

10

Fecha de presentación: marzo, 2021

Fecha de aceptación: mayo, 2021

Fecha de publicación: agosto, 2021

EFFECTS OF BIOCHAR AS A SOIL AMENDMENT ON THE SENSORY QUALITY OF CACAO CCN-51 IN THE RÍO NEGRO SECTOR

EFFECTS OF BIOCHAR AS A SOIL AMENDMENT ON THE SENSORY QUALITY OF CACAO CCN-51 IN THE RÍO NEGRO SECTOR

Francisco Josué Balladares Orellana¹

E-mail: fjballadares_est@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2323-7505>

José Nicasio Quevedo Guerrero¹

E-mail: jquevedo@utmachala.edu.ec

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

Rigoberto Miguel García Batista¹

E-mail: mgarcia@utmachala.edu.ec

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

¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Balladares Orellana, F., Quevedo Guerrero, J. N., & García Batista, R.M. (2021). Efectos de biochar como enmienda edáfica en la calidad sensorial del cacao CCN-51 en el sector de Río Negro. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(2), 66-77.

RESUMEN

El biochar es un producto rico en carbono que se obtiene a través del proceso de pirolisis, genera respuestas positivas al utilizarse como enmienda edáfica en los suelos agrícolas, mejora las propiedades fisicoquímicas del suelo y el comportamiento fisiológico de las plantas. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del biochar como enmienda edáfica solo y en combinación con otras enmiendas en la calidad sensorial del cacao CCN-51, se aplicaron los tratamientos en diez plantas al azar por cada bloque, las dosis fueron: Biochar 100g+ Gallinaza 50g (T1), Biochar 100g+ Fossil Shell Agro 5g+ Gallinaza 50g (T2), Biochar 50g+ Fossil Shell Agro 10g+ Gallinaza 50g (T3), Fossil Shell Agro 10g+ Gallinaza 50g (T4), Silicato de calcio 50g+ Gallinaza 50g (T5), Cal Agrícola 50g+ Biochar 50g+ Gallinaza 50g (T6) y Testigo sin dosis, al mes de la última aplicación de los tratamientos, se cosecharon las mazorcas sanas y madura, se realizó el quiebre de las mazorcas, los granos fueron llevados directamente al fermentador. El método de fermentación usado fue el de cajón de madera a un solo nivel, El proceso de secado se realizó hasta obtener una humedad de 7 a 8%. Se utilizó el SPSS para el procesamiento estadístico de los datos, el resultado de los análisis indico que la calidad sensorial del licor de cacao, en el T4 fue el mejor calificado.

Palabras clave:

Biochar, enmienda edáfica, tratamientos, dosis, análisis sensorial.

ABSTRACT

Biochar is a carbon-rich product that is obtained through the pyrolysis process, generates positive responses when used as a soil amendment in agricultural soils, improves the physicochemical properties of the soil and the physiological behavior of plants. The objective of this work was to determine the effect of biochar as an edaphic amendment alone and in combination with other amendments in the sensory quality of cocoa CCN-51, treatments were applied in ten random plants for each block, the doses were: Biochar 100g + Gallinaza 50g (T1), Biochar 100g + Fossil Shell Agro 5g + Gallinaza 50g (T2), Biochar 50g + Fossil Shell Agro 10g + Gallinaza 50g (T3), Fossil Shell Agro 10g + Gallinaza 50g (T4), Calcium silicate 50g+ Gallinaza 50g (T5), Agricultural Lime 50g+ Biochar 50g+ Gallinaza 50g (T6) and Control without dose, a month after the last application of the treatments, the healthy and mature cobs were harvested, the cobs were broken, the grains were taken directly to the fermenter. The fermentation method used was that of wooden drawer at a single level, The drying process was carried out until obtaining a humidity of 7 to 8%. The SPSS was used for the statistical processing of the data, the result of the analyses indicated that the sensory quality of the cocoa liquor, in the T4 was the best qualified.

Keywords:

Biochar, soil amendment, treatments, dosage, sensory analysis.

INTRODUCCIÓN

En Sudamérica. Ecuador es considerado como un país tradicionalmente agrícola, gran parte del desarrollo del país proviene de la producción de cultivos como el banano, cacao, café y flores. Ecuador es considerado como el primer productor de cacao fino y de aroma con el 70% de producción a nivel mundial, seguido por Indonesia que aporta con el 10% (Morales, et al., 2018).

El cacao es una fruta tropical cuyos orígenes se remontan unos 2000 años en territorios que actualmente pertenecen a México, Guatemala y Honduras. En aquella época las civilizaciones que se asentaban en esas zonas como los Mayas y Aztecas se dedicaban a cultivar y producir cacao, que lo utilizaban como ingrediente en una bebida elaborada de sus frutos llamada “xocolatl”, creyendo ser una fuente de energía.

Dentro de las diferentes variedades de cacao, encontramos el cacao CCN-51 de alta productividad y calidad, es un clon que fue desarrollado por el científico ecuatoriano Homero Castro Zurita, en el año de 1965, quién por iniciativa propia comenzó a trabajar en investigaciones de campo con materiales de diferentes genotipos de cacao buscando variedades nuevas y resistentes a Moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif & Par) fruto de sus investigaciones teniendo como resultado el clon CCN-51, con resistencia a plagas y enfermedades como (monilia, la escoba de bruja, etc.). Este clon resaltó por su productividad, pero su sabor era más amargo de lo normal, motivo por el cual no era apetecido para la exportación.

El proceso de fermentación de los granos que da origen al sabor y color del chocolate como producto final se lo lleva a cabo con una duración de 3 días, pero que también depende del tipo de grano obtenido, estos granos pasan por el proceso de secado para reducir la humedad de un 60% a 7,5% por alguno de los varios métodos de secado para estar listos para el procesamiento respectivo a nivel local o nivel internacional. En Ecuador solo el 10% de los granos de cacao son procesados a nivel local para obtener

productos semielaborados como (licor, manteca, torta y polvo de cacao), el cacao sobrante es llevado con fines de exportación siendo el 1% transformado en chocolate en el país (Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2016).

El biochar obtenido del proceso de pirólisis térmica de la biomasa logra favorecer la producción de los cultivos para su exportación y consumo local, existen diversas alternativas para mejorar la productividad y rendimiento de los cultivos una de ellas es el uso de fuentes orgánicas que logren regenerar el suelo, mejorar las características fisicoquímicas y aumentar la actividad microbiana. El biochar tiene un efecto positivo en el aumento en la calidad y peso de los frutos (Nates, 2014).

A nivel mundial el sabor del cacao mantiene la industria de productos de cacao y del chocolate, por esta razón los granos fermentados y secos son los que logran desarrollar los precursores químicos que junto con la torrefacción logran transformarlo en el aroma y sabor que son típicos del cacao. En el cultivo de cacao la acidez, amargor y la astringencia son los sabores básicos del perfil sensorial del producto final como pasta de cacao y chocolate. Los perfiles sensoriales pueden incluir algunos aromas que pueden complementarse como floral, nuez, frutal, etc., que ayudan a potenciar y enriquecer las características sensoriales del cacao fino de aroma. La intensidad, interacción de los perfiles sensoriales están asociados a los componentes del sabor de los distintos orígenes y variedades del cacao. (Solórzano et al, 2015). El objetivo de este estudio fue determinar el efecto del biochar aplicado como enmienda edáfica para mejorar la calidad sensorial del cacao CCN-51.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se realizó en la finca “Don Hermel”, en el sector de Río Negro, ubicado en la vía Buenavista- Paccha, a 10 minutos del cantón Pasaje, en la provincia de El Oro – Ecuador (Figura 1).



