



**Barra de chocolate artesanal con adición de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*)
variedad Trinitario (CCN-51).**

Zambrano Padilla Jocelyn Dayan

Dirección de Posgrado, Cooperación y Relaciones Internacionales. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Trabajo de titulación, presentado como requisito para la obtención del grado de Magíster en Gestión de la Calidad y Seguridad Alimentaria.

Director: Santacruz Terán Stalin

Manta, Ecuador

25 de octubre del 2021

Maestría en Agroindustria

Manta 22 de octubre de 2021

Ing. Maritza Vásquez Giler Mg.

Directora de Postgrado

De mi consideración. -

CERTIFICACIÓN

Tengo el bien de comunicar que la maestrante Jocelyn Dayan Zambrano Padilla, titular de la cédula de identidad No. 1206783969, luego de verificar las observaciones realizadas por los lectores designados, procedo a certificar que el trabajo de titulación “Barra de chocolate artesanal con adición de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Trinitario (CCN-51)”, se encuentra apto para ser sustentado y defendido ante el tribunal de titulación.

Atentamente



Firmado electrónicamente por:

STALIN GUSTAVO
SANTACRUZ TERAN

Stalin Santacruz Terán Ph.D. Tutor

**DIRECCIÓN DE POSTGRADO, COOPERACIÓN Y RELACIONES
INTERNACIONALES DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE POSGRADO

Los miembros del Tribunal de Postgrado aprueban el informe del trabajo de titulación, sobre el tema **“Barra de chocolate artesanal con adición de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) variedad Trinitario (CCN-51)”**.

Presentado por el maestrante Zambrano Padilla Jocelyn Dayan. De acuerdo con las disposiciones reglamentarias, emitidas por la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, para títulos de Posgrado, constancia que, el mencionado proyecto bajo la modalidad Proyecto de investigación con componente de investigación aplicada está APROBADO.

Para constancia firman:

DIRECTORA DE POSTGRADO

Ing. Maritza Vásquez Giler, MSc.

Stalin Santacruz Terán Ph.D.
TUTOR

Ing. Mirabella Del Jesús Lucas
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Yessenia García Montes
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DERECHOS INTELECTUALES

Yo, Jocelyn Dayan Zambrano Padilla, declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el Trabajo de **Titulación modalidad Proyecto de investigación con componente de investigación aplicada**, y que el patrimonio intelectual generado por la misma pertenece exclusivamente a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

JOCELYN DAYAN ZAMBRANO PADILLA

No. Cédula: 1206783969

DEDICATORIA

Esta victoria para mi amado ángel Alejito, quien en vida creyó firmemente en mí y en mis capacidades.

A mis padres, Marco y Grimaneza por buscar lo mejor para mí, por estar presentes en mis victorias como en mis derrotas, por ser el motor de mi vida, quien me impulsa hacer lo imposible, siempre posible.

A mi pequeño hermano Alejandro, por motivarme cada día a culminar mis objetivos.

A mis abuelitas Sara y Adela, por estar ahí en los momentos de angustia.

A mi gran familia, por llenarme de optimismo siempre.

A mi querido Cristian, por lograr en mí, ser una persona optimista.

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, por cumplir con mis expectativas y mis objetivos.

Al Doctor Stalin Santacruz, por ser un gran tutor, docente y guía, que con paciencia ha sabido impartir sus conocimientos para el logro de esta meta.

A mis compañeros, por demostrar su sincera amistad, juntado nuestros esfuerzos para cumplir con nuestros sueños.

A mi gran familia, por ser la base fundamental en el desarrollo de este logro.

