

Influencia de la temperatura de tostado en la capacidad antioxidante de la cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) clon CCN-51 aprovechado para elaborar filtrante.

Influence of toasting temperature in the antioxidant capacity of cocoa husk (*Theobroma cacao L.*) clone CCN-51 used to elaborate filter.

Rudineis Roci, Garay Vega¹; Jorge Washington, Vela Alvarado¹; Cristina Elena, Quiñones Ruiz

¹Universidad Nacional de Ucayali. Ucayali - Perú. Email: rudineis.13.rrgv@gmail.com; jvelaunu@gmail.com; cquinonesr1976@gmail.com

Resumen

La investigación evaluó tres muestras de cascarilla de granos secos de cacao (*Theobroma cacao L.*) clon CCN-51, tostado a diferentes temperaturas de 120 °C, 130 °C y 140 °C; en tiempo constante de 10 minutos, cada una de estas temperaturas fueron consideradas como tratamientos en estudio siendo estas el T1, T2 y T3 respectivamente. Los análisis respectivos realizados fueron su composición físico-química, capacidad antioxidante, polifenoles totales y antocianinas. De igual manera con las mismas muestras se elaboró filtrantes las que fueron analizadas su capacidad antioxidante, contenido polifenoles, antocianinas y sus características sensoriales como color, sabor, aroma y grado de aceptación. Para conocer las diferencias significativas entre los tratamientos estudiados se utilizó el Diseño Completo al Azar con cuatro repeticiones, y la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para conocer el orden de los promedios de tratamientos que presentaron diferencias significativas; además con la finalidad de conocer la tendencia de la curva de las diferentes temperaturas de tostado de la cascarilla se realizó la prueba de Polinomios Ortogonales. Los resultados encontrados nos muestran que la cascarilla de cacao tostado a 120 °C presentó una excelente disponibilidad de antioxidantes y con características excelentes para su consumo como infusión. Esta aporta una capacidad antioxidante de 1,85 IC50 (mg/mL), un contenido de polifenoles de 0,28 g EAG/100 mL, antocianinas de 27,35 Cyd-3-glu (mg/100 mL); obteniendo además la mayor calificación en aroma, sabor y grado de aceptación.

Palabras clave: Cascarilla de granos de Cacao, Temperatura de tostado, Antioxidantes, filtrante

Abstract

The investigation it was evaluated three samples of husk grains of cocoa (*Theobroma cacao L.*) dried clone CCN-51, toasted at different temperatures of 120 °C, 130 °C and 140 °C, in constant time of 10 minutes. Each of these temperatures were considered as treatments under study, being these the T1, T2 and T3 respectively. The respective analyzes carried out were its physic-chemical composition, antioxidant capacity, total polyphenols and anthocyanins. In the same with the same samples filtering was elaborated, which were analyzed their antioxidant capacity, content polyphenols, anthocyanins and their sensory characteristics as color, flavor, aroma and degree of acceptance. To know the significant differences between the studied treatments, the Complete Random Design with four repetitions was used, and the Tukey test ($P \leq 0.05$) to know the order of the averages of treatments that presented significant differences; also in order to know the trend of the curve of the different temperatures of roasting of the husk, the Orthogonal Polynomial test was carried out. The results show that the roasted cocoa husk at 120 °C presented an excellent availability of antioxidants and excellent characteristics for its consumption as an infusion. This provides an antioxidant capacity of 1.85 IC50 (mg / mL), a polyphenol content of 0.28 g EAG / 100 mL, anthocyanins of 27.35 Cyd-3-glu (mg / 100 mL); also obtaining the highest rating in aroma, flavor and degree of acceptance.

Keywords: Husk of cocoa beans, toasting temperature, antioxidants, filtering.

Introducción.

La amazonia peruana es sin duda uno de los lugares que posee gran riqueza agrícola de diversas variedades de frutas tropicales, ya que cuenta con las óptimas condiciones para el cultivo de estas. Uno de estos es el cacao ya que desde antaño se ha difundido su consumo por sus reconocibles atributos, al cual se le ha dado valor agregado y obtenido una diversidad de subproductos tales como: el chocolate, manteca de cacao, polvo de cacao, etc. Pero a la vez desperdiándose importantes potenciales de materia prima, como la mazorca, mucilago y cascarilla, que poseen propiedades que podrían ser aprovechables.

Según Murillo (2008), expertos en la fabricación de productos a base de cacao, determinan que el rendimiento de 100 Kg de granos secos de cacao es alrededor del 85%, su valor restante 15% es considerado desechos. De estos desechos, la cascarilla de cacao corresponde el 12%.

El tostado es una de las operaciones aplicables dentro del procesamiento del cacao ya que esta determina las características de color, olor y sabor propios del chocolate, pero a la vez influye cambios en las propiedades fisicoquímicas y nutricionales. Después del tostado se realiza el descascarillado donde se obtiene los cotiledones limpios y a la vez la cascarilla como desecho industrial.

Algunas investigaciones partieron a fin de lograr un aprovechamiento de estos desechos, por los cuales se ha demostrado que la cascarilla de cacao posee propiedades nutritivas, en especial se considera una fuente importante de antioxidantes.

Es por ello, que este trabajo pretende evaluar la influencia de la temperatura de tostado previo a los granos de cacao Clon CCN-51, en la actividad antioxidante que posee la cascarilla obtenida y aprovecharla mediante la elaboración de filtrantes.

Metodología

Ubicación del trabajo de investigación.

La presente investigación se desarrolló en las instalaciones de la Cooperativa Agraria de Cacaoteros “Campos Verdes”, donde se acopio y procesó los granos secos de cacao para la obtención de la cascarilla. El procesamiento de las muestras se realizó en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Ucayali y el laboratorio de espectrofotometría y cromatografía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en Tingo María; donde se realizó los análisis de antioxidantes.

Muestras en estudio.

El material biológico empleado para la investigación fue la cascarilla obtenida de los granos secos de cacao (*Theobroma cacao L*) Clon CCN-51, tostado a tres diferentes temperaturas. Para la obtención de la cascarilla

de cacao, se acopió 30 Kg de granos secos de cacao provenientes de la Cooperativa ACATPA (Asociación Agraria de Cacaoteros Tecnicados de Padre Abad) del Distrito de Irazola. Estos granos fueron tostados en la Cooperativa Agraria de Cacaoteros “Campos Verdes”, para ello primero se dividió el lote en tres partes iguales, conformándose 10 Kg por tratamiento y 2.5 Kg por repetición. Posteriormente al tostado, inmediatamente se descascarillo, molió y envasó en bolsas ziploc, dejándolo en almacenamiento a temperatura ambiente hasta su respectivo análisis.