Figura 1. Plano correspondiente a la finca “Don Hermel” en el sector de Río Negro.

Clima y ecología, Con respecto a las zonas de vida natural de Holdridge y el mapa ecológico del Ecuador, el lugar de investigación corresponde a un bosque seco – tropical, con una precipitación media anual de 699 mm, una temperatura media anual de 25° C y una humedad relativa del 84%.

VARIABLES ANALIZADAS, Índice de mazorca, Índice de grano, Porcentaje de cascarilla, Porcentaje de fermentación y Calidad sensorial de granos de cacao,

TRATAMIENTOS, se establecieron 6 tratamientos con diferentes dosis, detallados a continuación en la tabla 1.

Tabla 1. Composición de la mezcla de dosis usados en los tratamientos.

TRATAMIENTOS	COMPOSICIÓN DE DOSIS
T1	Biochar 100g + Gallinaza 50g
T2	Biochar 100g + Fossil Shell Agro 5g + Gallinaza 50g
T3	Biochar 50g + Fossil Shell Agro 10g + Gallinaza 50g
T4	Fossil Shell Agro 10g + Gallinaza 50g
T5	Silicato de calcio 50g + Gallinaza 50g
T6	Cal agrícola 50g + Biochar 50g + Gallinaza 50g
Testigo	Sin dosis

MATERIALES Y MÉTODOS

Primero se identificaron las plantas de cacao CCN-51 a las que se les aplicó las diferentes mezclas de dosis preparadas de Biochar, Gallinaza, Fossil Shell Agro, Silicato de calcio y Cal agrícola de cada tratamiento y testigo en la finca “Don Hermel” correspondiente al sector de Río Negro. Luego se procedió a aplicar los tratamientos espolvoreando alrededor en cada una de las 10 plantas elegidas cubriéndolo con hojas y ramas secas. Después de 6 meses con el uso de la tijera de podar y el podón se procedió a realizar la cosecha de las mazorcas sanas y maduras, tomando 3 mazorcas por planta, siendo 30 mazorcas en total cosechadas por tratamiento y testigo. Luego se procedió a realizar el quiebre de las mazorcas y a desgranarlas de forma manual.

Luego los granos fueron puestos en fundas transparentes para iniciar el proceso de fermentación, los granos se colocaron en un cajón de madera con dimensiones de 80 cm de largo por 40 cm de ancho y 10 cm de altura con el propósito de aumentar la temperatura y comenzar con la activación de los microorganismos. El proceso de fermentación duró 3 días y las masas fueron removidas a las 24, 48 y 72 horas de haber iniciado este proceso.

Para el proceso de secado los granos de cacao fueron llevados a una secadora de marquesina elaborada de forma manual, donde se procedió con el secado natural de los granos por alrededor de 7 días, hasta que los granos alcanzaron el 7 a 8% de humedad, los granos fueron removidos una vez cada 24 horas para lograr un secado homogéneo.

Al finalizar con el proceso de secado los granos fueron guardados y almacenados en fundas plásticas debidamente identificadas y etiquetadas de las cuales se procedió a tomar 100 granos por tratamiento y testigo para realizar la prueba de corte para determinar el porcentaje de fermentación.

Para el análisis sensorial de los granos, se tomaron 200 gramos de granos secos por tratamiento y testigo, los cuales fueron llevados a tostar a una temperatura de 150°C por 30 minutos, se procedió a descascarillar de forma manual y moler en un refinador portátil hasta obtener una pasta homogénea (licor de cacao), entregada al panel de catadores para su respectivo análisis sensorial.

DISEÑO EXPERIMENTAL, El diseño experimental utilizado en este trabajo de investigación fue un diseño completamente al azar (DCA), realizado en un entorno homogéneo.

Características del diseño

- Tratamientos: 6
- Repetición por tratamiento: 10 plantas por tratamiento
- Mazorcas cosechadas por tratamiento y testigo: 30
- Testigo: 1

Medición de las variables

Índice de mazorca, Para determinar el índice de mazorca se procedió a pesar los granos hasta obtener un peso de 1kg de granos fermentados y secos por tratamiento y testigo. Se pesa el total de granos fermentados y secos, tomando en cuenta que se cosechó 3 mazorcas por planta siendo 30 mazorcas por tratamiento y testigo (Quintana, et al., 2015).

Índice de grano, Para la determinación del índice de grano se procedió a tomar el peso promedio de 100 granos de cacao fermentados y secos en gramos (g) de cada tratamiento elegidos de forma completamente al azar y dividirlos para 100 con ayuda de la siguiente fórmula: (Quintana, et al., 2015).

$IG = (\text{Peso de 100 almendras secas y fermentadas (g)}) / 100$

Porcentaje de cascarilla, El porcentaje de cascarilla se determina al momento de pesar 30 granos de cacao fermentados y secos elegidos de forma completamente al azar de cada uno de los tratamientos y testigo. De cada muestra se tomaron 30 granos a los

cuales se les retiró la cascarilla para pesarlos y dividirlos para el peso total de los 30 granos y multiplicarlos para 100. Para ello se efectuó la siguiente fórmula (Quintana, et al., 2015):

% de cascarilla o testa= (Peso de cascarilla) / (Peso de 30 granos fermentados y secos (g)) x100

Porcentaje de fermentación, El porcentaje de fermentación se lo realizó mediante la "prueba de corte", que consiste en tomar 100 granos fermentados y secos de cada tratamiento y testigo de forma completamente al azar para realizar un corte longitudinal para determinar su color y compararlos de acuerdo al criterio de las normas INEN 176 y con la tabla de clasificación de granos secos de cacao por el grado de fermentación. Para lograr determinar el total de granos bien fermentados y medianamente fermentados se lo realizó con la ayuda de la siguiente fórmula (Córdova, 2019):

$%F = (NF) \times 100 / (100 \text{ granos})$

Donde:

%F: Grado de fermentación en porcentaje

NF: Número de granos fermentados (buena y media)

Según Erazo (2019), para la obtención del cálculo del porcentaje de granos defectuosos, estos deben ser determinadas por las siguientes fórmulas:

Granos violetas: $%V = (\# \text{granos violeta}) \times 100 / (100 \text{ granos})$

Granos pizarrosos: $%Pz = (\# \text{granos pizarra}) \times 100 / (100 \text{ granos})$

Granos mohosos: $%Dh = (\# \text{granos mohosos}) \times 100 / (100 \text{ granos})$

Granos Infestados: $%If = (\# \text{granos infestados}) \times 100 / (100 \text{ granos})$

Granos defectuosos: $%D = \%V + \%Pz + \%Dh + \%If$

Calidad sensorial del cacao, En la evaluación, los catadores llevaron las muestras al baño maría, donde cada catador probó una pequeña cantidad de licor de cacao y la colocó sobre su lengua. El catador mantuvo la muestra en su boca determinando los atributos de cada muestra de cada tratamiento y registrando los resultados según la escala hedónica propuesta por la USAID (Desarrollo Internacional de los Estados Unidos). Con respecto a los perfiles de sabores básicos, específicos y determinados se calificaron individualmente la degustación del licor de cacao usando la siguiente escala: 1= Excelente, 2= Bueno, 3= Regular, 4= Malo, 5= Pésimo

Los sabores básicos se clasificaron en:

Astringente: Se consideran aquellas muestras que presentan un sabor a fruto seco crudo.