Tabla de Contenido

Resumen.....	xi
Summary.....	xii
Introducción	1
Marco Teórico	3
<i>Cacao (Theobroma cacao L.)</i>	3
Cacao CCN 51.	4
Producción Nacional de Cacao.	5
<i>Chocolate</i>	5
Beneficios del chocolate	5
Tipos de Chocolate.	6
Consumo de Chocolate en Ecuador.	7
<i>Cascarilla de Cacao</i>	7
<i>Ingresos Anuales de Cacao y Derivados</i>	8
<i>Compuestos Fenólicos</i>	8
<i>Actividad antioxidante</i>	9
Planteamiento del Problema.....	10
Justificación.....	11
Hipótesis	12
Objetivos.....	13
Objetivo General	13
Objetivos Específicos.....	13
Metodología	14
Ubicación	14
Instrumentos de la Investigación.....	14
<i>Variable Independiente</i>	14
<i>Variable Dependiente</i>	14
Planteamiento del Diseño Experimental	15
Diseño de la Investigación	16
Análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales realizados al chocolate artesanal	17
<i>Análisis Fisicoquímico</i>	17
Determinación del pH.	17

Determinación de la Acidez.....	17
Determinación de Humedad.	17
Determinación de Ceniza.....	17
Determinación de Grasa.....	17
Cuantificación de Polifenoles Totales.	17
Determinación de Proteína.....	18
<i>Análisis Microbiológico</i>	18
Aerobios Mesófilos.....	18
Coliformes Totales.....	18
Mohos y Levaduras.....	18
Salmonella.....	18
<i>Análisis Sensorial</i>	18
Prueba Descriptiva.....	18
Prueba Discriminativa.....	19
Ponderación para Identificación del Mejor Tratamiento.....	19
Requisitos de Calidad de la Materia Prima	22
Descripción del Proceso de Postcosecha del Cacao.....	23
Descripción del Proceso de Obtención de Cascarilla de Cacao	23
Descripción del Proceso de Elaboración del Chocolate con Adición de Cascarilla de Cacao..	24
Resultados y Discusión	27
Análisis de la Materia Prima	27
<i>Granos de cacao</i>	27
<i>Pasta de cacao</i>	28
<i>Cascarilla de Cacao</i>	29
Análisis Fisicoquímico del Chocolate.....	30
Análisis Sensorial del Chocolate.....	33
<i>Prueba descriptiva</i>	33
<i>Prueba Discriminativa</i>	35
Ponderación del Mejor Tratamiento.....	35
Análisis Microbiológico del Mejor Tratamiento de Chocolate.....	36
Análisis de Contenido de Polifenoles Totales y Proteína del Mejor Tratamiento de Chocolate	37
Conclusiones.....	40

Recomendaciones	41
Bibliografía	42
Anexos	51

Índice de Tablas

Tabla 1. Composición química del cacao de diferentes variedades.....	4
Tabla 2. Composición química del cacao CCN-51.....	4
Tabla 3. Producción nacional de cacao en Ecuador año 2020.....	5
Tabla 4. Composición fisicoquímica de cascarilla de cacao Nacional y CCN-51.....	7
Tabla 5. Esquema de arreglo factorial	15
Tabla 6. Esquema experimental.....	16
Tabla 7. Esquema del ADEVA.....	16
Tabla 8. Formulación para 1500 gramos de chocolate artesanal	17
Tabla 9. Atributos sensoriales.....	19
Tabla 10. Puntuación ponderada.....	20
Tabla 11. Parámetros de calidad de los granos de cacao	27
Tabla 12. Parámetros de calidad de la pasta de cacao	28
Tabla 13. Caracterización de la cascarilla de cacao.....	29
Tabla 14. Análisis de varianza de los parámetros fisicoquímicos del chocolate con diferente contenido de cascarilla de cacao.....	31
Tabla 15. Análisis de varianza de los atributos sensoriales del chocolate con diferente contenido de cascarilla de cacao.....	34
Tabla 16. Porcentaje de panelistas tras prueba sensorial discriminativa	35
Tabla 17. Resultados de la ponderación.....	36
Tabla 18. Valores de los parámetros microbiológicos del mejor tratamiento con cascarilla y tratamiento sin cascarilla.....	37
Tabla 19. Contenido de polifenoles totales y proteína del mejor tratamiento con cascarilla y tratamiento sin cascarilla.....	38