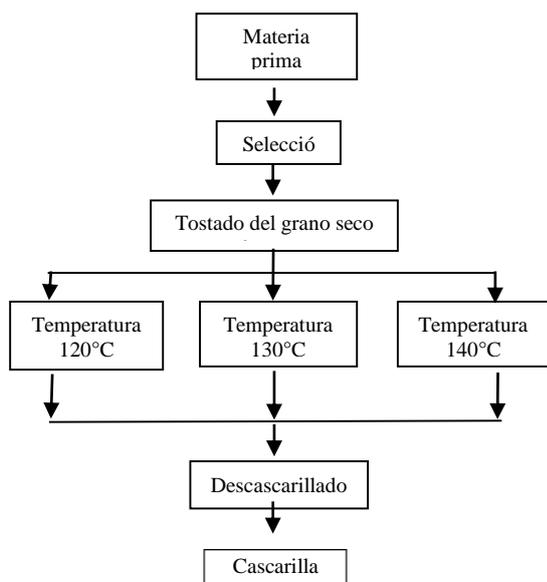


Figura 1: Diagrama de bloques del proceso de tostado y obtención de la cascarilla de cacao.

Obtención de la cascarilla de cacao.

Los granos secos de cacao clon CCN-51, fueron proporcionados por la Cooperativa ACATPA. Los cuales fueron procesados en la Cooperativa Agraria de Cacaoteros “Campos Verdes”,

donde se realizó los diferentes tratamientos en estudio, para la obtención de la cascarilla, descrita mediante el siguiente diagrama (Figura 1).

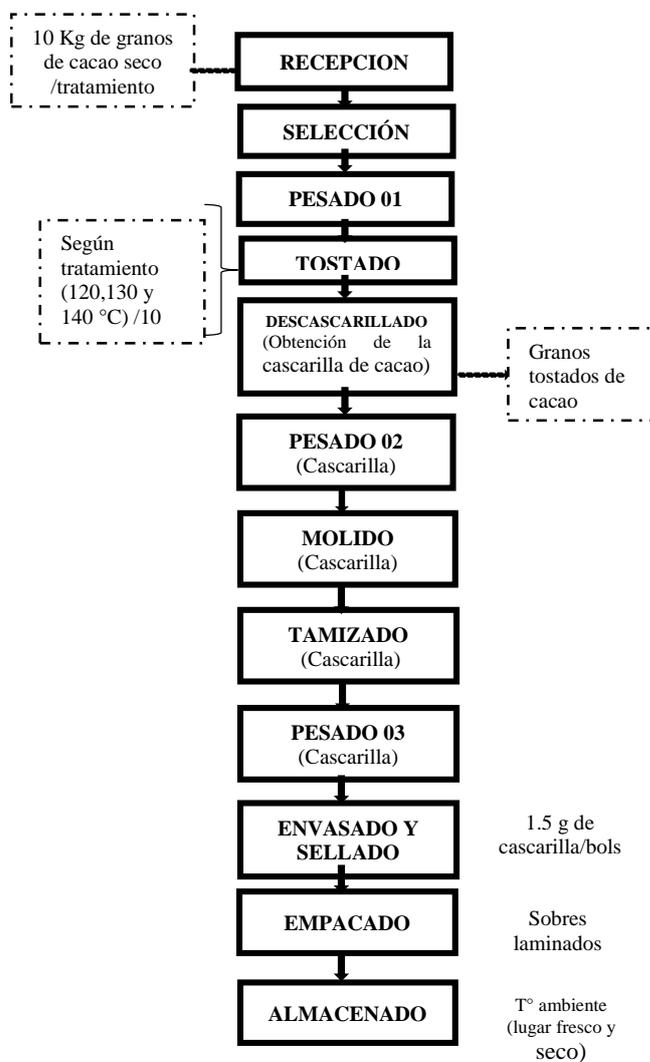


Figura 2: Flujograma de elaboración de filtrante de cascarilla de cacao.

Proceso de producción de filtrantes: La producción de filtrantes se realizó en las instalaciones del laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Ucayali. Para ello se



siguió las siguientes operaciones que se muestra en el flujograma de proceso (Figura 2).

Caracterización fisicoquímica de la cascarilla

de cacao: Los análisis fisicoquímicos realizados en la cascarilla obtenida de los diferentes tratamientos en estudio fueron: Humedad, pH y acidez titulable, los cuales se realizaron de acuerdo a los métodos 934.0, 970.21 y 942.15 respectivamente planteado por la AOAC en el 2005.

Determinación de capacidad antioxidante: Se realizó por inhibición del radical 1,1 diphenyl - 2-picryl-hydrazyl (DPPH), descrito por Brand-Williams *et al.* (1995).

Determinación de polifenoles totales: Se utilizó el método Folin Ciocalteu para la cuantificación de polifenoles totales (Symonowicz *et al.* 2012).

Cuantificación de antocianinas: La cuantificación de antocianinas, se realizó por el método del pH diferencial (Symonowicz *et al.* 2012).

Análisis sensorial del filtrante de cascarilla de cacao: La evaluación de los filtrantes de cascarilla de cacao según tratamiento, se realizó en el laboratorio de suelos donde se contó con la asistencia de 20 panelistas no entrenados, estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial. Se le entregó a cada panelista una ficha de evaluación sensorial, tres filtrantes (muestras) según tratamiento con sus

respectivas tasitas para té y un vaso de agua para el enjuague respectivo después de cada evaluación.

Análisis estadístico: Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con 3 tratamientos y 4 repeticiones que hace un total de 12 unidades experimentales. Para conocer el orden de los promedios se utilizó la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) y en el análisis de la tendencia de la curva de los tratamientos se utilizó la prueba de polinomios ortogonales. Para el análisis de características sensoriales de sabor, aroma, color, y grado de aceptación de los filtrantes obtenidos de la cascarilla de cacao, el panel de degustación estuvo conformado por 20 jueces no entrenados. Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó la prueba no paramétrica Friedman (CHI-CUADRADO).

Resultados y discusiones.

Características físico – químicas de la cascarilla de cacao bajo tres temperaturas de tostado.

Contenido de humedad de la cascarilla de cacao.

El contenido de humedad de la cascarilla de cacao bajo tres temperaturas de tostado a 120 °C, 130 °C, y 140 °C, se presenta en la Figura 3. Realizado el análisis de la variancia se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tres tratamientos estudiados; la prueba de promedios de Tukey

($P \leq 0.05$) nos muestra que el tratamiento de tostado a 140 °C presenta el menor contenido de humedad de 3.81 %, con respecto a los otros dos tratamientos; los tratamientos de tostado a 120 °C y 130 °C, tienen un contenido de similar siendo estos de 4.44 % y 4.45 % respectivamente, con ($R^2=0.88$ y $CV=3.14$). La tendencia de la curva del contenido de humedad con respecto a la temperatura de tostado nos muestra que existe una tendencia cuadrática altamente significativa, demostrándose que a temperaturas de 120 °C y 130 °C se mantiene estable, pero a una temperatura de 140 °C esta disminuye significativamente.