Ácido: Muestras que presentaron un sabor ácido, percibido en el centro de la lengua.

Verde: Aquellas muestras que presentaron un sabor crudo

Moho: Aquellas muestras que presentaron un sabor musgoso o a pan viejo.

Los sabores específicos se clasifican en:

Floral: Aquellas muestras que presentaron un sabor agradable, como referencia a flores.

Frutal: Muestras que presentaron un sabor a fruta madura, siendo un sabor agradable.

Cacao: Se consideran aquellas muestras que presentaron un sabor a chocolate.

Nuez: Muestras que presentaron un sabor a granos o nuez.

Caramelo: Muestras que obtuvieron un sabor dulce, como referencia agua azucarada.

Amargo: Muestras que presentaron un sabor amargo, fuerte percibido en la lengua.

Los sabores determinados estaban conformados por:

Químico: Muestras que presentaron un sabor contaminado como combustible u otros.

Humo: Muestras que presentaron un sabor relacionado al jamón y humo de madera.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2, se observa que al obtener una significancia menor a 0,05; si existe diferencia estadística entre el índice de mazorca, índice de grano y porcentaje de cascarilla en cada uno de los tratamientos establecidos.

Tabla 2. ANOVA de un factor.

ANOVA de un factor					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
IM	313,662 ,000 313,662	6 63 69	52,277 ,000	3,052E+31	,000
IG	,989 ,000 ,989	6 63 69	,165 ,000	3,397E+31	,000
PC	206,244 ,000 206,244	6 63 69	34,374 ,000	4,5323E+31	,000

Porcentaje de Fermentación, Los resultados porcentaje de fermentación (Tabla 3) se puede observar un mayor porcentaje en la fermentación buena en todos

los tratamientos, siendo el T4 el más elevado con un 68%, mientras el T1 tuvo un porcentaje cercano con un 65% y el T6 y Testigo el menor porcentaje con el 58%, siguiendo con una fermentación media el T1 y T2 tuvieron un porcentaje igual y mayor a los demás tratamientos con el 20% de fermentación media, mientras el T6 obtuvo el valor más bajo con el 13%. En cambio, en el porcentaje de fermentación pizarrosa los tratamientos del T1, T2 y T3 no manifestaron presencia alguna de granos pizarrosos ya que su porcentaje fue de 0%, mientras el de mayor porcentaje fue del T6 con el 11% de granos pizarrosos, con el porcentaje de fermentación violeta si hubo presencia en todos los tratamientos siendo el T1, T4 y Testigo los más altos con el 4% de granos violeta y los más bajos el T2 y T3 con el 3%, con respecto al porcentaje de fermentación de granos mohosos el Testigo se presentó con el mayor porcentaje siendo este de 14% y en menor porcentaje el T1 con el 5%, con el porcentaje de fermentación de granos infestados el T1 y T2 se presentaron con el valor más alto siendo este del 6%, mientras los tratamientos del T4, T6 y Testigo tuvieron el valor más bajo siendo este de 0%.

Tabla 3. Comparación de resultados del porcentaje de fermentación buena, media, pizarra, violeta, mohoso e infestado en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Buena	Media	Pizarra	Violeta	Mohoso	Infestado
T1	65	20	0	4	5	6
T2	61	20	0	3	10	6
T3	61	16	0	3	7	3
T4	68	19	5	4	4	0
T5	60	19	7	2	10	2
T6	58	13	11	5	13	0
Testigo	58	17	7	4	14	0

La figura 1, muestra las diferencias con respecto al porcentaje de fermentación, siendo el T4 con el 68% y T1 con 65% los tratamientos con el porcentaje más alto en fermentación buena y el T6 y Testigo los de menor porcentaje, con respecto a la fermentación media está el T3 con el 26% con un alto porcentaje diferenciándose de los demás tratamientos y en menor porcentaje el Testigo con el 17% con respecto a los granos pizarrosos el tratamiento T6 con el 11% se presentó en mayor porcentaje, en los granos violeta el T6 obtuvo el valor más alto con un 5% de fermentación violeta, siendo el T2 y T3 los más bajos con el 3%, el testigo presentó el mayor porcentaje de granos mohosos con el 14% y en menor porcentaje el T1 con el 5%, con relación al porcentaje de fermentación de granos infestados el T1 y T2 obtuvieron el valor más alto con el 6% de granos infestados.

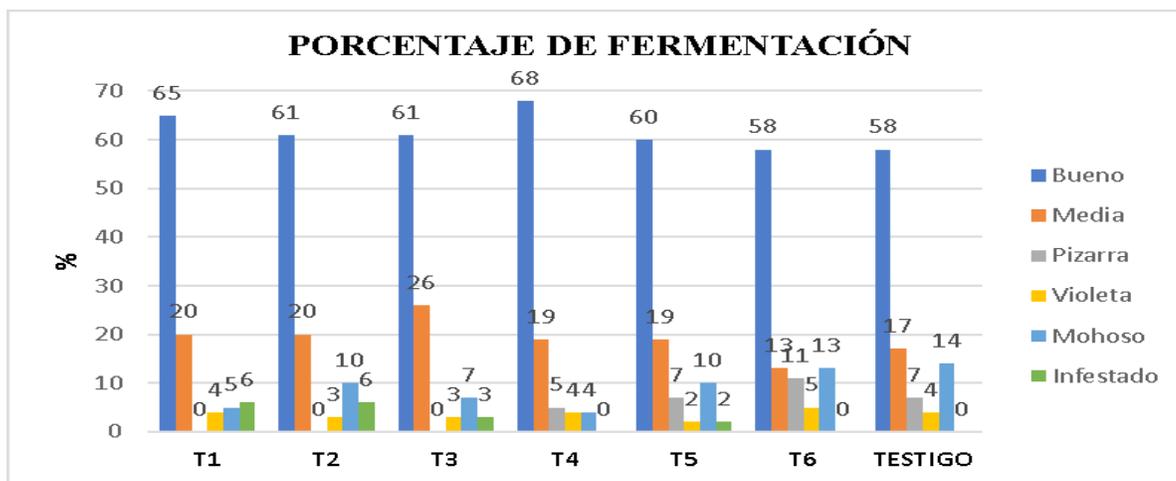


Figura 1. Diferencias en el porcentaje de fermentación de los granos.