Índice de Figuras

Figura 1. Ingresos anuales de cacao y sus derivados año 2018	8
Figura 2. Flujograma de análisis realizados a la barra de chocolate artesanal	15
Figura 3. Flujograma de elaboración de chocolate con cascarilla de cacao	26

Índice de Anexos

Anexo 1. Elaboración de Chocolate Artesanal con Adición de Cascarilla de Cacao.....	51
Anexo 2. Resultado de Análisis Microbiológico de Mohos y Levaduras de la Cascarilla de Cacao	53
Anexo 3. Resultado de Análisis de Contenido de Polifenoles Totales de la Cascarilla de Cacao.	54
Anexo 4. Análisis Físicoquímicos del Chocolate Artesanal con Adición de Cascarilla de Cacao	55
Anexo 5. Formato de Hojas de Catación de Análisis Sensorial Descriptivo y Discriminativo... 56	
Anexo 6. ADEVA de Análisis Físicoquímicos del Chocolate con Adición de Cascarilla de Cacao.....	57
Anexo 7. ANDEVA de Análisis Sensorial	62
Anexo 8. Resultados de Análisis Microbiológicos del Mejor Tratamiento con Cascarilla y Tratamiento sin Cascarilla del Chocolate artesanal	64
Anexo 9. Resultados de Análisis de Contenido de Polifenoles Totales y Proteína del Mejor Tratamiento con Cascarilla y Tratamiento sin Cascarilla del Chocolate Artesanal	66
Anexo 10. Norma NTE INEN 176. Granos de Cacao. Requisitos	68
Anexo 11. Norma NTE INEN 623. Pasta de Cacao. Requisitos	68
Anexo 12. Norma NTE INEN 621:2010. Chocolate. Requisitos	69

Resumen

Actualmente, muchas industrias dedicadas a la elaboración de chocolates y sus derivados, desechan miles de toneladas de residuos provenientes de este tipo de manufactura, como la cascarilla de cacao. Los compuestos fenólicos presentes en dichos residuos podrían ser utilizados en la prevención del desarrollo de enfermedades cardiovasculares y crónicas como el cáncer. En el presente trabajo se realizó una barra de chocolate artesanal con adición de cascarilla de cacao en concentraciones de 0%, 5%, 10% y pasta de cacao variedad Trinitario (CCN-51) con valores de 60% y 70%. Las barras de chocolate obtenidas fueron analizadas respecto a parámetros físicos y químicos de pH, acidez, humedad, ceniza, grasa; y sensoriales, mediante una prueba descriptiva y discriminativa. Para la determinación del mejor tratamiento se utilizó una ponderación basada en los parámetros fisicoquímicos y sensoriales, siendo el mejor tratamiento con adición de cascarilla al 5% y pasta de cacao al 70%; conjuntamente con el tratamiento sin presencia de cascarilla. Los resultados del análisis microbiológico mostraron que las muestras cumplieron microbiológicamente con lo establecido en la norma INEN 621-2010. Respecto al contenido de polifenoles totales y proteína, estos tuvieron valores de 837,8 mg EAG/100 g y 10,1%, respectivamente, valores superiores al tratamiento sin presencia de cascarilla.

Palabras claves: chocolate, cascarilla de cacao, polifenoles totales, variedad Trinitario (CCN-51).

Summary

Currently, many industries dedicated to the production of chocolate and its derivatives discard thousands of tons of waste from this type of manufacturing, such as cocoa husks. The phenolic compounds present in these wastes could be used to prevent the development of cardiovascular and chronic diseases such as cancer. In the present work, an artisanal chocolate bar was made with the addition of cocoa husks in concentrations of 0%, 5%, 10% and Trinitario variety (CCN-51) cocoa paste with values of 60% and 70%. The chocolate bars obtained were analyzed with respect to physical and chemical parameters of pH, acidity, humidity, ash, fat; and sensory parameters, by means of a descriptive and discriminative test. To determine the best treatment, a weighting based on the physicochemical and sensory parameters was used, the best treatment being the one with the addition of 5% cocoa husk and 70% cocoa mass, together with the treatment without the presence of cocoa husk. The results of the microbiological analysis showed that the samples complied microbiologically with INEN 621-2010. The total polyphenol and protein contents were 837.8 mg EAG/100 g and 10.1%, respectively, higher than the treatment without the presence of husks.