De acuerdo con Diaz y Piloza (2017), en un estudio realizado sobre la “Determinación del efecto antioxidante de la cascarilla de cacao en polvo sobre la lipoperoxidación en sistemas biológicos”, obtuvieron una humedad de 4.76%, valor que es similar a los reportados por Soto (2012), que fue de rango que varía desde 3.45 a 5.07%. De tal manera que estos resultados se ajustan según la Norma Técnica peruana (ITINTEC 1984), donde menciona que uno de los parámetros importantes de calidad para los filtrantes es tener una humedad no mayor del 10%. De acuerdo a la normativa, se demuestra que los resultados obtenidos de los tres tratamientos en estudio tienen una humedad por debajo a lo que indica el requerimiento y demostrando que son hábiles para utilizarse

como material para filtrantes y que estos se asemejan a los ya indicados.

Así mismo Sangronis *et al.* (2014), indica que mientras más bajo sea la humedad de la cascarilla de cacao esto beneficia en la calidad microbiológica ajustada a la norma y la ausencia de ocratoxina del género *Aspergillus* (Arévalo *et al.* 2004).

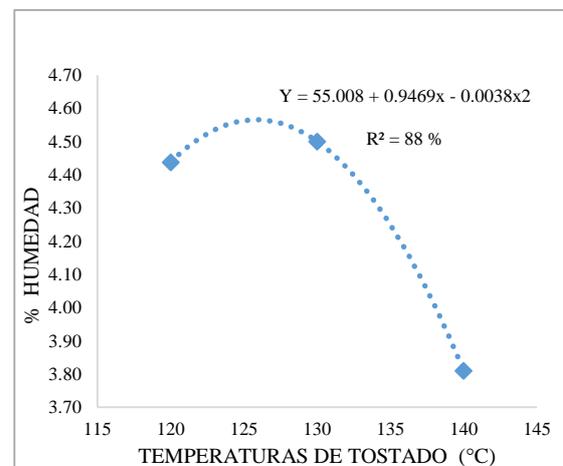


Figura 3: Contenido de humedad en porcentaje de la cascarilla de cacao bajo tres temperaturas de tostado. Pucallpa, Perú.

El pH de la cascarilla de cacao.

El pH de la cascarilla de cacao bajo tres temperaturas de tostado a 120 °C, 130 °C y 140 °C se presenta en la Figura 4. Realizado el análisis de la variancia se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tres tratamientos estudiados; la prueba de promedios de Tukey ($P \leq 0.05$) nos muestra que el tratamiento de tostado a 120 °C tiene un pH de 4.69, el tratamiento de tostado a 130 °C, un pH de 4.72 y el tratamiento de tostado a 140 °C, su valor de pH fue ascendiendo a 4.91. Con

($R^2= 0.99$ y $CV=0.25$); Tabla 2. La tendencia de la curva con respecto al pH de la cascarilla a diferentes temperaturas de tostado muestra que existe una tendencia cuadrática altamente significativa, mostrándonos que a temperaturas de 120 °C y 130 °C este se mantiene casi constante, sin embargo, a una temperatura de 140 °C el pH de la cascarilla se eleva significativamente.

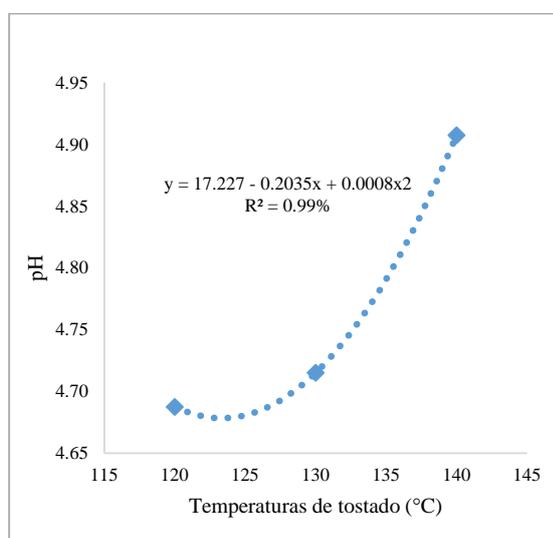


Figura 4: Valor de pH de la cascarilla de cacao bajo tres temperaturas de tostado. Pucallpa Perú

Los valores obtenidos en la investigación difieren con los resultados obtenidos por Tapia (2015), quien en un estudio realizado sobre el aprovechamiento de residuos agroindustriales de la cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) Variedad arriba y CCN-51 para elaboración de infusión, determinó que el pH de la cascarilla del clon CCN-51 obtenido a una temperatura de tostado de 140°C tiene un valor promedio de 6.79. De acuerdo con Contreras *et al.* (2004), la variación de los valores de pH puede estar

relacionado con el genotipo y lugar de procedencia de los granos.

Así mismo Alegría (2015), explica que durante el proceso de tostado el pH se incrementa debido a la volatilización del ácido acético. Según Sánchez (2007), menciona que la presencia de este ácido se produce durante el proceso de fermentación de los granos de cacao y que al respecto la testa es permeable al ácido acético que penetra sobre esta hasta llegar al embrión.

Acidez titulable de la cascarilla de cacao.

Se determinó la acidez titulable de la cascarilla de cacao bajo tres temperaturas de tostado de 120 °C, 130 °C, y 140 °C, que se presentan en la Figura 5. Realizado el análisis de la variancia se encontró que existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados; la prueba de promedios de Tukey ($P \leq 0.05$) nos muestra que el tratamiento de tostado de la cascarilla a 120°C de 1.75% es igual al porcentaje de acidez titulable del tratamiento de tostado a 130 °C de 1.4 %.

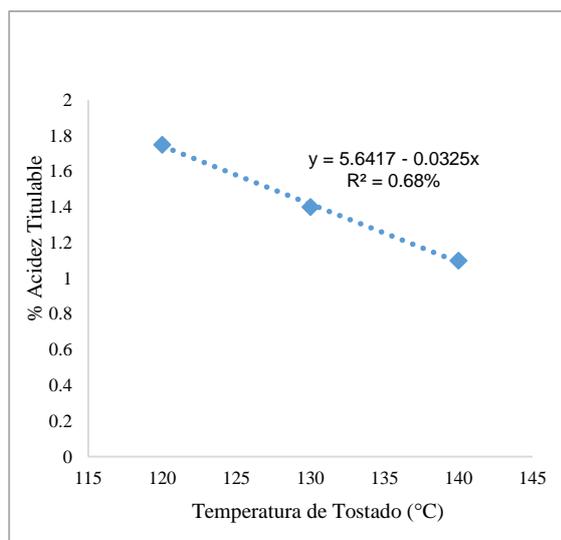


Figura 5: Porcentaje de acidez titulable de la cascarilla de cacao bajo tres temperaturas de tostado. Pucallpa Perú

Sin embargo, con respecto al tratamiento de tostado de 140 °C de 1.1 %, este es significativamente inferior al tratamiento de tostado de 120 °C. Con ($R^2=0.68$ y $CV=14.69$). Respecto a la tendencia de la curva de la acidez titulable, esta muestra una respuesta lineal negativa altamente significativa, disminuyendo el porcentaje de acidez de la cascarilla a medida que la temperatura de tostado va ascendiendo.