Índice de Mazorca, En La figura 2, se apreció que el T3 (BFG2) presenta el valor de media más bajo siendo este valor de 14,77 mazorcas, seguido por el T4 (FG) con 15,29 mazorcas, T2 (BFG) con 17,18 mazorcas, el Testigo con 18,17 mazorcas, T6 (CBG) con 19,52 mazorcas y T1 (BG) con 19,67 que presentaron valores superiores, en cambio el T5 (SG) obtuvo la media más alta siendo de 20,8 en la cantidad de mazorcas con respecto a los demás tratamientos. Llor, et al. (2015), afirman que el índice de mazorca es de importancia para determinar la cantidad de mazorcas que se necesitan para poder obtener un kilo de cacao fermentado y seco. Por tanto, con los resultados obtenidos el T3 (BFG2) fue el de mejor rendimiento ya que se necesitó menor cantidad de mazorcas para obtener un kilo de granos fermentados y secos.

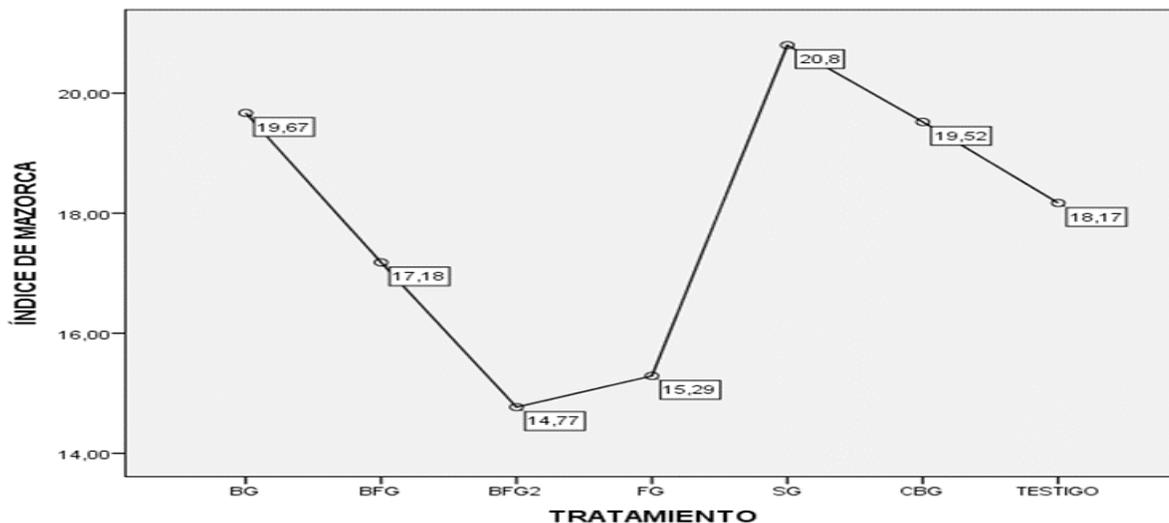


Figura 2. Comparación de medias en el índice de mazorca.

Índice de grano, La figura 3, se observó que el índice de grano más alto lo obtuvo el T6 (CBG) con 1.57 granos, mientras que el T3 (BSG2) estuvo en un rango muy cercano con 1.5 granos. Al comparar los resultados se puede declarar que estos valores están dentro del rango establecido por las normas nacionales.

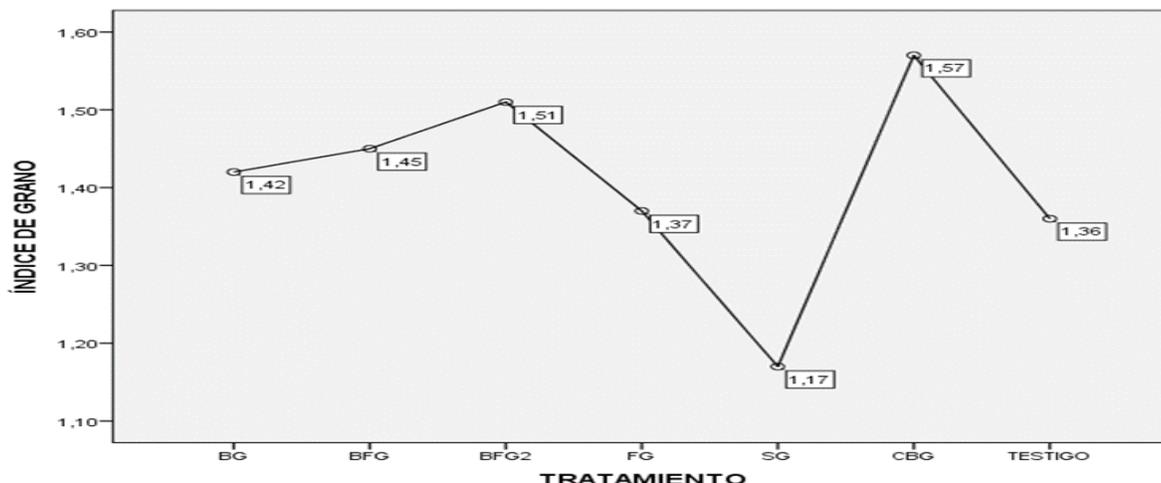


Figura 3. Comparación de medias en el índice de grano.

Porcentaje de Cascarilla, En La figura 4, se apreció que el T6 (CBG) presenta la media más alta de cascarrilla comparado con los demás tratamientos con el 13,33%, con la media más baja está el T1 (BG) con el 7,32%, siguiendo el T3 (BFG2) con el 8,7%, el Testigo con el 8,89%, el T4 (FG) con el 9,09%, el T5 (SG) con el 9,3% y el T2 (BFG) con el 9,52%. Según Quintana, et al. (2015), si el porcentaje de cascarrilla es elevado se considera como una desventaja y los granos tendrán un menor rendimiento en su calidad, el rango óptimo en cuanto a la exportación de granos a nivel mundial es de un 12 a 13%, por tanto, el T6 (CBG) está en desventaja económica ya que, si supera el porcentaje establecido por las normas internacionales, siendo los demás tratamientos favorables y aceptados ya que están dentro del porcentaje establecido.

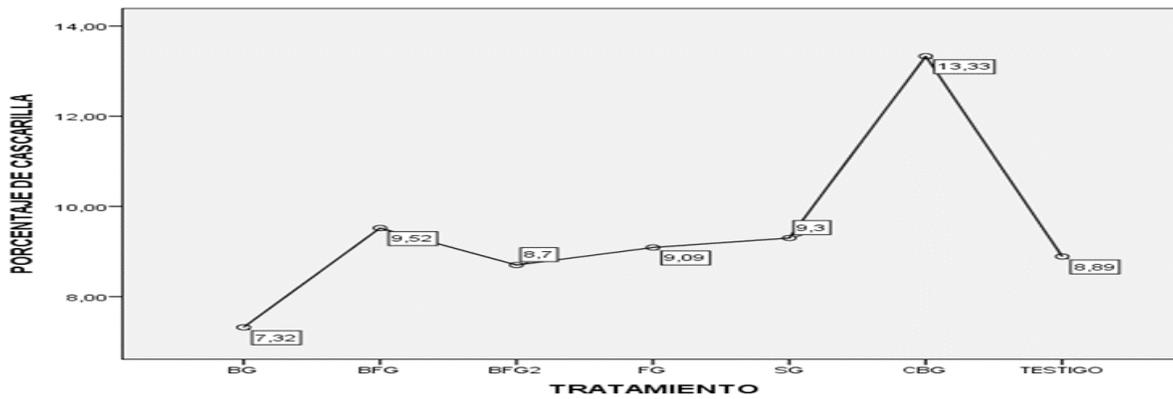


Figura 4. Comparación de medias en el porcentaje de cascarilla.