Key words: chocolate, cocoa husk, total polyphenols, Trinitario variety (CCN-51).

Introducción

La demanda mundial de agro alimentos (productos agrícolas que han sufrido tratamientos industriales), ha ido en aumento durante las últimas dos décadas, con respecto al incremento de la población humana de acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (González *et al.* 2019). En la actualidad el alto desarrollo de la industria conlleva a la generación de residuos, de igual forma que al perfeccionamiento e implementación de nuevas técnicas o métodos para el aprovechamiento de éstos. En el proceso productivo de los alimentos, además del producto deseado, se generan subproductos, residuos y productos fuera de norma (Yepes *et al.* 2008).

Son muchas las actividades agroindustriales que generan residuos sólidos, líquidos y gaseosos; bien sea a nivel primario, la agricultura, o producciones pecuarias o en procesos de transformación con materia prima de origen biológico. Esto ha motivado a diferentes instituciones a adelantar proyectos o investigaciones tendientes a propiciar el aprovechamiento de los mismos generando diferentes alternativas de aprovechamiento que han sido estudiadas e implementadas. Por ello, surge la necesidad de conversión de los mismos en un producto útil y de mayor valor agregado, que además de solucionar un problema, genere ingresos económicos adicionales; de ahí la importancia del estudio de alternativas tecnológicas tendientes al aprovechamiento de los residuos agroindustriales (Cury *et al.* 2017).

Los residuos agroindustriales poseen un alto contenido de componentes bioactivos, por lo que constituyen una materia prima natural para la recuperación de compuestos fenólicos, aceites aromáticos, alcaloides, proteínas, fibra, carbohidratos, entre otros, que tienen su utilidad dentro de la industria alimentaria como aditivos por sus propiedades funcionales y nutraceuticas, así como también en las industrias cosméticas y farmacéuticas (González *et al.* 2019).

Los compuestos polifenólicos de origen natural han sido ampliamente estudiados por sus efectos beneficiosos para la salud humana, ya que pueden combatir los radicales libres, que son perjudiciales para el cuerpo y a los sistemas alimentarios. Además, son responsables de la protección cardiovascular, antitumoral, antiinflamatoria, antineurodegenerativa, antibacterianas y anticariogénicas de los alimentos funcionales (Santos *et al.* 2021).

Las proyecciones de aumento en el consumo de chocolate, hacen que este cultivo represente una oportunidad para el fortalecimiento de toda la cadena de valor, en especial de los agricultores (Sánchez *et al.* 2019); sin embargo en la industria de elaboración de productos a base de cacao, después del proceso de secado, fermentado y tostado de las semillas del fruto se genera un residuo denominado cascarilla (Teneda *et al.* 2019).

La cascarilla de cacao rodea al grano de cacao y se obtiene a partir del descascarillado de la semilla. Este material representa aproximadamente alrededor de 12% del peso de la semilla, es seca, crujiente y de color marrón; estudios en otros países indican que la cascarilla de cacao tiene una importante actividad antioxidante. Los antioxidantes naturales son capaces de inactivar los radicales libre del proceso de oxidación del organismo, previniendo la aparición de enfermedades degenerativas, diversos tipos de cáncer, enfermedades cardiovasculares entre otras (Sangronis *et al.* 2014).

Con base a lo expuesto anteriormente, el objetivo general de la presente investigación es desarrollar una barra de chocolate artesanal con adición de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) variedad Trinitario (CCN-51).

