

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, ARMIJOS ARIAS ANGELICA ANDREA, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS Y QUÍMICOS EN CACAO CCN-51., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 20 de septiembre de 2022



ARMIJOS ARIAS ANGELICA ANDREA
0750596819

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS Y QUÍMICOS EN CACAO CCN-51.

EVALUATION OF THE EFFECT OF THE APPLICATION OF ORGANIC AND CHEMICAL FERTILIZERS IN COCOA CCN-51.

Angélica Andrea Armijos Arias

<https://orcid.org/0000-0001-6677-6790>, aarmijos4@utmachalaedu.ec.

José Nicasio Quevedo Guerrero, M Sc.,

<https://orcid.org/0000-0002-8974-5628>, jquevedo@utmachala.edu.ec

Rigoberto Miguel García Batista, PhD.,

<https://orcid.org/0000-0003-2403-0135>, rmgarcia@utmachala.edu

Universidad Técnica de Machala, El Oro, Ecuador.

RESUMEN

El manejo de la nutrición en el cultivo de cacao CCN-51 es clave para mantener su producción y fitosanidad, por tal motivo es necesario implementar alternativas que permitan a los productores obtener mejores cosechas de manera rentable y amigable con el medio ambiente. El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de fertilización química y orgánica en el rendimiento del cultivo de cacao CCN-51, utilizando 4 tratamientos (T1, T2, T3 y T4). Se utilizó un diseño bifactorial con 30 repeticiones en cada tratamiento. Las variables estudiadas fueron; cojinetes florales activos por planta, mazorcas por planta, mazorcas sanas, mazorcas enfermas, mazorcas cosechadas y peso seco de la semilla en dos estaciones climáticas (cálida y fría). Los análisis estadísticos se desarrollaron mediante ANOVA bifactorial y Tukey (p-valor 0.05). El T3 resultó más eficiente según las medias obtenidas en las variables evaluadas durante la estación fría: número de mazorcas por planta, mazorcas sanas, mazorcas cosechadas y en el peso seco de 100 semillas, con un incremento favorable de la fructificación y el peso de semillas, mejorando el rendimiento del cultivo a diferencia del T4 que mostró la media más baja en comparación con los demás tratamientos. En la variable mazorcas enfermas no se encontraron diferencias significativas. El T2 mostró el nivel más alto en la estación seca en la variable cojinetes florales activos por planta.

Palabras clave: fertilización, clima, cosecha, peso, rendimiento.

ABSTRACT

The nutritional management of CCN-51 cocoa crop is key to maintain its production and phytosanitation, for this reason it is necessary to implement alternatives that allow producers to obtain better crops in a profitable and environmentally friendly way. The objective of this study was to evaluate the effect of chemical and organic fertilization on the yield of CCN-51 cocoa crop, using 4 treatments (T1, T2, T3 and T4). A bifactorial design was used with 30 replications in each treatment. The variables studied were; active flower bearings per plant, cobs per plant, healthy cobs, diseased cobs, harvested cobs and seed dry weight in two climatic seasons (warm and cold). Statistical analyses were performed using two-factor ANOVA and Tukey (p-value 0.05). T3 was more efficient according to the means obtained in the

variables evaluated during the cold season: number of ears per plant, healthy ears, harvested ears and in the dry weight of 100 seeds, with a favorable increase in fruit set and seed weight, improving crop yield, unlike T4, which showed the lowest mean compared to the other treatments. No significant differences were found in the variable diseased ears. T2 showed the highest level in the dry season in the variable active flower bearings per plant.

Key words: fertilization, climate, harvest, weight, yield.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), es un producto de exportación que genera fuentes de trabajo y divisas que fortalecen la economía del país (Vera Chang et al., 2016). En Ecuador existe una gran diversidad de cacao, siendo los del grupo genético Nacional los más reconocidos por su calidad, denominados cacaos finos y de aroma (Carrillo et al., 2010), cuya producción es mínima comparada con la obtenida del clon CCN-51 que registra una mayor productividad, por su precocidad de producción y mayor resistencia a ciertas enfermedades (Chávez et al., 2018).

El CCN-51 (Colección Castro Naranjal 51), es producto de hibridación de los clones ICA 95 y el IMC 67 en el cantón Naranjal (Pallares et al., 2016). La variedad se adapta a diferentes pisos climáticos, provocando una variabilidad en el rendimiento comparada con otros países productores, a causa de; pérdida de fertilidad del suelo, inconvenientes en la comercialización por la escasez del mercado interno e industrialización de la materia prima (Prieto et al., 2012).

En Ecuador podemos encontrar dos estaciones climáticas; cálida y fría, las mismas que son identificadas como verano e invierno, por la razón de que el país se encuentra ubicado sobre la línea equinoccial (Vega et al., 2020). De esta manera resaltando la vulnerabilidad del ecosistema al enfrentarse a posibles alteraciones a causa del calentamiento global.

Los bajos rendimientos en el cultivo están influenciados por la textura del suelo. Según Rojas (2012), el suelo apropiado corresponde a suelos francos a franco-arcillosos, mientras que en el área experimental el suelo presenta una textura arcillosa por lo cual se ve afectada la productividad de manera significativa. Sin embargo, es importante realizar un análisis de suelos para determinar la necesidad de nutrientes que requiere el cultivo.

La fertilización tiene como finalidad suministrar elementos esenciales en el cultivo para que alcance un mayor crecimiento y productividad, mejorando el rendimiento, calidad y rentabilidad del producto final. Se utilizaron productos de composición orgánica como Fossil Shell Agro, Biochar, los cuales son de gran importancia en el desarrollo nutricional en las primeras fases de producción, junto al nitrato de potasio, sulfatos de amonio y de potasio, en diferentes dosis y combinaciones, siendo objeto de estudio en la investigación.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento de cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivar CCN-51 bajo la aplicación de fertilizantes orgánicos y químicos, en el sitio Las Colembas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la provincia de El Oro, Cantón Arenillas, Parroquia La Cuca,

sitio Las Colembas, ubicado con latitud: 3°29'36.8"S, longitud: 80°03'00.7"W, altitud: 16.3, donde se encuentra la finca con 2.73 ha de cacao CCN-51, de cuatro años de edad. En la figura 1 se muestra el diseño experimental del estudio.