Porcentaje de Fermentación Buena, La figura 5 nos muestra que el T6 (CBG) y Testigo presentaron los valores de media más bajos con el 58% y con una diferencia estadística con los demás tratamientos. Seguido por el T5 (SG) con una poca diferencia del 60%, los T2 (BFG) y T3 (BFG2) presentaron valores estadísticamente iguales entre ellos con el 61%, seguido por el T1 (BG) con el 65%. Según la Federación Nacional de Cacaoteros de Colombia (2015), los granos bien fermentados son aquellos que presentaron una fermentación completa con olor y color característico al chocolate, siendo el T4 (FG) el tratamiento con las mejores características en cuanto a fermentación buena ya que obtuvo la media más alta con el 68%, a diferencia de los demás tratamientos.

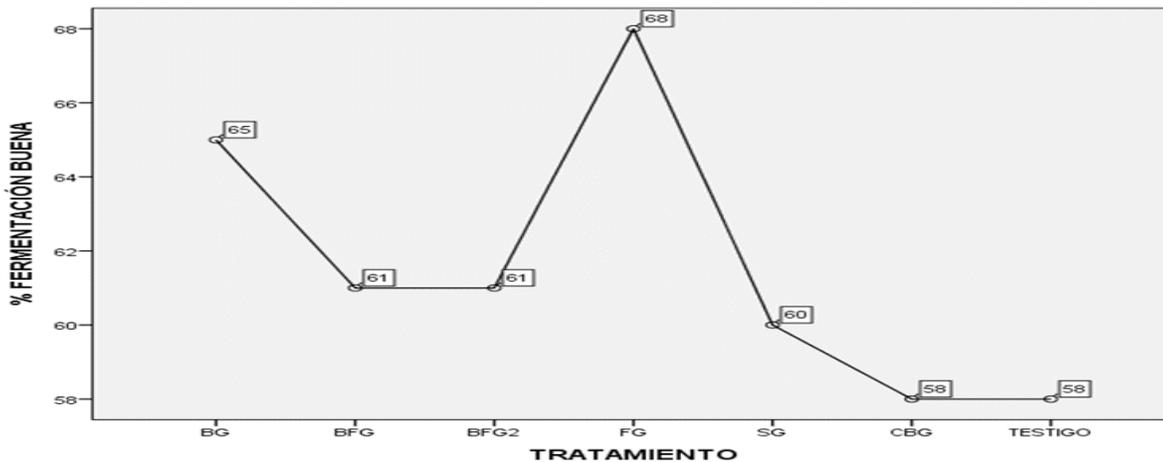


Figura 5. Comparación de medias en el porcentaje de fermentación buena.

Porcentaje de Fermentación Media, El T6 (CBG) presentó el valor más bajo en la fermentación media de los granos de cacao con el 13% y difiere estadísticamente con los demás tratamientos, seguido de este tratamiento está el Testigo con el 17%, mientras que con un porcentaje mayor está el T4 (FG) y T5 (SG) que presentaron valores estadísticos iguales entre ambos tratamientos con el 19%, con un porcentaje mayor se encuentra el T1 (BG) y T2(BFG) que también mostraron valores estadísticos iguales con el 20%. En cambio, el T3 (BFG2) obtuvo la media más alta con el 26% en relación a los demás tratamientos. (Gráfico 6), Según Steinau (2017), los granos con fermentación media se deben a granos con una fermentación incompleta, la calidad en cuanto al aroma y sabor es regular, pero aún aprovechable para la producción de chocolate, en este caso el T3 es el más adecuado.

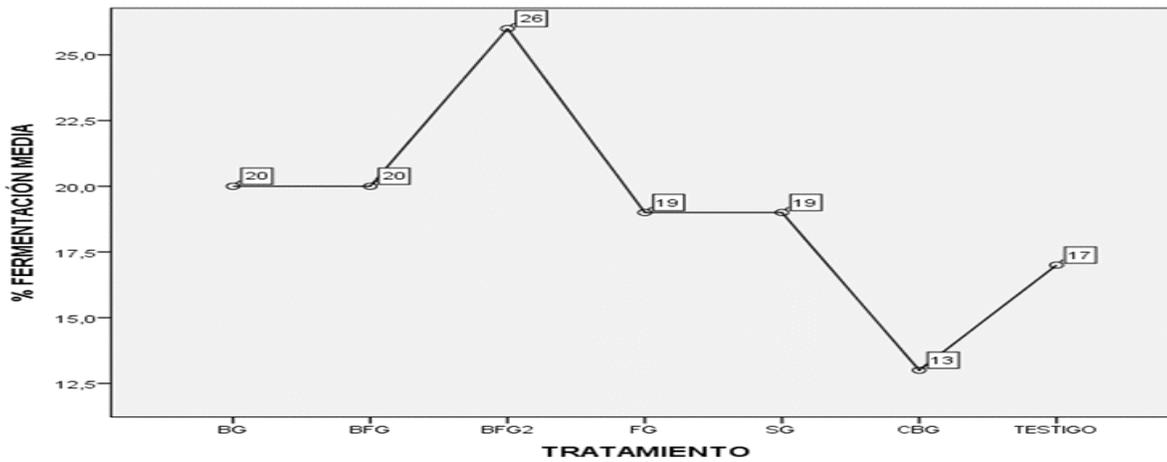


Figura 6. Comparación de medias en el porcentaje de fermentación media.

Porcentaje de Fermentación de granos Pizarra, El T1 (BG), T2(BFG) y T3(BFG2) con el 0% no presentaron presencia de granos pizarra, estos tratamientos difieren estadísticamente con los demás tratamientos que si obtuvieron porcentajes más elevados, seguido de estos tres tratamientos está el T4 (FG) con el 5%, luego se encuentran el T5 (SG) y el Testigo que presentaron los valores estadísticos iguales entre ellos con el 7%, en cambio el T6 (CBG) obtuvo la media más alta en cuanto al porcentaje de granos pizarra superando a los demás tratamientos con el 11%. (Figura 7), Según la Federación Nacional de Cacaoteros de Colombia (2015), los granos pizarra son aquellos granos de cacao sin fermentar o de mazorcas inmaduras y se caracterizan por su sabor amargo y astringente, en este caso siendo el T6 (CBG) el más representativo.