Por consiguiente, se realizó análisis fisicoquímico y sensorial para evaluar las características organolépticas en cuánto a color, textura, apariencia, sabor. Además, se determinó el contenido polifenoles totales, análisis microbiológico y proteína.

Marco Teórico

Cacao (Theobroma cacao L.)

El nombre científico del cultivo es *Theobroma cacao* L., (de la familia de las Esterculiáceas), cuyo nombre proviene de la expresión “xocolatl” de los Mayas, o de la lengua nahua (un grupo descendiente de los mayas), con la expresión cacáhua, y cuyo significado es “alimento de los Dioses” (Vassallo 2015).

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) tiene gran importancia socioeconómica en América Latina y el Caribe (ALC) ya que es uno de los principales productos de exportación, sea como materia prima o elaborados. En la región, el cultivo de cacao posee una histórica trayectoria vinculada a millones de personas, muchos de ellos vinculados con la agricultura familiar (AF), por lo que es fuente de ingresos económicos y favorece en la redistribución de la riqueza de los países (Sánchez *et al.* 2019).

Varietades de cacao. Actualmente se reconocen tres grandes tipos de cacao: Criollos, Forasteros amazónicos y Trinitarios. Los cacaos criollos, se desarrollan más específicamente en la zona que va desde el norte del Ecuador (Esmeraldas), Colombia, Venezuela, Centroamérica hasta las selvas tropicales de México. Los cacaos forasteros o amazónicos, son cacaos originarios de la cuenca alta del río Amazonas, clasificados como silvestre en la Amazonia de Ecuador, Colombia, Perú, Venezuela y Brasil.

Los cacaos trinitarios, son el resultado de cruces que se dieron de forma natural entre los criollos y forasteros y otros fueron propiciados por el hombre en la isla de Trinidad y Tobago por lo que reciben la denominación de trinitarios (Quevedo *et al.* 2020). En la tabla 1, se puede observar las características fisicoquímicas de las variedades de cacao: Criollo, Forastero, Trinitario.

Tabla 1*Composición química del cacao de diferentes variedades*

Componentes	Tipo de grano		
	Criollo (%)	Forastero (%)	Trinitario (%)
Humedad	36,36	36,87	35,86
pH	6,39	6,36	6,35
Azúcares totales	8,05	8,07	7,62
Cenizas	3,67	3,59	3,63
Grasas	50,99	49,52	52,24

Fuente: Elaborado con base en Del Milagro (2014)

Cacao CCN 51. El clon de cacao CCN 51 (Colección Castro Naranjal) es originario de Ecuador en donde fue obtenido de cepas de cacao de Iquitos, criollo y amelonado por Homero Castro en 1965, es un clon resistente a diferentes plagas que lo han hecho un cacao de alta promoción y desarrollo debido a su resistencia y productividad que oscila entre 2.000 a 3.000 kilos por hectárea en condiciones óptimas de producción (Villamizar y López 2017). Actualmente, Ecuador es el cuarto productor de cacao a nivel mundial, con 300.000 toneladas al año. El crecimiento ha sido del 110% durante los últimos diez años, con una cadena de valor que beneficia a 600.000 familias en todo el país (Abad *et al.* 2020).

Tabla 2*Composición química del cacao CCN-51*

Componentes	CCN-51
Humedad (%)	6,0
Proteína (%)	8,08
Grasa cruda (%)	51,02
Cenizas (%)	2,73
Carbohidratos totales (%)	32,17
Fibra Cruda (%)	4,28

Fuente: Elaborado con base en Andrade *et al.* (2019)

Producción Nacional de Cacao. La producción de cacao en el año 2020 lidera a nivel nacional como uno de los principales cultivos del país, siendo su mayor concentración de producción en la región costa debido al clima propicio para el desarrollo de este cultivo, Esmeraldas es la provincia con mayor producción de cacao con una superficie plantada de 101.442 (ha); superficie cosechada de 55.378 (ha); 666.396 toneladas de producción que equivale a un rendimiento de 12,03 toneladas por hectárea de cultivo (Sistema de información pública agropecuaria 2020).