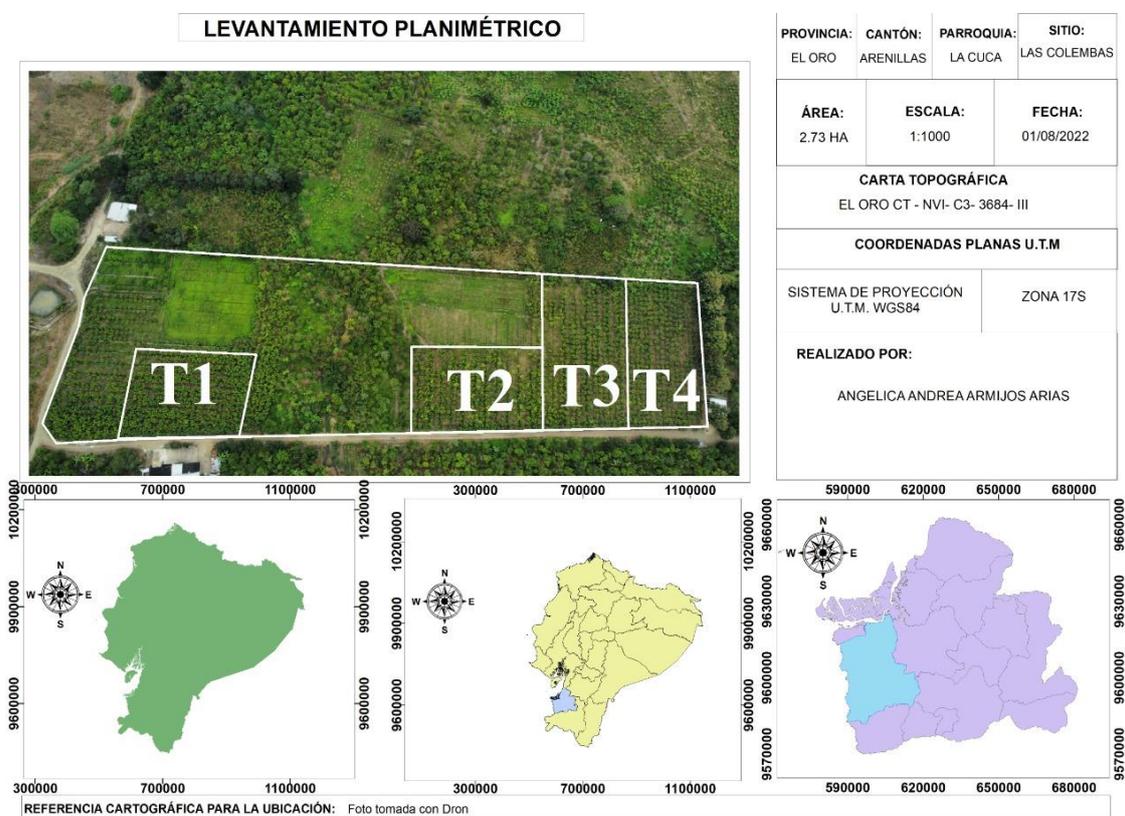


Figura 1: Ubicación y diseño experimental del estudio.

Los materiales utilizados en este estudio fueron los siguientes:

Fertilizantes orgánicos: Biochar, Fossil Shell Agro, Sulfato de amonio, Sulfato de potasio, Nitrato de potasio.

Material genético: Se utilizó una plantación de cacao ya establecida, el híbrido CCN-51. de cuatro años de edad aproximadamente. Cada tratamiento tuvo 30 plantas de cacao debidamente etiquetadas.

Diseño Experimental y tratamientos: El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar con 3 tratamientos, más testigo y 30 repeticiones de cada uno; con diferentes dosis de fertilizante orgánico.

Los tratamientos usados se establecieron en función del análisis de suelo de los lotes donde se establecieron los tratamientos. La tabla 1 resume la composición de fertilizantes utilizados en el experimento, con 3 tratamientos aplicados en diferentes formas y dosis, cada uno de ellos cuenta con 30 repeticiones, el T4 es el testigo, que visualizará la influencia de las aplicaciones de fertilizantes y elegir el más apto para el cultivo.

Tabla 1: Descripción de los tratamientos aplicados.

Tratamiento	Repeticiones	Descripción
T1	30	Fossil Shell Agro 10g + Biochar 10 g + Sulfato de amonio 35 g + Sulfato de potasio 50 g.
T2	30	Fossil Shell Agro 10g + Biochar 10 g + Sulfato de amonio 35 g + Sulfato de potasio 50 g. (Mediante herculización)
T3	30	Fossil Shell Agro 10g + Biochar 10 g + Nitrato de potasio 50 g.
T4	30	Testigo

VARIABLES EVALUADAS: Las variables evaluadas son; el número de cojinetes activos por planta (CFAP), número de mazorcas por planta (MzcP), número de mazorcas sanas (MzSan), número de mazorcas enfermas (MaEnf), número de mazorcas cosechadas (MazCsh) y peso seco de semillas (PSS).

METODOLOGÍA: Se muestran los procedimientos utilizados en la conducción del trabajo.

Identificación de suelo del área experimental, Para el análisis de las características físicas y químicas del suelo (tabla 2) se tomaron muestras al inicio del experimento de manera aleatoria en el área a evaluar. Usando el barreno se extrajo 10 submuestras de suelo a una profundidad de 20 cm, las cuales fueron colocadas dentro de un balde y mezcladas con el fin de extraer 1 kg, en una bolsa plástica se etiquetó con siguientes datos; fecha de muestreo, cultivo, lugar, entre otros. Posteriormente fueron enviadas al laboratorio para su análisis.

Tabla 2: Análisis de suelo.

Parámetros	Valor
Clase textural	Arc (Arena 38%, arcilla 48%, limo 14%)
pH	6.50 (Pn)
Conductividad eléctrica (C.E.)	0.86 mmhos/cm (B)
Materia Orgánica (M.O.)	0.88 % (B)
Amonio (NH ₄)	25.90 ppm (B)
Fósforo (P)	3.10 pp (B)
Potasio (K)	0.34 meq/100ml (M)
Calcio (Ca)	13.61 meq/100ml (E)
Magnesio (Mg)	15.04 meq/100ml (E)
Sodio (Na)	0.40 meq/100ml (S)
Capacidad de intercambio catiónico (CICE)	29.39 meq/100ml (A)
Cobre (Cu)	4.70 ppm (A)
Hierro (Fe)	24.40 ppm (M)
Manganeso (Mn)	15.60 ppm (S)
Zinc (Zn)	5.60 ppm (M)
Boro (B)	0.21 ppm (B)

Azufre (S)	22.10 ppm (M)
Hierro (Fe)/ Manganeseo (Mn)	1.56 (M)
Calcio (Ca)/ Magnesio (Mg)	0.90 (B)
Magnesio (Mg)/ Potasio (K)	44.23 (E)
Calcio (Ca) + Magnesio (Mg)/Potasio (K)	84.26 (E)

INTERPRETACIÓN

Textura	Elementos	pH
Fco = Franco	B = Bajo	Ac = Ácido
Arc = Arcilloso	M = Medio	LAc = Lig. Ácido
As = Arenoso	S = Suficiente	Pn = Prac. Neutro
Li = Limo	A = Alto	LAl = Lig. Alcalino
Are = Arena	E = Exceso	Al = Alcalino
Fca = Franca		

Selección del material genético: Se seleccionaron 120 plantas al azar, asignándose 30 plantas para cada tratamiento, las que fueron identificadas con etiquetas, donde se señaló cada tratamiento y el número de planta con el respectivo número de repetición.