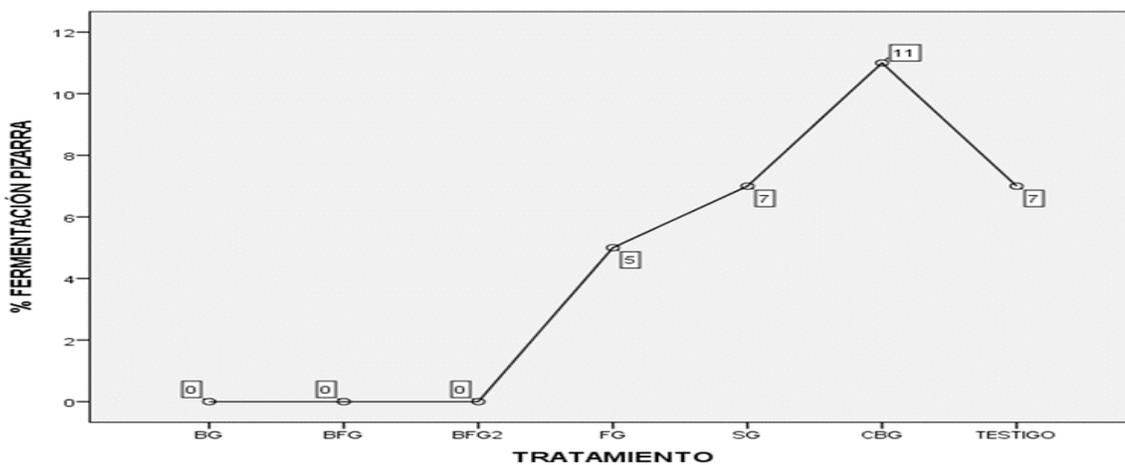


Figura 7. Comparación de medias en el porcentaje de fermentación pizarra.

Porcentaje de Fermentación de granos Violeta, En La figura 8 se observó que el valor de media más bajo es el T5 (SG) con el 2% que difiere estadísticamente con los demás tratamientos, el T2 (BFG) y T3 (BFG2) presentan los valores estadísticamente iguales entre sí con el 3%, al igual que las medias del T1 (BG), T4 (FG) y Testigo que también presentaron valores estadísticamente iguales con el 4%, en cambio el T6 (CBG) es el tratamiento con la media más alta en relación a la fermentación de granos violeta con el 5%. Steinau (2017), comento que la fermentación violeta se debe a que los granos no se han fermentado completamente por lo que llegan a presentar un sabor ácido y astringente, como en el caso del T6 (CBG) al ser el tratamiento de mayor valor.

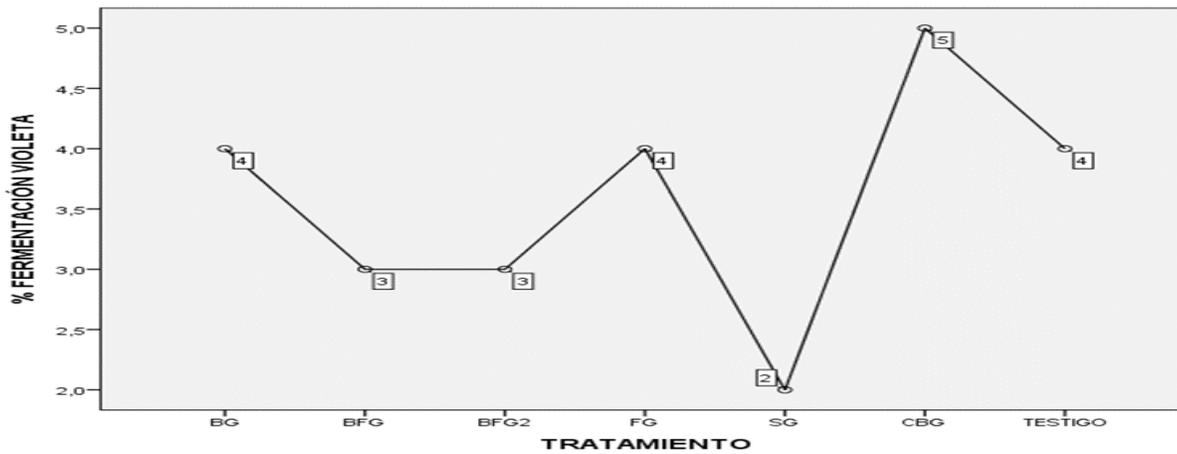


Figura 8. Comparación de medias en el porcentaje de fermentación violeta.

Porcentaje de Fermentación de granos Mohosos, En La figura 9 se pudo observar que todos los tratamientos registraron presencia de granos mohosos, en donde el T4 (FG) tuvo menos presencia de moho en los granos con el 4%, seguido del T1 (BG) con el 5%, el T3 (BFG2) con el 7%, el T2 (BFG) y T5 (SG) presentaron valores iguales con el 10%, seguido del T6 (CBG) con 13% y el Testigo con el 14% siendo el T6 y Testigo los tratamientos con la media más alta en cuanto al porcentaje de granos mohosos. Según Jiménez, (2017), los granos mohosos se deben a la sobrefermentación o mal almacenamiento de granos, esto produce un sabor desagradable.

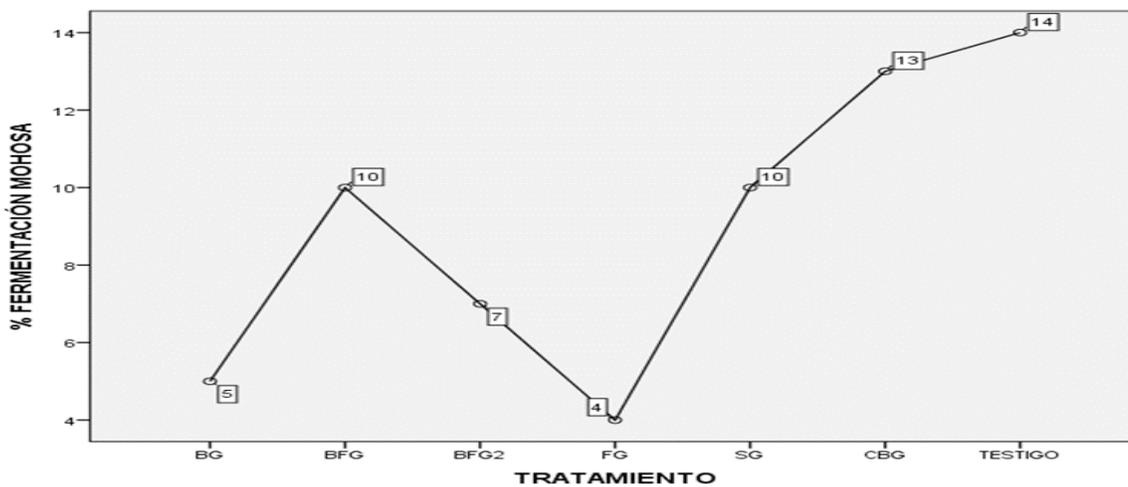


Figura 9. Comparación de media en el porcentaje de fermentación mohoso.

Porcentaje de Fermentación de granos Infestados, La figura 10 nos mostró que los tratamientos del T4 (FG), T6 (CBG) y Testigo no registraron presencia de granos infestados, el T5 (SG) obtuvo el 2%, el tratamiento T3 (BFG2) con el 3%, mientras que los tratamientos del T1 (BG) y T2 (BFG) presentaron valores estadísticos iguales con el 6%. Según Llerena (2016), los granos infestados son aquellos granos que se detectan insectos en cualquier fase de desarrollo ya sean en huevos, larvas o en fase adulta, siendo el T1 y T2 los de mayor presencia.