Tabla 3

Producción nacional de cacao en Ecuador año 2020

Producto	Superficie plantada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Producción (toneladas)	Rendimiento (t/ha)
Cacao (almendra seca)	590.579	527.347	327.903	0,62

Fuente: Elaborado con base en Sistema de información pública agropecuaria (2020)

Chocolate

Chocolate es el nombre genérico de los productos homogéneos que se obtiene por un proceso adecuado de fabricación a partir de materias de cacao que pueden combinarse con productos lácteos, azúcares y/o edulcorantes (Codex Alimentarius 1981).

Sánchez *et al.* (2016) refiere al chocolate como un alimento nutricionalmente completo, contiene 30% de materia grasa, 6% de proteínas, 61% de carbohidratos, 3% de humedad, minerales (fósforo, calcio, hierro) y aporta vitaminas A y complejo B.

Beneficios del chocolate. Ibric y Cavar (2014) destaca que el chocolate/cacao es conocido desde hace siglos por su buen sabor y efectos saludables propuestos desde hace siglos. Antes el

chocolate era criticado por su contenido en grasa y su consumo era un pecado más que un remedio, asociado a caries, obesidad, hipertensión, enfermedades coronarias y diabetes. Sin embargo, el descubrimiento de compuestos fenólicos biológicamente activos en el cacao ha cambiado esta percepción y ha estimulado la investigación sobre sus efectos sobre el envejecimiento, el estrés oxidativo, la regulación de la y la aterosclerosis.

Mikołajczak y Tańska (2019) agrega que además, los compuestos fenólicos son responsables de prevenir el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles, es decir, cánceres, enfermedades del sistema cardiovascular o nervioso, aumentan la resistencia a trastornos coronarios y cardíacos, evitan la agregación plaquetaria, estimulan la producción de hormonas, ejercen un efecto positivo en el metabolismo de los lípidos, y también participan en otras funciones biológicas, como la protección de la piel.

Tipos de Chocolate.

Chocolate Dulce. Es el producto al que se le adiciona azúcares.

Chocolate sin Edulcorar. Es el producto, pero sin la adición de azúcares.

Chocolate para Cobertura. Es el producto con la adición de azúcares y con fines de cobertura.

Chocolate con Leche. Es el producto con la adición de azúcares y de los siguientes productos lácteos de origen vacuno: leche en polvo, leche condensada, leche evaporada, crema de leche o grasa láctea anhidra.

Chocolate con Leche para Cobertura. Es el producto al que se le adiciona azúcares y extracto seco de leche y que es apto para fines de cobertura.

Chocolate Blanco. Es el producto preparado con manteca de cacao, azúcar, leche y otros ingredientes permitidos.

Chocolate Dietético. Es el producto que no contiene azúcares, los mismos que han sido reemplazados por edulcorantes permitidos (INEN 2010).

Consumo de Chocolate en Ecuador. El chocolate es un producto ampliamente consumido a nivel mundial, siendo el consumo anual por persona en los países europeos de alrededor de 8 kg, mientras que en el Ecuador es de solo 300 g (Santacruz y Mantuano 2021).

Cascarilla de Cacao

Las cáscaras de cacao son ricas en carbohidratos, fibra, proteínas, pectina y compuestos bioactivos (por ejemplo, los polifenoles y carotenoides) (Villamizar y López 2017). Los polifenoles de interés en el cacao son los del grupo de flavonoides, como las catequinas (37%), antocianinas (4%) y procianidinas (58%), los flavonoides (Ordoñez *et al.* 2019).

Sin embargo, muchos microempresarios y empresas grandes dedicadas a la producción de chocolate situadas en el país desechan miles de toneladas de cascarilla de cacao. En la tabla 4, se detalla la composición fisicoquímica de dos variedades de cacao, Nacional y CCN-51.