De acuerdo con Misnawi *et al.* (2004), un tostado a alta temperatura y un menor tiempo disminuye la acidez e incrementa los olores y sabor a chocolate. Según Alegría (2015), cuando disminuye la acidez titulable aumenta el pH y esto se debe a que existe menor presencia de ácidos orgánicos. También señala que durante el proceso del tostado, se producen reacciones de cambios en la composición de los ácidos orgánicos (acético, láctico y cítrico), esto

coincide con Braudeau (1981), quien indica el tostado elimina en parte la acidez acética del cacao. Estos antecedentes concuerdan con el comportamiento de los valores de porcentaje de acidez obtenidos en la investigación, ya que se puede apreciar claramente en la Figura 6; que a mayor temperatura de tostado hay una tendencia de descendente el cual muestra que a medida que se utilizan altos tratamientos térmicos, esto disminuye la presencia de los ácidos orgánicos, que por efecto de la temperatura se volatilizan.

Determinación de la capacidad antioxidante, cuantificación de polifenoles totales y antocianinas de la cascarilla de cacao bajo tres temperaturas de tostado.

Determinación de la capacidad antioxidante de la cascarilla de cacao.

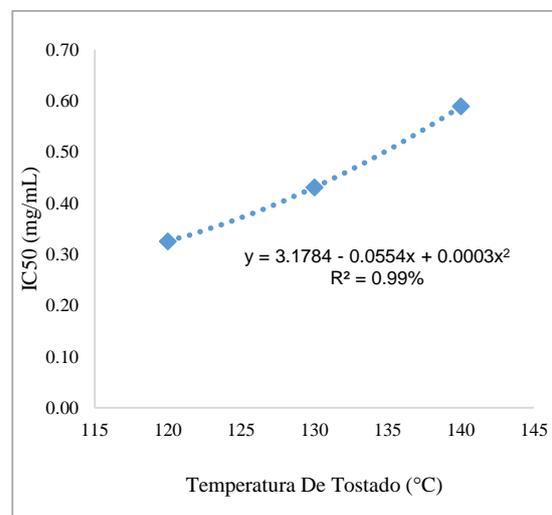


Figura 6: La capacidad antioxidante expresado en IC50 de la cascarilla de cacao bajo tres temperaturas de tostado. Pucallpa, Perú.

Se determinó la capacidad antioxidante de la cascarilla de cacao bajo tres temperaturas de tostado de 120 °C, 130 °C, y 140 °C, que se

presentan en la Figura 6. Realizado el análisis de la variancia se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tres tratamientos estudiados; la prueba de promedios de Tukey ($P \leq 0.05$) nos muestra que el tratamiento de tostado a $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ presenta alta capacidad antioxidante ya que mostró mayor eficiencia para inhibir de radical DPPH con un resultado de 0.33 IC_{50} (mg/mL), mientras en el tratamiento de tostado a $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $140\text{ }^{\circ}\text{C}$, se obtuvo 0.43 y 0.59 IC_{50} (mg/mL). Con ($R^2 = 0.99$ y $CV = 3.17$). El análisis de la curva nos muestra que existe una tendencia lineal hasta una temperatura de tostado de $130\text{ }^{\circ}\text{C}$, y a partir esta temperatura de tostado se presenta un punto de inflexión por lo que la curva se vuelve cuadrática, lo que indica que a mayor temperatura de tostado los compuestos antioxidantes de la cascarilla pierden su capacidad de inhibición al radical DPPH.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación son similares a los valores reportados por Tolentino (2014), quien demostró que la cascarilla de cacao procedente de San Alejandro en la provincia de Padre Abad, tiene una actividad antioxidante de 0.26 IC_{50} (mg/mL). Asimismo, Carpio (2014), determino que la concentración de la actividad antioxidante en la cascara de cacao por el método DPPH se encuentra en un rango de $0,37$ a $0,71\text{ }\mu\text{M}$ de Trolox/g.

Determinación de curva estándar y cuantificación de polifenoles totales de la cascarilla de cacao.

En la Figura 8; se pueden observar cómo se estableció la una curva patrón el cual fue elaborado en base al ácido gálico, las diluciones estuvieron comprendidas desde 0.1 a $1\text{ }\mu\text{g/mL}$ y fue leído a 700 nm . Para la curva estándar se utilizó el ácido Gálico, ya que este es considerado un ácido fenólico natural soluble en agua muy empleado como estándar para curvas de calibración para cuantificar polifenoles totales (Aguilar *et al.* 2007).

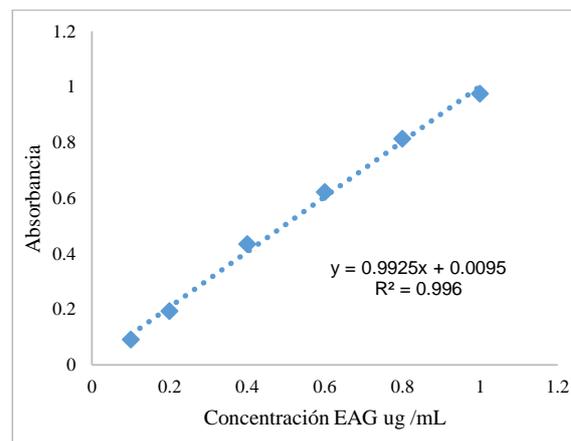


Figura 7: Comportamiento de la curva estándar de ácido gálico para la cuantificación de polifenoles totales.

En atención a lo anterior se cuantifico los polifenoles totales de la cascarilla de cacao bajo tres temperaturas de tostado de $120\text{ }^{\circ}\text{C}$, $130\text{ }^{\circ}\text{C}$, y $140\text{ }^{\circ}\text{C}$, que se presentan en la Figura 8. Realizado el análisis de la variancia se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tres tratamientos estudiados; la prueba de promedios de Tukey ($P \leq 0.05$) nos muestra que el tratamiento de tostado a $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ tiene

mayor contenido de polifenoles con un resultado de 0.55 g EAG/100 g, mientras que en el tratamiento de tostado a 130 °C y 140 °C tienen un contenido similar de 0.41 y 0.35 g EAG/100 g. Con ($R^2= 0.85$ y $CV=8.75$). El análisis de la curva nos muestra que existe una tendencia cuadrática de regresión significativa, lo que indica que a mayor temperatura de tostado los polifenoles van degradándose.