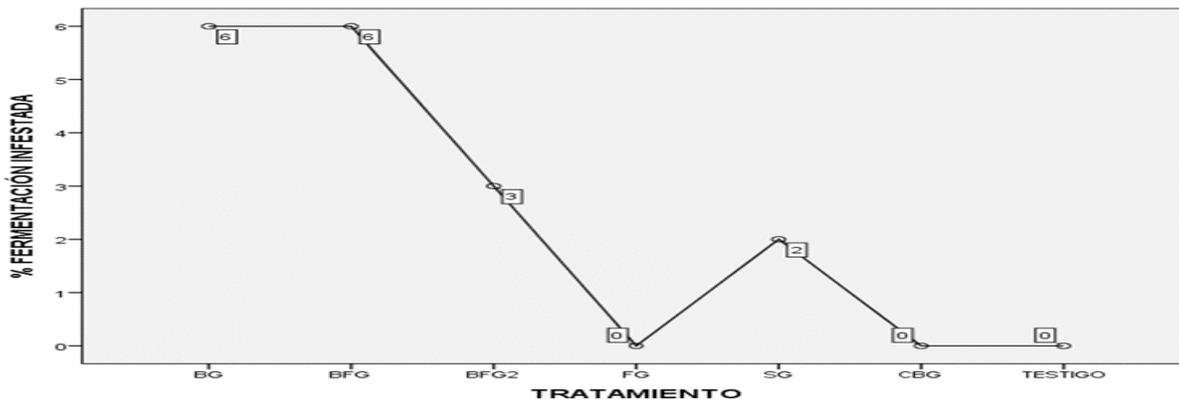


Figura 10. Comparación de medias en el porcentaje de fermentación infestada.

Calidad Sensorial del licor de cacao, De acuerdo con los resultados en el análisis sensorial de las muestras del licor de cacao de cada tratamiento, con respecto a los sabores básicos se puede observar en La figura 11 que en el sabor ácido de las muestras del Testigo y T1 obtuvieron rangos iguales y superiores a los demás tratamientos con el 2.75, mientras que el T4 y T5 obtuvieron los valores más bajos con el 1.50. Según Zambrano (2018), se debe a un deficiente proceso de fermentación, su sabor hace referencia con el vinagre y a frutas cítricas.

En astringencia hubo presencia en todos los tratamientos, pero sobresalió el Testigo con un valor alto de 3.0 superando al T1 y T2 que obtuvieron el mismo rango de 2.50 y con menor resultado está el T4 y T5 con un valor igual de 2. Caobisco (2015), manifiesta que el sabor astringente se debe a la falta de fermentación produciendo un sabor de sequedad en la boca, su sabor se asemeja a las cáscaras de frutos secos crudos y sabor de algunos vinos.

Con respecto al sabor verde o crudo de los granos el T4 no obtuvo ningún valor, a diferencia de los demás tratamientos que sí tuvieron presencia de este sabor, siendo el Testigo con el valor más alto de 1.50, mientras que el valor siguiente le corresponde al T1 y T6 con un valor de 1. Otro autor, Zambrano (2018), se refiere a que el sabor a verde o crudo se debe a la mala fermentación de los granos o mal proceso de secado, generalmente es característico de los granos violeta.

El sabor mohoso estuvo presente en todos los tratamientos a excepción del T3, T4 y T5, el valor más alto lo obtuvo el T6 con 1, seguido del Testigo con el 0.75. Según Caobisco (2015), el sabor mohoso es producido por una fermentación muy prolongada, un mal o corto proceso de secado o mal almacenamiento, su sabor se asemeja al musgo y pan viejo.

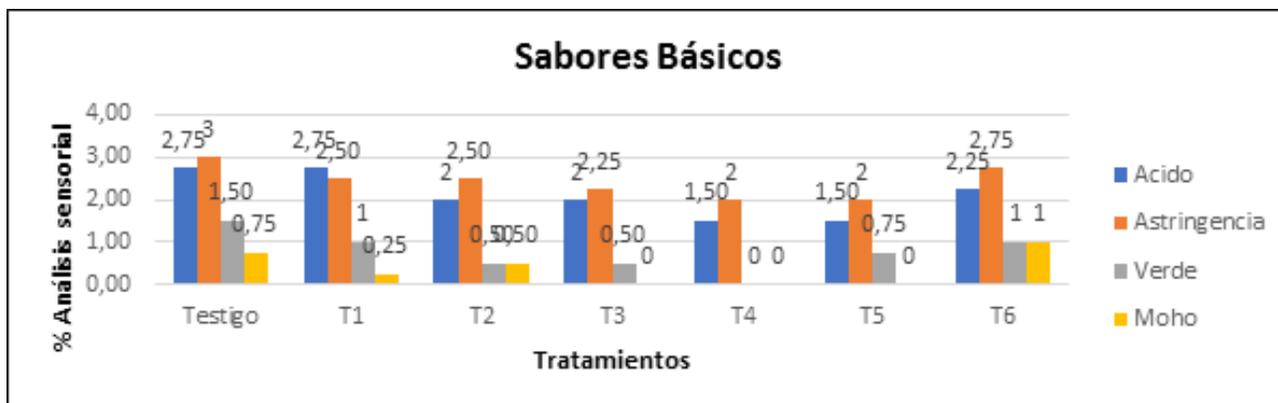


Figura 11. Resultados obtenidos en sabores básicos en el análisis sensorial.

La figura 12, mostro que en los sabores específicos el sabor a cacao está presente en todos los tratamientos y según la evaluación realizada por los 4 catadores se determinó que la calificación más alta fue el T4 con un valor de 3.25 superando a los demás tratamientos, siguiendo el T1, T5 y T6 con los segundos valores más altos con 2.75 (Caobisco, 2015). El sabor cacao se debe a los granos bien fermentados, tostados y sin defectos, su sabor hace referencia al chocolate.

Con el sabor floral está presente en todos los tratamientos, aunque en un valor mínimo, el T1 y T5 alcanzaron los valores más altos siendo este el 1.25 de sabor floral, mientras que los demás tratamientos obtuvieron valores mínimos como el caso del Testigo y T6 que obtuvieron el mismo valor bajo de 0.25. Zambrano (2018), el sabor floral es característico del cacao fino de aroma, este sabor se puede comparar con flores cítricas, lilas y violetas.

El sabor frutal también estuvo presente en todos los tratamientos, siendo el T4 y T5 los tratamientos con los valores más altos de 1.25 cada uno, en cambio el Testigo, T1 y T2 obtuvieron el valor más bajo de 0.25. Según Zambrano (2018), el sabor frutal se asemeja al sabor de las frutas secas maduras y a las ciruelas pasas. El sabor nuez se manifestó en mayor valor en el T4 y T5 con el 1.75, mientras que el valor más bajo fue del T6 con el 0.75, además este sabor es característico de los granos que presentan un sabor y aroma a nuez.

El sabor a caramelo no estuvo presente en el Testigo y T1, mientras que en el T4 presentó el valor más alto entre los tratamientos con el valor de 1. Zambrano (2018), comenta que el sabor caramelo describe una sensación cercana al azúcar y compuestos sintéticos.