Preparación y mezcla de tratamientos: Se procedió al cálculo de las cantidades de fertilizantes para su uso por tratamiento; T1 y T2 se diferencian por su forma de aplicación, T3 por la dosis aplicada con diferente producto, y el T4 como testigo.

Tratamiento 1

- 10 g. FOSSIL SHELL.
- 10 g. Biochar.
- 35 g. Sulfato de amonio.
- 50 g. Sulfato de potasio.

Se realizó una aplicación al suelo en el contorno de la planta.

Tratamiento 2

- 10 g. FOSSIL SHELL.
- 10 g. Biochar.
- 35 g. Sulfato de amonio.
- 50 g. Sulfato de potasio.

Se realizó una aplicación mediante herculización de extremo a extremo de la planta.

Tratamiento 3

- 10g. FOSSIL SHELL.
- 10 g Biochar.
- 50 g Nitrato de potasio.

Se realizó una aplicación al suelo en el contorno de la planta.

Variables evaluadas: Se evaluaron desde la aparición de los cojinetes florales hasta la postcosecha las variables mencionadas a continuación (Pérez et al., 2017).

1. **Número de cojinetes activos por planta (CFAP):** Para su obtención únicamente se registró todos aquellos cojinetes que presentaban una abertura en las flores aptas para la recepción de polen.

2. **Número de mazorcas por planta (MzcP):** El conteo se realizó mensualmente, y se contabilizó el total de mazorcas sin excluir el grado de madurez de las mismas.
3. **Número de mazorcas sanas (MzSan):** En el conteo de esta variable se tomó en cuenta solamente aquellas mazorcas con el grado óptimo de maduración, es decir próximas a la cosecha.
4. **Número de mazorcas enfermas (MaEnf):** Para contabilizar esta variable se requirió de aquellas mazorcas que presentaron daños causados por plagas y enfermedades fungosas, como *Moniliophthora roreri* o *Phytophthora* spp.
5. **Número de mazorcas cosechadas (MazCsh):** Estas incluyen solamente mazorcas sanas que han llegado a su punto de madurez fisiológica y así obtener calidad de semillas.
6. **Peso seco de semillas (PSS),** Luego de extraer los granos de la mazorca y realizar su respectivo secado, se tomaron 100 semillas de cada tratamiento, las mismas que fueron pesadas en una balanza digital, cuyas unidades son expresadas en gramos (gr).

Estación climática (seca-fría): Se tomó en cuenta los meses desde Julio – Abril (10 meses) para desarrollar resultados óptimos, donde los meses de julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre considerados de estación seca (**1**), y los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril de estación fría (**2**).

La región costera del Ecuador mantiene un clima muy variado, con una temperatura alta de 26 °C que va desde diciembre a mayo y una baja de junio a noviembre con 23 °C. Mientras que la precipitación tomada en los años anteriores se obtuvo una media de 260,4 mm/año (García Garizábal et al., 2017).

Análisis estadístico: Se realizó un análisis estadístico de las variables planteadas con uso del programa IBS SPSS Statistics, mediante ANOVA bifactorial y Tukey (p-valor 0.05), para determinar la presencia de diferencias significativas en los tratamientos evaluados. Por medio de la tabulación de datos en el software Excel, se realizó una comparación de los valores obtenidos en las variables de cada uno de los tratamientos y obtener el mejor, con respecto al peso de la semilla de cacao.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos del ANOVA, muestran que el T2 (herculización) de la variable CFAP (Cojinetes florales activos por planta) registró un aumento con valores de 20.24 en la estación seca y 18.92 en estación fría, con diferencias significativas entre tratamientos (figura 2).

De los tratamientos evaluados, el T4 presentó el menor valor con respecto a los demás, con una media de 9.40 en la estación seca y 10.12 en la estación fría. Vera et al., (2015), describieron que la cantidad de flores es más abundante en los meses de época lluviosa (2) por la disminución de incidencia de plagas, dado que la fructificación es un evento importante y dependiente de la floración.

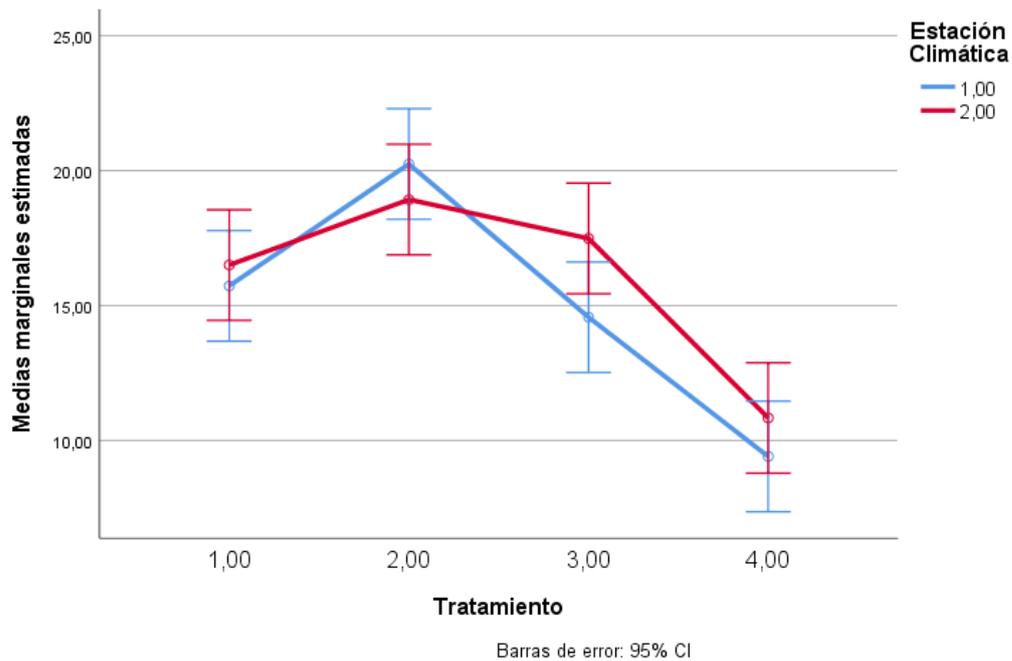


Figura 2: Medias marginales estimadas de CFAP (Cojinetes florales activos por planta).

