. 'Avenger' con *Trichoderma viride* mezclado con biocarbón activado. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Valarezo, C., Villamagua, M., Mora, R., Maza, H., Wilcke, W., & Nieto, C. (2016). Respuesta del pachaco (*Schizolobium parahybum* Vell. Conc) y la melina (*Gmelina arborea* Roxb.) a la aplicación de biocarbón y fertilización en el sur de la amazonia ecuatoriana. *Bosques Latitud Cero*, 6(1), 1-32.