El sabor amargo fue uno de los sabores más presentados en la evaluación de la pasta de cacao, este sabor obtuvo los valores más altos en relación a los otros sabores en todos los tratamientos, según La figura 12 el Testigo obtuvo el valor más alto en comparación con los demás tratamientos siendo este valor de 3.25, seguido del T2 con el valor de 3, en cambio el valor más bajo obtenido en este sabor es el T6 con un valor de 2. El sabor amargo en los granos es producido por una mala fermentación, este sabor se asemeja a la toronja, cerveza o café (Zambrano, 2018).

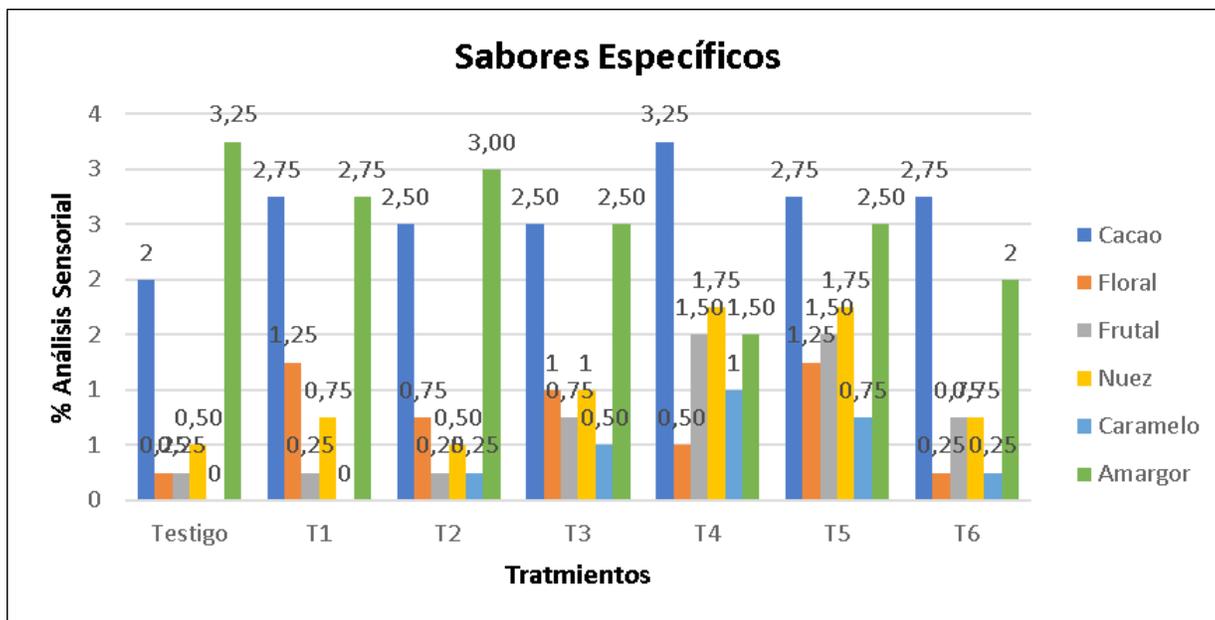


Figura 12. Resultados obtenidos en sabores específicos en el análisis sensorial.

No hubo presencia de sabores determinados como: Químico y Humo.

CONCLUSIONES

En las dosis aplicadas en los tratamientos, el T4 y T1 obtuvieron la primera y segunda mejor calificación en los resultados del análisis sensorial, el T4 en cuya dosis no está presente el biochar, el mejor calificado y en segundo lugar el T1 con presencia de biochar.

En las pruebas físicas el T3 y T6 cuyas dosis tienen presencia de biochar mostraron los mejores resultados en el índice de mazorca e índice de grano y el T1 con dosis de biochar, obtuvo el mejor porcentaje de cascarilla. En el porcentaje de fermentación el T4 que no posee biochar obtuvo el mayor valor de fermentación, seguido del T1.

El análisis sensorial del licor de cacao determinó que el T4 cuya dosis no está compuesta por el biochar tuvo ventaja sobre los demás tratamientos, seguido del T1 cuya dosis está compuesta por biochar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caobisco. (2015). Cacao en Grano: Requisitos de Calidad de la Industria del Chocolate y del Cacao. *Revista Brasileira de Medicina*, 69(12).
- Córdova, R. (2019). Automatización de un sistema de fermentación de almendra de cacao (*Theobroma cacao* L.) para pequeños productores. *Córdoba Rosa*, 7(2).
- Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Litoral. (2016). Estudios industriales y orientación estratégica para la toma de decisiones para la Industria de cacao. ESPOL. <https://docplayer.es/26841915-Estudios-industria-les-orientacion-estrategica-para-la-toma-de-decisiones-industria-de-cacao.html>
- Erazo, C. (2019). Diseño de un fermentador y secador solar piloto, para dos variedades de cacao (*Theobroma cacao* L), en el cantón El Empalme provincia Guayas. *Universidad Internacional SEK*, 73.
- Federación Nacional de Cacaoteros de Colombia. (2015). Cosecha, fermentación y secado del grano de cacao. 16. https://www.fedecacao.com.co/portal/images/Cartilla/Fichas_Calidad_y_Beneficio.pdf
- Llerena, W. (2016). Mejoramiento del proceso de fermentación del cacao (*Theobroma cacao* L.) Variedad Nacional y Variedad CCN51. *Universidad Internacional de Andalucía*.
- Llor, R., Tarqui, O., Benavides, J., Quijano, G., Casanova, T., Garzón, I., Quiroz, J., Mestanza, S., Párraga, J., Subía, C., & Calderón, D. (2015). Mejoramiento y homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao y café. *Estación Experimental Tropical Pichilingue*.
- Morales Intriago, F. L., Carrillo Zenteno, M. D., Ferreira Neto, J. A., Peña Galeas, M. M., Briones Caicedo, W. R., & Albán Moyano, M. N. (2018). Cadena de comercialización del cacao nacional en la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 11(1).
- Nates, E. (2014). Evaluación del efecto de biochar en el suelo y la calidad de los frutos en un cultivo de Uchuva. (Tesis de grado). *Pontificia Universidad Javeriana*.
- Quintana Fuentes, F. L., Gómez Castelblanco, S., García Jerez, A., & Martínez Guerrero, N. (2015). Caracterización de tres índices de cosecha de cacao de los clones CCN51, ICS60 e ICS 95, en la montaña santandereana, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6(1).
- Solórzano Chávez, E., Nicklin, C., Amores Puyutaxi, F., Jiménez Barragan, J., & Barzola Miranda, S. (2015). Comparación sensorial del cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional fino de aroma cultivado en diferentes zonas del Ecuador. *Ciencia Y Tecnología*, 8(1), 37–47.
- Steinau, I. (2017). Evaluación de la incidencia de la fermentación en la calidad del grano de cacao trinitario en Caluco, Sonsonate, El Salvador. *Agrociencia. Serie Fitociencia*, 1(1).
- Zambrano, G. (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. (Trabajo de titulación). *Universidad Central del Ecuador*.