Actualmente en el Ecuador las nuevas plantaciones de cacao son de CCN-51 por su alta productividad, lo que ocasiona una mayor erosión genética de cacao nacional, la misma que comenzó con la entrada de cacao trinitarios y que actualmente ha propiciado la desaparición de los cacaos finos y de aroma (García et al., 2021).

La variable mazorcas por planta (MzCP) se observó que el T3 tiene un aumento de mazorcas en comparación con los demás tratamientos (Figura 3), con una media de 12.14 en la estación seca y con 14.22 en la estación fría, seguidos de los tratamientos 2 y 1 que obtuvieron un buen resultado a diferencia del T4 que presentó un valor mínimo muy significativo con una media de 7.90 en la estación seca y 5.20 en estación fría.

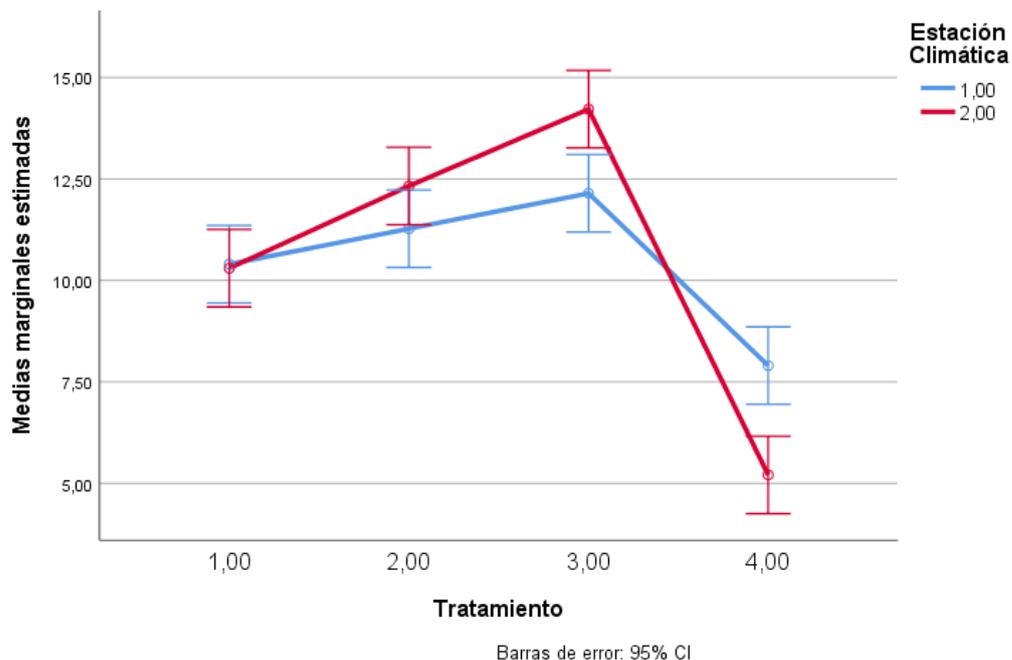


Figura 3: Medias marginales estimadas de MzCP (Mazorcas por planta).

Barrezueta et al., (2017), plantea que el agricultor busca una mayor rentabilidad en el CCN-51, con el uso constante de insumos sintéticos. Sin embargo, en muchos de los casos se puede fertilizar bajo un modelo agroforestal que no impacte al ambiente. De esta forma se ha obtenido que, mediante la aplicación de fertilizante orgánico, destacando al T3 con una mayor cantidad de mazorcas sanas con una media de 11,59 en la estación seca y 13,99 en la estación fría.

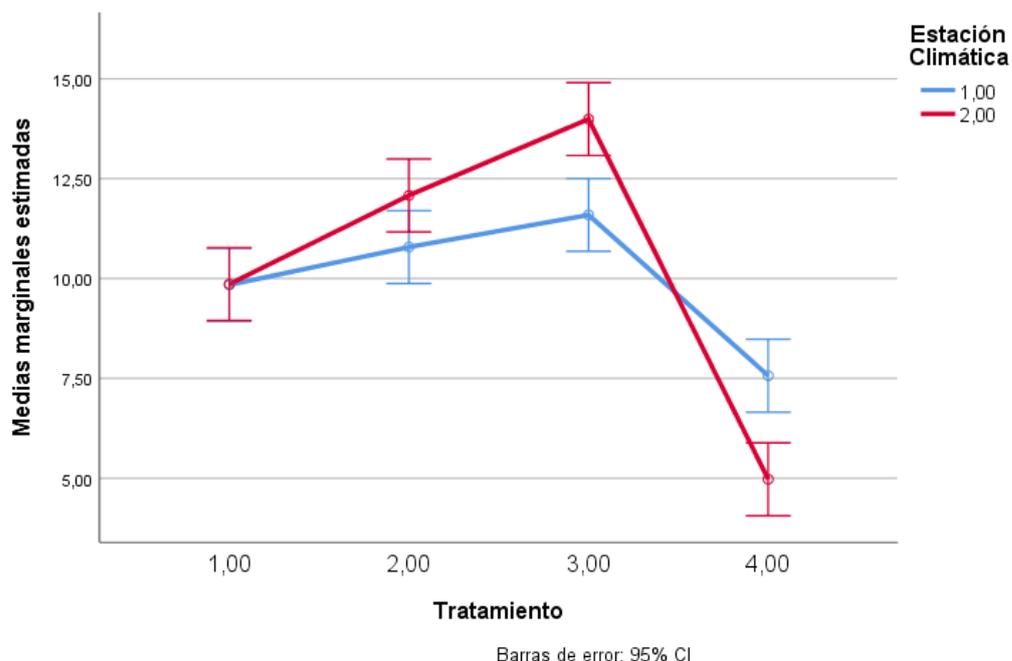


Figura 4: Medias marginales estimadas de MzSan (Mazorcas sanas).

Al comparar los 4 tratamientos (figura 5) se observó que la incidencia de posibles enfermedades disminuyó en la estación fría (2), por la incapacidad de tolerar temperaturas bajas (Anzules et al., 2019). También el efecto del uso de fertilizantes orgánicos, donde hubo una mayor disminución de mazorcas enfermas (MaEnf) en el T2 con una media de 0.62 en la estación seca y con 0.24 en la estación fría.