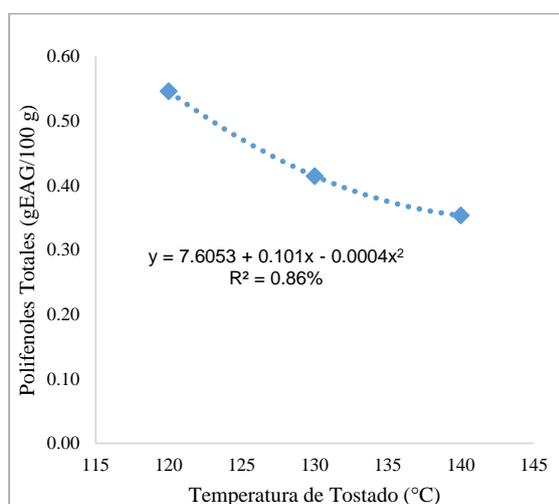


Figura 8: Contenido de Polifenoles Totales de la cascavilla de cacao bajo tres temperaturas de tostado. Pucallpa, Perú.

Los resultados obtenidos en este estudio el contenido de polifenoles son mayores a los encontrados por Franco y Suárez (2014), en sus estudios realizados sobre la “Determinación del contenido de polifenoles y actividad antioxidante de una bebida láctea elaborada a base de residuos agroindustriales de cacao, café y naranja”, quienes determinaron que la cascavilla de cacao contiene 4.55 mg GAE/100 g. Por otro lado, Tolentino (2014), reporta valores superiores de 2.67 – 3.73 g GAE/100 g.

Para Condori (2015), esta variabilidad se produce por efecto de la temperatura de tostado, ya que durante este proceso se pierden polifenoles.

Cuantificación de antocianinas de la cascavilla de cacao.

Se realizó la cuantificación de antocianinas de la cascavilla de cacao bajo tres temperaturas de tostado de 120 °C, 130 °C, y 140°C, que se presentan en la Figura 9. Realizado el análisis de la variancia se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tres tratamientos estudiados; la prueba de promedios de Tukey ($P \leq 0.05$) nos muestra que el tratamiento de tostado a 120 °C tiene mayor contenido de antocianinas con un resultado de 68.69 mg Cyd-3-glu /100 g, posteriormente tratamiento de tostado a 130 °C y 140 °C que tienen 50.11 y 41.34 mg Cyd-3glu/100 g respectivamente. Con ($R^2= 0.98$ y $CV=3.60$). El análisis de la curva nos muestra que existe una tendencia cuadrática de regresión significativa, lo que indica que a mayor temperatura de tostado las antocianinas van degradándose.

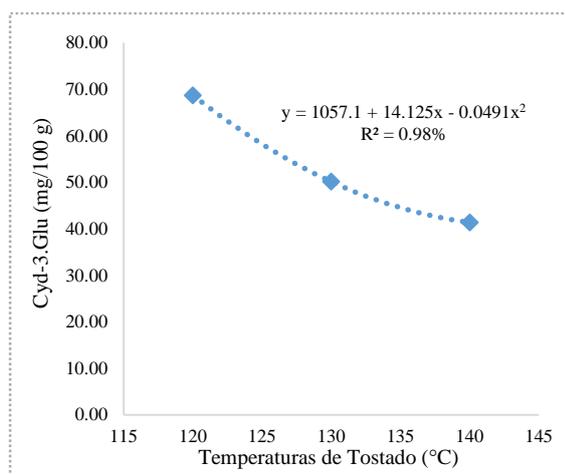


Figura 9: Contenido de antocianinas de la cascarilla de cacao bajo tres temperaturas de tostado. Pucallpa, Perú.

La cantidad de antocianinas encontrados en el estudio en las diferentes temperaturas de tostado fueron superiores a los reportados por Tolentino (2014), en sus estudios realizados sobre “compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de la cascarilla de granos de cacao (*Theobroma cacao L.*) tostado y elaboración de un filtrante, donde obtuvo resultados que varían de 0.58 a 0.25 mg cianidina-3-glucosido/g de acuerdo a lugar de procedencia.

De acuerdo con Markakis *et al.* (1957), indica que las altas temperaturas utilizadas en el proceso de tostado, afectan el contenido de antocianinas. Esto se debe al incremento de temperatura provoca la pérdida del azúcar glicosilante en la posición 3 de la molécula de apertura de anillo con la consecuente producción de chalconas (Astrid 2008); en atención a los reportes encontrados en este estudio, las temperaturas utilizadas en el tostado

de la cascarilla de cacao nos permitieron encontrar alto contenido de antocianinas, comparado con los estudios que reporta la bibliografía.

Determinación de la capacidad antioxidante, cuantificación de polifenoles totales y antocianinas del filtrante de cascarilla de cacao bajo tres temperaturas de tostado.

Determinación de la capacidad antioxidante del filtrante de cascarilla de cacao.

Se determinó la capacidad antioxidante de la infusión de los filtrantes de cascarilla de cacao obtenido bajo tres temperaturas de tostado de 120 °C, 130 °C, y 140 °C, que se presentan en la Figura 10. Realizado el análisis de la variancia se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tres tratamientos estudiados; la prueba de promedios de Tukey ($P \leq 0.05$) nos muestra que el filtrante del tratamiento de tostado a 120 °C presenta alta capacidad antioxidante ya que mostró mayor eficiencia para inhibir de radical DPPH con un resultado de 1.85 IC₅₀ (mg/mL), con un valor similar se encuentra el filtrante del tratamiento de tostado a 130 °C que tiene 1.86 IC₅₀ (mg/mL) y del tratamiento a 140 °C, se obtuvo 2.75 IC₅₀ (mg/mL), el cual tiene menor capacidad de inhibición. Con ($R^2 = 0.95$ y 45 $CV = 5.13$). El análisis de la curva nos muestra que existe una tendencia cuadrática de regresión altamente significativa, lo que indica que el filtrante obtenido del tratamiento de menor

temperatura de tostado, posee mayor capacidad antioxidante.

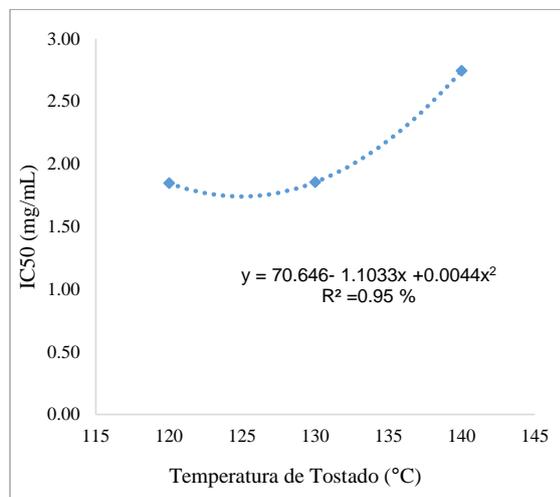


Figura 10: La capacidad antioxidante expresado en IC50 del filtrante de cascarilla de cacao bajo tres temperaturas de tostado. Pucallpa, Perú.