Tabla 4

Composición fisicoquímica de cascarilla de cacao Nacional y CCN-51

Parámetros	Nacional	CCN-51
Humedad (%)	8,74	6,43
Cenizas (%)	5,14	5,54
Fibra dietética (%)	41,96	40,14
Grasa (%)	2,25	1,56
Proteínas (%)	8,75	8,48
Carbohidratos (%)	35,24	26,38
Acidez (%)	0,14	0,11

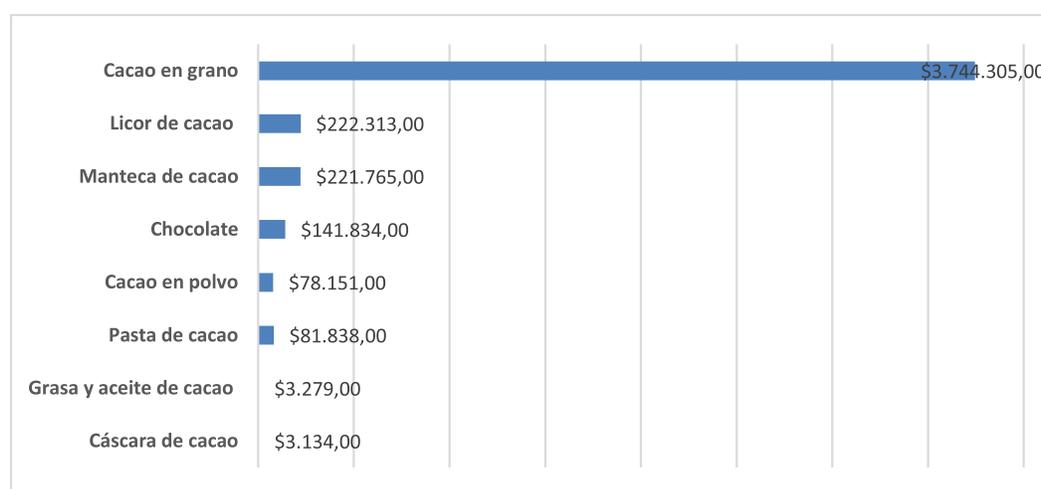
Fuente: Elaborado con base en Vivanco et al. (2017).

Ingresos Anuales de Cacao y Derivados

Estudios desarrollados por Alcívar *et al.* (2021) en el año 2018, el sector cacaotero aportó anualmente con el \$4.496.619 que es fundamental para generar dinamismo en la economía nacional. La cáscara de cacao generó un rubro muy bajo \$3.134 en cuanto a los otros derivados del cacao.

Figura 1

Ingresos anuales de cacao y sus derivados año 2018



Fuente: Elaborado con base en Alcívar *et al.* (2021)

Compuestos Fenólicos

Rawel y Kulling (2007) dan a conocer que los compuestos fenólicos como componentes alimentarios representan, con más de 6.000 sustancias identificadas, el mayor grupo de metabolitos secundarios en los alimentos vegetales. Se caracterizan por una gran de estructuras y funciones, pero generalmente poseen un anillo aromático con uno o más sustituyentes hidroxí.

Santacruz y Mantuano (2021) define a los compuestos fenólicos como un amplio grupo de sustancias químicas que se encuentran presentes en frutas y vegetales desempeñando diferentes actividades metabólicas. La Organización Mundial de la Salud recomienda incorporar el consumo

regular de frutas y vegetales, ricos en compuestos fenólicos, para reducir el riesgo de algunas enfermedades no transmisibles, como las cardiopatías y determinados tipos de cáncer.

Delgado *et al.* (2018) menciona a los polifenoles como un grupo grande y heterogéneo de metabolitos secundarios biológicamente activos en las plantas, donde actúan como materiales de soporte de la pared celular; precisamente del grupo de polifenoles los flavonoides son los más comunes en productos de cacao y pueden subdividirse en 4 grupos: isoflavonas, neoflavonoides y chalconas; flavonas, flavonoles, flavanonas y flavanoles; flavanoles (catequinas y epicatequinas) y proanthocyanidinas; antocianidinas.