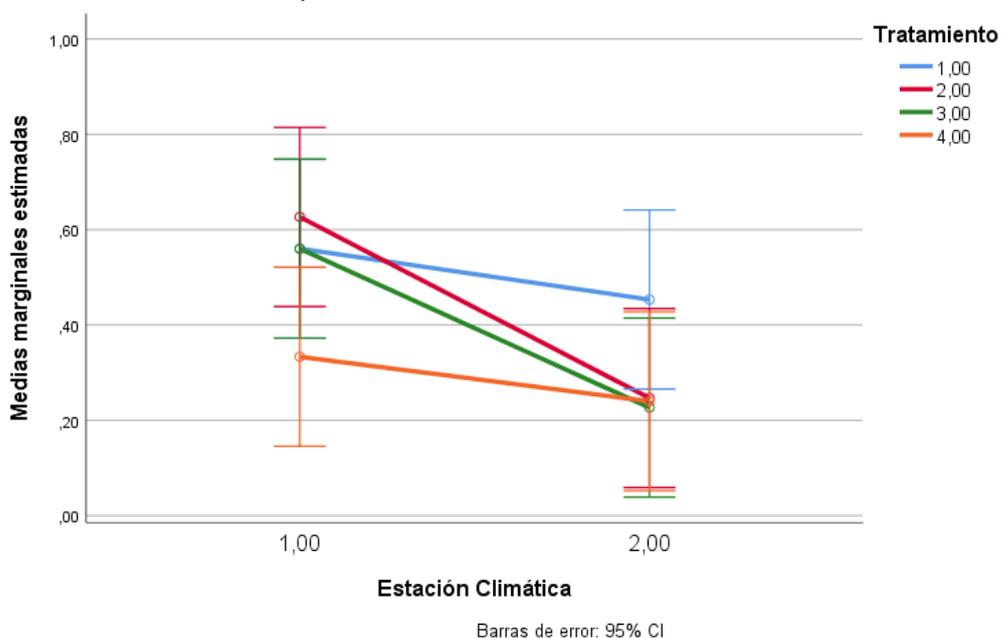


Figura 5: Medias marginales estimadas de MaEnf (Mazorcas enfermas).

En la tabla 3, mediante un análisis de ANOVA de un factor, muestra que en Mazorcas enfermas (MaEnf) que sus valores no son menores a ($p=0.05$) a diferencia de las demás variables cuyo valor es significativo.

La prueba de Tukey (tabla 3) en la variable cojinetes flores activos por planta (CFAP), indicó que el subconjunto *a* con un valor menor de media, presentó una diferencia estadística con los subconjuntos *b* y *c*, es decir que el tratamiento 4 con el valor de 10.12 se mostró como el más bajo y el tratamiento 2 identificado con el subconjunto *c* con una media de 19.58 presentó el valor de media más elevado, tomando en cuenta que el viento es un punto muy importante en el cultivo, ya que es muy sensible y sus flores se desprenden fácilmente (Zambrano, 2018).

Tabla 3: ANOVA de un factor y prueba de Tukey en diferentes variables.

Tratamiento	CFAP	MzcP	MzSan	MaEnf	MazCsh
1	16,11 b	10,35 b	9,85 b	0,51 a	2,20 b
2	19,59 c	11,80 c	11,43 c	0,44 a	2,46 b
3	16,03 b	13,18 d	12,79 d	0,39 a	3,11 c
4	10,12 a	6,55 a	6,27 a	0,29 a	1,67 a
F	28,25	67,66	71,41	1,84	21,24
Significancia	0	0	0	0,139	0

En el análisis de Tukey (tabla 3) para el número de mazorcas por planta (MzcP), se evidenció diferencias significativas claras entre tratamientos. El T3 presentó el valor de media más alto (13.18), los demás tratamientos (T1, T2 Y T4), presentaron valores más bajos en especial el T4 con una media de 6.55.

Tradicionalmente, el principal objetivo del uso de los fertilizantes ha sido incrementar la productividad de los cultivos (Puentes et al., 2014), por lo cual se logra reportar un aumento elevado en el T3 en la producción de cacao ante la aplicación de fertilizantes.

Así mismo, para mazorcas sanas (MzSan) la prueba de Tukey (tabla 3) indicó que el T3 del subconjunto *d* tiene un valor de media más alto (12.79), mientras que el T1, T2 y T4, identificados en diferentes subconjuntos presentan una media menor, estableciendo que el T4 presentó un valor mínimo de 6.27. En cuanto a la variable Mazorcas enfermas (MaEnf), mostró una media baja en todos los tratamientos, integrados en el subconjunto *a*.

El análisis de Tukey (tabla 3) en la variable Mazorcas cosechadas, indicó que el T3 del subconjunto *c* resaltó nuevamente con un valor de media más alto de 3.11, superando a los demás tratamientos establecidos, donde se tiene al T1 (2.20) y T2 (2.46) en el subconjunto *b* y en el subconjunto *a* al T4 con un valor de media mínima de 1.66.

Quezada & Garcia (2017), aclaran que las mazorcas a cosechar deben presentar una madurez óptima para alcanzar una buena fermentación, es decir que característicamente no deben estar inmaduras ni muy maduras, ya que al tener semillas inmaduras y al ser mezcladas con otras bien desarrolladas se presenta una resistencia natural a la fermentación, causando una afectación a la calidad sensorial y al producto que en este caso termina siendo el chocolate.

En el análisis descriptivo realizado en las cinco variables (figura 6) tomadas en cada uno de los tratamientos muestra que, el T2 es el más efectivo con respecto a cojinetes florales activos por planta con una media de 19.58 y el menos eficiente el T4 con una media de

10.12. En cuanto a la variable mazorcas por planta, se destacó el T3 como el más eficiente con una media de 13.18, y el T4 con el menor número de mazorcas por planta con una media de 6.55. La variable mazorcas sanas presentó un incremento en el T3 con un promedio de 19.79 y la más baja en T4 con 6.27, en cambio en mazorcas enfermas no existe diferencia estadística entre los tratamientos evaluados, ya que los datos presentan valores similares que no varían de 0.29 a 0.57.