Estos resultados siguen la misma tendencia del contenido de antioxidantes en la cascarilla del cacao, aunque en menor concentración, lo que nos sugiere que no todo el contenido del principio activo en la cascarilla es disponible al momento de la dilución en la infusión. La infusión de las muestras evaluadas, fueron preparadas en 100 ml de agua caliente a una temperatura de 80 °C y un tiempo constante de reposo de la bolsa filtrante de 5 min. Según Reyes – Munguía *et al.* (2009), en sus estudios realizados reportaron que la actividad antioxidante del té de maguey morado se incrementa linealmente con aumento del tiempo de la infusión, aproximadamente 5 min.

Según Craig (1999), indica que las propiedades benéficas de las infusiones se deben a la acción

antioxidante de fitoquímicos activos incluyendo compuestos polifenólicos que promueven la salud. Así mismo Wang *et al.* (2000) menciona que estos compuestos que se encuentran en las infusiones, se ven afectados por diversos factores como el pH, luz y oxígeno que degradan los compuestos activos; razón por la cual se recomienda que la infusión debe consumirse al momento de la preparación del filtrante.

Cuantificación de polifenoles totales del filtrante de cascarilla de cacao.

Se cuantificó polifenoles totales de la infusión de filtrantes de la cascarilla de cacao obtenido bajo tres temperaturas de tostado de 120 °C, 130 °C, y 140 °C, que se presentan en la Figura 11. Realizado el análisis de la variancia se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tres tratamientos estudiados; la prueba de promedios de Tukey ($P \leq 0.05$) nos muestra que el filtrante obtenido del tratamiento de tostado a 120 °C tiene mayor contenido de polifenoles con un resultado de 0.28 g EAG/100 mL, mientras que en el tratamiento de tostado a 130 °C y 140 °C tienen un contenido de 0.24 y 0.18 g EAG/100 mL. Con ($R^2 = 0.96$ y $CV = 4.60$). El análisis de la curva nos muestra que existe una tendencia cuadrática de regresión significativa, lo que indica que el filtrante obtenido del tratamiento de mayor temperatura de tostado los polifenoles van degradándose.

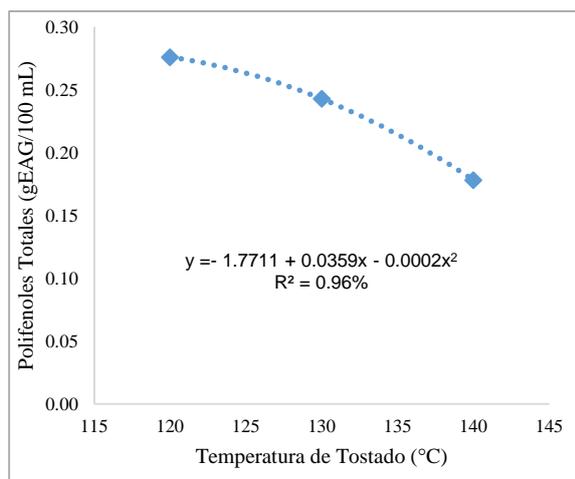


Figura 11: Contenido de Polifenoles totales del filtrante de cascarilla de cacao bajo tres temperaturas de tostado. Pucallpa, Perú.

Al igual que en el anterior indicador, la tendencia de los resultados encontrados en la cascarilla es igual en el filtrante, aunque en menos concentraciones; según Feria *et al.* (2011), determinaron el contenido de polifenoles en té negro con un resultado de 0.8887 y 1.8225 g/L EAG y en té verde 0.9476 y 1.678 g/L EAG. Comparando estos resultados, con el valor de polifenoles obtenido de la infusión de cascarilla de cacao, se puede determinar que esta bebida puede aportar un aproximado de 31% de los polifenoles que aporta el té negro y té verde.

Cuantificación de antocianinas del filtrante de cascarilla de cacao.

Se realizó la cuantificación de antocianinas de la infusión de filtrantes de la cascarilla de cacao bajo tres temperaturas de tostado de 120 °C, 130 °C, y 140 °C, que se presentan en la Figura 12.

Realizado el análisis de la variancia se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tres tratamientos estudiados; la prueba de promedios de Tukey ($P \leq 0.05$) nos muestra que el filtrante obtenido del tratamiento de tostado a 120 °C tiene mayor contenido de antocianinas con un resultado de 27.35 Cyd-3-glu (mg/100 mL) y en los filtrantes del tratamiento de tostado a 130 °C y 140 °C, se obtuvieron 23.38 y 18.16 Pigmentos monoméricos Cyd-3-glu (mg/100 mL) respectivamente. Con ($R^2 = 0.98$ y $CV = 3.60$). El análisis de la curva nos muestra que existe una tendencia lineal de regresión altamente significativa, lo que indica que el producto obtenido de mayor temperatura de tostado las antocianinas van degradándose.

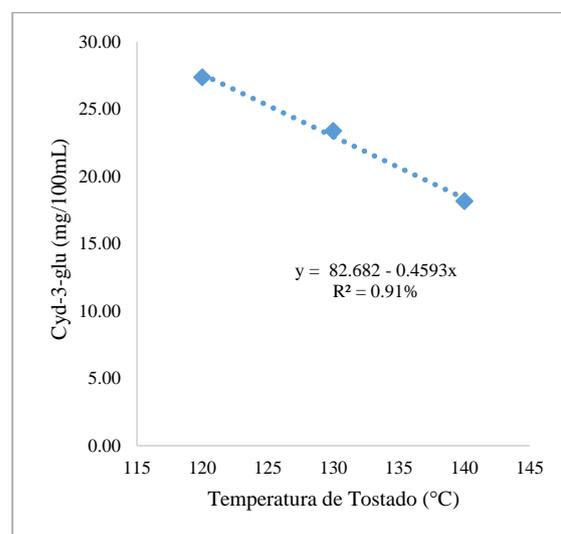


Figura 12: Contenido de antocianinas del filtrante de cascarilla de cacao bajo tres temperaturas de tostado. Pucallpa, Perú.

Según Villanueva-Tiburcio, *et al.* (2010), evaluó el contenido de antocianinas en la

casaca de camu camu en estado maduro obteniendo un resultado de 46.42 cianidina 3-glucosido (mg/L), superior a los valores determinados en el filtrante de cascarilla de cacao.