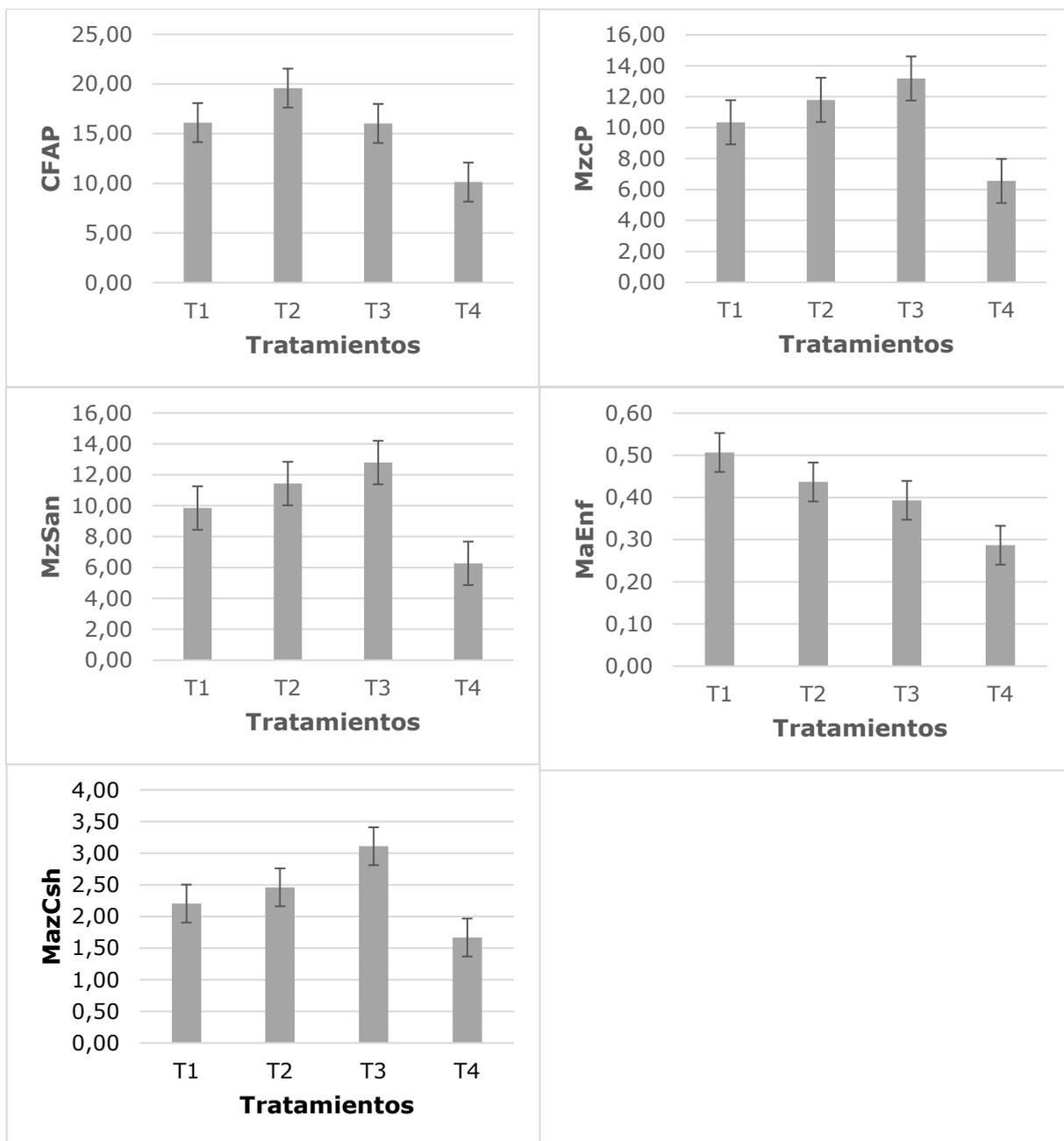


Figura 6: Análisis descriptivo de las variables CFAP (1), MzcP (2), MzSan (3), MaEnf (4) y MazCsh (5).

El peso seco de 100 semillas evaluado en la estación seca (figura 7) y en la estación fría (figura 8), demostró significancia entre tratamientos, indicando que el T3 tuvo el mayor promedio en la estación fría con 179.8 g (figura 9), respecto al T4 (169.0 g) siendo el de menor valor registrado. Según Panduro (2018), el peso de la semilla del cacao es determinado con el conteo de 100 semillas tomadas al azar en cada uno de los tratamientos

y siendo expresada en gramos, tomando en cuenta que cada semilla seca debe superar 1 gramo de peso.

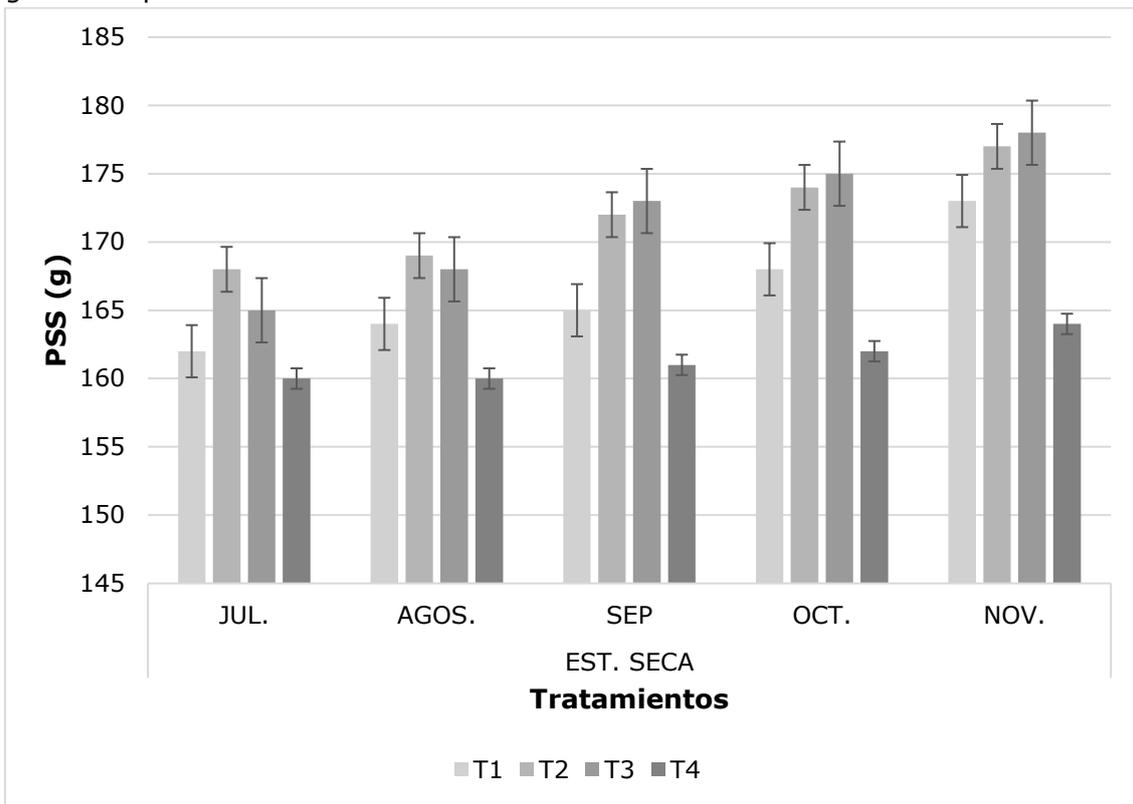


Figura 7: Peso seco de 100 semillas en la estación seca.

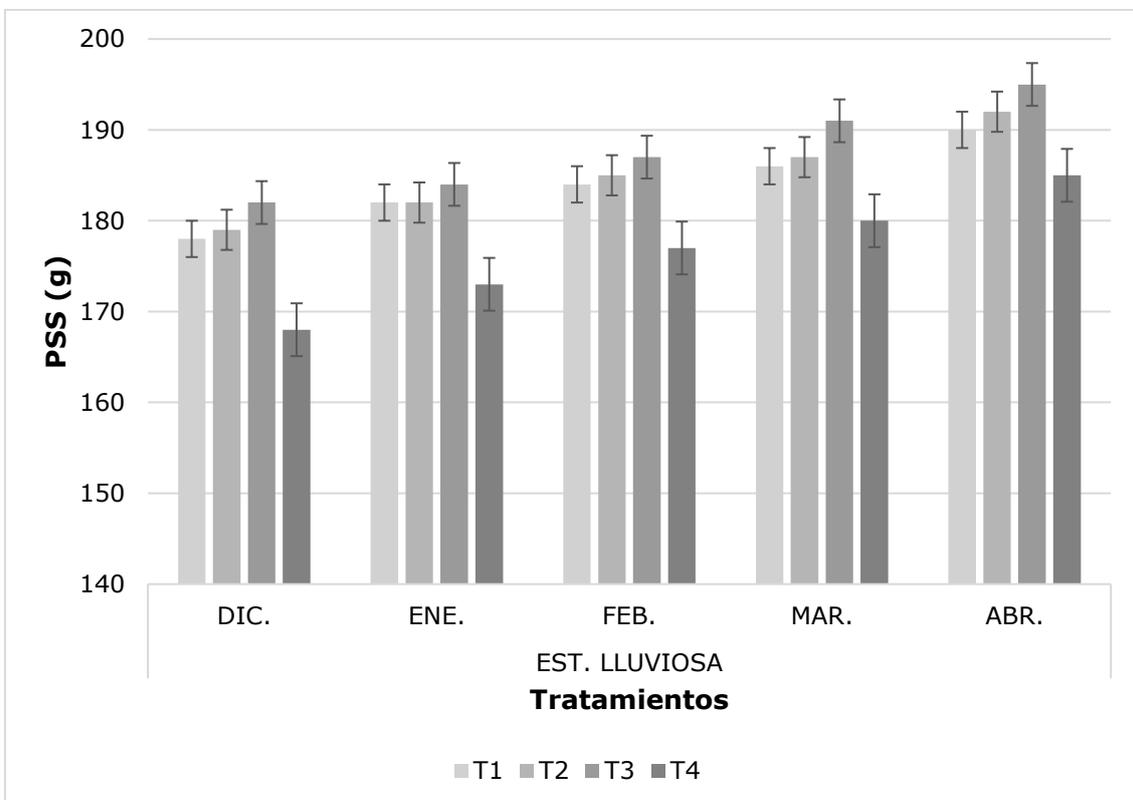


Figura 8: Peso seco de 100 semillas en la estación lluviosa.

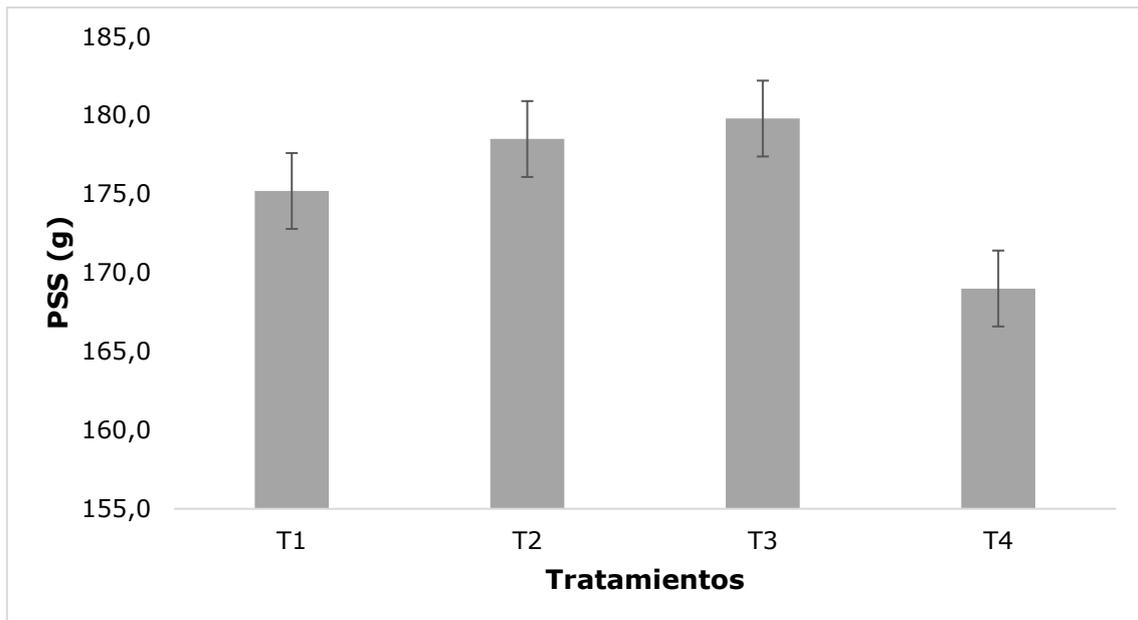


Figura 9: Promedio del peso de 100 semillas en cada tratamiento.



Figura 10: Resultados obtenidos de la fertilización en el cultivo de cacao CCN-51.

La figura 10, nos muestra la necesidad de anticipar el estado nutricional del cultivo, basándose en la disponibilidad de los nutrientes presentes el suelo, en este caso realizando una fertilización a base de un instructivo orgánico con fines de mejorar las condiciones del cultivo (López et al., 2007), si el suelo se degrada es incapaz de proporcionar aptas condiciones para una producción sustentable (Cruz et al., 2021).

Puentes et al., (2014), consideran que los nutrientes que van dirigidos hacia el cultivo son factores que influyen esencialmente en el crecimiento y rendimiento del mismo.