Según Chávez (2012), en sus estudios realizados sobre Polifenoles totales, antocianinas y capacidad antioxidante (DPPH y ABTS) durante el procesamiento del licor y polvo de cacao, indica que el mayor contenido de antocianinas encontrado se centra en el grano de cacao con 1490 mg cianidina-3-glucósido/g y el menor fue en grano molido con 0.074 mg cianidina -3-glucósido/g. Considerando estos resultados la cascarilla de cacao aprovechado en filtrante, propiamente consumida en infusión, posee un 1.84% con respecto al grano de cacao, pudiéndose así recomendar e incentivar la producción y consumo de filtrantes de cascarilla de cacao.

Evaluación sensorial de los filtrantes de cascarilla de cacao.

Para la evaluación de las características sensoriales de los filtrantes obtenidos de cada tratamiento (temperatura de tostado de 120, 130 y 140 °C), se realizó una degustación con un panel conformado de 20 jueces no entrenados, quienes evaluaron los diferentes atributos (sabor, aroma, color y grado de aceptación) con una escala del 1 al 5 (desde “muy desagradable” a “muy agradable”). Los resultados obtenidos se

analizaron mediante la prueba no paramétrica de Friedman.

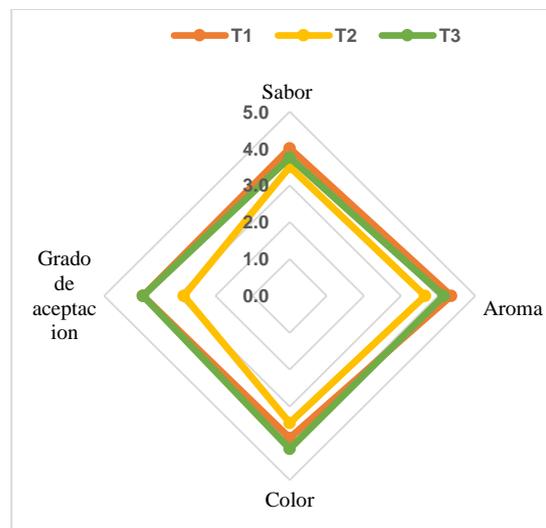


Figura 13: Valores medio de los atributos de los filtrantes de cascarilla de cacao con un valor ($P \leq 0.05$).

La finalidad de evaluación de los atributos de sabor, aroma, color y grado de aceptación de los filtrantes, es determinar si existen diferencias entre ellas y al mismo tiempo nos permite conocer si el producto es aceptable para su consumo. De acuerdo a la prueba de Friedman para las características sensoriales con respecto al atributo de sabor de los filtrantes de cascarilla de cacao, se ha demostrado que el filtrante del tratamiento de tostado a 120 °C tuvo mejor puntaje de evaluación con una media ($Md = 4.0$), seguido del tratamiento de tostado a 140 °C con una media ($Md = 3.8$) y el tratamiento de tostado a 130 °C, que obtuvo el menor puntaje de evaluación con una media ($Md = 3.5$), además un valor de Chi cuadrado ($X^2 = 3.193$), con una

P valor ($P > 0.05$); la relación al atributo del aroma de los filtrantes de cascarilla de cacao, se ha demostrado que el filtrante del tratamiento de tostado a $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ tuvo mejor puntaje de evaluación con una media ($Md = 4.4$), seguido del tratamiento de tostado a $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ con una media ($Md = 4.2$) y el tratamiento de tostado a $130\text{ }^{\circ}\text{C}$, que obtuvo un puntaje similar de evaluación con una media ($Md = 3.7$), además un valor de Chi cuadrado ($X^2 = 10.36$), con una P valor ($P \leq 0.05$) y finalmente al atributo de color de los filtrantes de cascarilla de cacao, se ha demostrado que el filtrante del tratamiento de tostado a $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ tuvo mejor puntaje de evaluación con una media ($Md = 4.2$), seguido del tratamiento de tostado a $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ con una media ($Md = 3.9$) y el tratamiento de tostado a $130\text{ }^{\circ}\text{C}$, que obtuvo el menor puntaje de evaluación con una media ($Md = 3.5$), además un valor de Chi cuadrado ($X^2 = 11.231$), con una P valor ($P \leq 0.05$).

En caso del atributo de grado de aceptación de los filtrantes de cascarilla de cacao, se ha demostrado que el filtrante del tratamiento de tostado a $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ tuvo un puntaje de evaluación con una media ($Md = 4.0$), al igual el tratamiento a $140\text{ }^{\circ}\text{C}$, obtuvo una media ($Md = 4.0$) y el tratamiento de tostado a $130\text{ }^{\circ}\text{C}$, obtuvo el menor puntaje de evaluación con una media ($Md = 2.9$), además un valor de Chi cuadrado ($X^2 = 19.182$), con una P valor ($P \leq 0.05$).

Por lo tanto, se puede apreciar que la infusión preparada con la cascarilla tostada a temperatura de $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ fue la que tuvo diferencias significativas con los otros dos tratamientos en los atributos de sabor, aroma y grado de aceptación, aunque este último no presenta diferencias significativas con la infusión de la cascarilla tostada a $140\text{ }^{\circ}\text{C}$. Este resultado también se ajusta a las propiedades benéficas de actividad antioxidante, contenido polifenoles y antocianinas, por lo que se sugiere aprovechar la cascarilla de cacao para su consumo como infusión en su presentación como filtrante. Estos resultados coinciden con Tapia (2015) quien indica en su investigación, que la infusión de cascarilla de cacao posee propiedades sensoriales (aroma, sabor, color y aceptabilidad) que influyen favorablemente al momento de ser evaluado por los catadores, quienes demuestran que este producto es apto para su consumo.

Conclusiones

La cascarilla del tratamiento de tostado a $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ presentó mejor capacidad antioxidante con respecto al radical DPPH, con $0.33\text{ IC}_{50}\text{ mg/mL}$, mayor contenido de polifenoles con 0.55 g AGE/100 g y antocianinas con $68.69\text{ mg cianidina -3- glucosido/100 g}$, a diferencia de los tratamientos a $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $140\text{ }^{\circ}\text{C}$, que disminuían sus valores a medida que se elevaba la temperatura.

El mejor filtrante de los tratamientos estudiados, es de la cascarilla de cacao obtenido de la temperatura de tostado a 120 °C, quien mostró mejor capacidad de inhibir el radical DPPH con 1.85 IC50 mg/mL, mayor contenido de polifenoles con 0.28 g AGE/100 mL y antocianinas con 27.35 mg cianidina-3-glucosido/100 mL, además presentó mayor calificación en sabor, aroma y grado de aceptación.

Agradecimiento

A la Universidad Nacional de Ucayali, al Vicerrectorado de Investigación, a la Dirección General de Investigación e Innovación y a la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por el financiamiento del proyecto de investigación con los medios del FOCAM. A la Cooperativa Agraria de Cacaoteros “Campos Verdes”, en especial para la señora Alma Paquita García de Ruiz y esposo, por haberme permitido las instalaciones de planta, facilitándome sus equipos para la ejecución de una parte de la tesis. Y a la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por haberme permitido las instalaciones del laboratorio de cromatografía y espectrofotometría para realizar los análisis de la presente investigación.