CONCLUSIÓN

Los tratamientos evaluados presentaron significancia estadística en variables relacionadas con el rendimiento agrícola, el T3 fue más eficiente en la estación fría registrando las medias más altas en las variables: número de mazorcas por planta, mazorcas sanas, mazorcas cosechadas, y peso seco de 100 semillas, seguido del T2 con un aumento relevante respecto al número de cojinetes florales activos por planta, sin excluir el efecto positivo en el T1 y T3, considerando que la abundancia de las flores tuvo un incremento en la estación seca.

BIBLIOGRAFÍA

- Anzules Toala, V., Borjas Ventura, R., Alvarado Huamán, L., Castro Cepero, V., & Julca Otiniano, A. (2019). Control cultural, biológico y químico de *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora* spp en *Theobroma cacao* 'CCN-51'. *Scientia Agropecuaria*, 10(4), 511-520. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.08>
- Barrezueta Unda, S., & Chabla Carrillo, J. (2017). Características sociales y económicas de la producción de cacao en la provincia El Oro, Ecuador. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*, 25-34. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/952/906>
- Carrillo, M., Recalde, M., & Sánchez, J. L. (2010). Manejo de la nutrición del cultivo de cacao (*Theobroma cacao*), tipo nacional y CCN-51 en etapa de establecimiento. *Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo*, 1-10. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/46347469/CARRILLO_2010_fertilizacion_mineral_y_organico_de_cacao-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1658195238&Signature=W8tqRQJfJOuhmwu4fe1vQGNIaKqKqaOckLgMNRhVuzH2BGkabKYUp8Bb2rs6-Ndl7Bby-9aMG383C~zOOYU~RgmmBD~RJCOoUwT
- Chávez Cruz, G. J., Olaya Cum, R. L., & Maza Iñiguez, J. V. (2018). Costo de producción de cacao clonal ccn-51 en la Parroquia Bellamaria, Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 10(4), 179-185. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202018000400179
- Cruz Lovato, K. A., & Chabla Carrillo, J. (2021). Caracterización del comportamiento espacial de las propiedades hidrofísicas del suelo con cultivo de cacao, su incidencia en su capacidad productiva. *Revista científica Agoecosistemas*, 9(1), 84-94. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/453/428>
- García Briones, A. R., Pico Pico, B. F., & Ramón Jaimez. (2021). La cadena de producción del Cacao en Ecuador: Resiliencia en los diferentes actores de la producción. *Revista Digital Novasinergia*, 4(2), 152-172. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S2631-26542021000200152&script=sci_arttext
- García Garizábal, I., Romero, P., Jiménez, S., & Jordá, L. (2017). Evolución climática en la costa de Ecuador por efecto del cambio climático. *Dyna*, 84(203), 37-44. <https://doi.org/10.15446/dyna.v84n203.59600>
- Leiva Rojas, E. I. (2012). *Aspectos para la nutrición del cacao (Theobroma cacao L.)*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/55148>
- López, M., López de Rojas, I., España, M., Izquierdo, A., & Herrera, L. (2007). Efecto de la fertilización inorgánica sobre la disponibilidad de nutrientes en el suelo, nivel nutricional de la planta y

- hongos micorrízicos arbusculares en plantaciones de theobroma cacao. *Agronomía Tropical*, 57(1), 31-43. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2007000100005
- Pallares Pallares, A., Estupiñan A., M., Perea Villamil, J. A., & López Giraldo, L. J. (2016). Impacto de la fermentación y secado sobre el contenido de polifenoles y capacidad antioxidante del clon de cacao CCN-51. *Revista Ion*, 29(2), 7-21. <https://doi.org/10.18273/revion.v29n2-2016001>
- Panduro Soto, K. V. (2018). *Estudio de las propiedades físico químicas del grano seco y reológicas del licor de cacao, en tres clones, CCN-51, ICS-95 y ICS-39 (Theobroma cacao L.)*. Tarapoto: UTEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3307/1/T-UTEQ-0137.pdf>
- Pérez García, G. A., & Freile Almeida, J. A. (2017). Adaptabilidad de clones promisorios de cacao nacional (*Theobroma cacao L.*), en el cantón Arosemena Tola de Ecuador. *Centro Agrícola*, 44(2), 44-51. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-57852017000200006&script=sci_arttext&lng=pt
- Prieto Benavides, O. O., Belezaca Pinargote, C. E., Mora Silva, W. F., Garcés Fiallos, F. R., Sabando Ávila, F. A., & Cedeño Loja, P. E. (2012). Identificación de hongos micorrízicos arbusculares en Sistemas Agroforestales con cacao en el Trópico Húmedo Ecuatoriano. *Agronomía mesoamericana*, 23(2), 233-239. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212012000200002
- Puentes Páramo, Y., Menjivar Flores, J. C., Gómez Carabalí, A., & Aranzazu Hernández, F. (2014). Absorción y distribución de nutrientes en clones de cacao y sus efectos en el rendimiento. *Acta Agrónoma*, 63(2), 145-152. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122014000200007
- Puentes Páramo, Y., Menjivar Flores, J., & Aranzazu Hernández, F. (2014). Eficiencias en el uso de nitrógeno, fósforo y potasio en clones de cacao (*Theobroma cacao L.*). *Bioagro*, 26(2), 99-106. <http://ve.scielo.org/pdf/ba/v26n2/art04.pdf>
- Quezada Ramón, L. A., & García Batista, R. M. (2017). Determinación del efecto del grado de madurez de las mazorcas en la producción y calidad sensorial de (*Theobroma cacao L.*). *Revista Científica Agroecosistemas*, 5(1), 36-46. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/139/173>
- Vega Aguilar, S. A., Malla Caferino, C. C., & Bejarando Copo, H. F. (2020). Evidencias del cambio climático en Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(1), 72-76. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/388/367>
- Vera Chang, J. F., & Goya Baquerizo, A. (2015). Comportamiento agronómico, calidad física y sensorial de 21 líneas híbridas de cacao (*Theobroma cacao L.*). *La Técnica*(15), 26-37. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6087674>
- Vera Chang, J., Cabrera Verdezoto, R., Morán Morán, J., Neira Rengifo, K., Haz Burgos, R., Vera Barahona, J., Molina Triviño, H., Moncayo Carreño, O., Díaz Ocampo, E., & Cabrera Verdesoto, C. (2016). Evaluación de tres métodos de polinización artificial en clones de cacao (*Theobroma cacao L.*) CCN-51. *Scielo*, 34(6), 35-40. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292016005000033>.

Zambrano Jaramillo , G. A. (Septiembre de 2018). *Evaluación de la influencia del proceso de beneficio del cacao (Theobroma cacao) CCN-51 de altura en su calidad final, mediante el análisis físico, físico-químico y sensorial*. Quito: UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/16624>