Referencia bibliográfica.

Aguilar, C; Rodríguez-Herrera, R; Gutiérrez-Sánchez, G; Augur, C; FavelaTorres, E; Prado-Barragán, L; Ramírez-Coronel, A; Contreras-Esquivel, J. 2007. Microbial

tannases: advances and perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology*. (1): 47-59. Consultado 15 ene. 2017. Disponible en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2015/fac675d/doc/fac675d.pdf>.

Alegría, E. 2015. Evaluación de tratamientos previos al proceso de tostado de semillas de cacao para el diseño del área de producción de pasta de cacao (*Theobroma cacao*). Tesis Ing. Ciudad de Quito, Ecuador, EPN. 1 p.

AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist*: 5 ed. Vol. II.

Arévalo, E; Zúñiga, LB; Arévalo, CE; Adiazola del Águila, J. 2004. Cacao. manejo integrado del cultivo y transferencia de tecnología en la amazonía peruana. 1ra ed. Chiclayo, Perú. Impresiones Castillo SA. p. 18, 19, 119, 121.

Astrid, G. 2008. Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos. Universidad Nacional de Colombia, departamento de química. Bogotá, Colombia. 13(3):27-36.

Braudeau, J. 1981. El Cacao Colección Agricultura Blume. Barcelona, España. 279 p.

Brand-Williams, W; Cuvelier, M; Berset, C.1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm. Wiss. Technol.* p. 22, 25-30.

Carpio, J. 2014. Subproductos de cacao como fuente de compuestos antioxidantes. Tesis Ing. Ciudad de Loja, Ecuador, UTPL. 75 p.

Chavéz Rivera, R. 2012. Polifenoles totales, antocianinas y capacidad antioxidante (dpph y abts) durante el procesamiento del licor de cacao y polvo de cacao. Tesis. Ing. Ciudad de Tingo María, Perú, UNAS. P 50 – 55. Consultado 18 ago.

2018. Disponible en <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/288/FIA206.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Condezo, L. 2002. Curso de Especialización. Tingo María, Perú, UNAS. p.120– 132.
- Condori, D. 2015. Optimización del manejo pos cosecha del cacao proveniente de La Convención (Cusco) para el mejoramiento de su calidad organoléptica y del contenido de fotoquímicos beneficiosos para la salud. Tesis Mg. Ciudad de Lima, Perú, UCH.
- Contreras, C; Ortiz, L; Graziani, L; Parra, P. 2004. Fermentadores para cacao usados por los productores de la localidad de cumboto. Tesis ing. Ciudad de Caracas, Venezuela, UCV. 7 p.
- Craig, W. 1999. Health promoting properties of common herbs. *The American Journal of Clinical Nutrition*. p.491 - 499.
- Díaz, K; Piloza, L. 2017. Determinación del efecto antioxidante de la cascarilla de cacao en polvo sobre la lipoperoxidación en sistemas biológicos. Tesis Ing. Ciudad de Guayaquil, Ecuador, UG. 33 p.
- Franco, G; Suárez, K. 2014. Determinación del Contenido de Polifenoles y Actividad Antioxidante de una Bebida Láctea Elaborada a Base de Residuos Agroindustriales de Cacao, Café y Naranja. Tesis Ing. Ciudad de Guayaquil, Ecuador, ESPOL. 45 p.
- Markakis, G; Livingston and R.C., F; 1957. Quantitative aspects of strawberry pigment degradation. *Food Research* 22(2): 117-130.
- Misnawi, J; Jinap, S; Jamilah, B; Nazamid, S. 2004. Sensory properties of coca liquor as affected by polyphenol concentration and duration of roasting. *Food Quality and preference*, 15 (5):403 – 409.
- Murillo, I. 2008. Evaluación de 2 dietas experimentales con diferentes niveles de cascarilla de cacao en las fases de crecimiento y acabado de cuyes de raza andina. Tesis Ing. Ciudad de Guayaquil, Ecuador, ESPOL.6 p.
- Reyes, M; Azúara, N; Beristain, C; Cruz, S; Vernon, E. 2009. Propiedades antioxidantes del maguey morado (Rhoeo discolor) Purple maguey (Rhoeo discolor) antioxidant properties. *Journal of Food* 7(3): 209- 216.
- Sánchez, C. 2007. Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao* L.), para la selección de árboles con perfiles desabor de interés comercial. Tesis Ing. Ciudad de Quevedo, Ecuador, UTEQ. 93 p.
- Sangronis, E; Soto, M; Valero, Y; Buscema, I. 2014. Cascarilla de Cacao Venezolano Como Materia Prima de Infusiones. *Arch. Latinoam. Nutr.* p. 123 – 130.
- Soto Pereira, M. 2012. Desarrollo del proceso de producción de cascarilla de semilla de cacao en polvo destinada al consumo humano. Bolivia, Tesis Ing. Ciudad de Sartenejas, Venezuela, USB. 42 p. Consultado 10 jul. 2018. Disponible en <http://159.90.80.55/tesis/000155680.pdf>.
- Symonowicz, M; Sykula-Zajac, A; Lodyga-Chruścińska, E; Rumora, I; Straukas, M. 2012. Evaluation of polyphenols and anthocyanins contents in black chokeberry - *Photiniamelanocarpa* (Michx.) fruits extract. *Acta Pol Pharm* 69(3): 381 - 387.
- Tapia, C. 2015. Aprovechamiento de residuos agroindustriales, cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad arriba y CCN-51 para la elaboración de infusión. Facultad de ciencia e ingeniería de Alimentos. Tesis Ing. Ciudad de Ambato, Ecuador, UTA. 55 p. Consultado 10 jul. 2018. Disponible en <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/11981/1/AL%20574.pdf>.
- Tolentino, M. 2014. Compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de la cascarilla de granos de cacao (*Theobroma cacao* L.)

tostado y elaboración de un filtrante.
Tesis Ing. Ciudad de Tingo María, Perú,
UNAS. p. 44 – 48 Consultado 25 jul.
2018. Disponible en:
<http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1008/FIIA2015001.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Villanueva-Tiburcio, J; Condezo, L; Asquiere, E. 2010. Antocianinas, ácido ascórbico, polifenoles totales y actividad antioxidante, en la cáscara de camu-camu (*Myrciariadubia* (H.B.K) Mc Vaugh). *Cienc. Tecnol. Aliment. Campinas, Brasil*. 30(Supl.1):151-160.

Wang, L; Kim, D; Lee, Y. 2000. Effects of heat processing and storage on flavonols and sensory qualities of Green tea Beverage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48 (9): 4227-4232.