Caporaso *et al.* (2018) destaca que los compuestos fenólicos del cacao, la actividad antioxidante y el índice de fermentación son parámetros importantes para entender la calidad del cacao en grano. Para Perea *et al.* (2011) es una fuente importante de proteína, grasa y fibra; la grasa es además rica en ácido esteárico, un ácido graso neutro no aterogénico y en ácido linoleico, un ácido graso esencial. La semilla de cacao contiene asimismo varios de los minerales (potasio, magnesio, fósforo) primordiales en la dieta, además de cantidades apreciables de polifenoles especialmente de flavonoides, sustancias con alto potencial antioxidante.

Actividad antioxidante

Para Ibrić y Čavar (2014), los antioxidantes se definen como compuestos que pueden retrasar, inhibir o prevenir la oxidación de materiales oxidables, eliminando los radicales libres y reduciendo el estrés oxidativo. De acuerdo con Giacometti *et al.* (2016), en el estudio de 50 alimentos con mayor capacidad antioxidante, cinco estaban basados en el cacao; se encontraron altas cantidades de flavonoides en el cacao, principalmente (-)-epicatequina (EC), (+)-catequina, (C) y sus dímeros procianidinas B2 (PB2) y B1 (PB1).

Planteamiento del Problema

En Ecuador se cultivan, principalmente, dos variedades de cacao (*Theobroma cacao L.*), conocidas con el nombre de Cacao Arriba (Nacional) y la otra variedad llamada Híbrido (CCN-51). Las industrias del cacao y sus derivados situadas en el país generan 41 mil toneladas métricas anuales de desechos orgánicos originarios de la almendra de cacao (cascarilla de cacao) (Vivanco *et al.* 2017). En base a lo anterior, son cifras considerables de desperdicio, en ese sentido se correlaciona, con afectación ambiental; estudios que anteceden determinan las características benéficas que poseen, por lo cual es imperioso como profesionales en ciencias alimentarias proponer que se los incluya, como materia prima para elaborar diversos alimentos que suplan la demanda alimentaria actual.

Justificación

En la manufactura del cacao se desechan toneladas de materia orgánica obtenida en procesos que pueden ser utilizados de una forma idónea para la creación e innovación de alimentos elaborados a base de residuos agroindustriales, como es el caso de la cascarilla de cacao.

Estudios previos le atribuyen a dicho residuo, principales polifenoles que son los flavanoles como epicatequina, catequina y procianidinas (Panak *et al.* 2018) conocidos por su fuerte actividad antioxidante (Jokić *et al.* 2018) y responsables de prevenir el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles, es decir, cánceres, enfermedades del sistema cardiovascular o nervioso (Mikołajczak y Tańska 2019); lo que desencadena un interés por parte de la industria de los alimentos en aprovechar dichos subproductos como posibles fuentes de materia prima en el desarrollo de alimentos funcionales, para lo cual se desea elaborar una barra de chocolate artesanal con adición de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) variedad Trinitario (CCN-51) convirtiéndolo en un alimento con mayor contenido de compuestos fenólicos.

Hipótesis

La adición de cascarilla en la elaboración de chocolate artesanal no afecta sus características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar una barra de chocolate artesanal con adición de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) variedad Trinitario (CCN-51).

Objetivos Específicos

Evaluar los parámetros fisicoquímicos y sensoriales a los diferentes tratamientos de chocolate artesanal.

Determinar el análisis microbiológico, contenido de polifenoles totales y proteína en la barra de chocolate artesanal que tenga las mejores características fisicoquímicas y sensoriales, así como en la respectiva muestra sin adición de cascarilla.

Metodología

Ubicación

La presente investigación se llevó a cabo en el Cantón Quinsaloma, Provincia de Los Ríos. La materia prima cacao y cascarilla de cacao variedad Trinitario (CCN-51) se obtuvo de la finca “La Fuente” ubicada en el cantón Pangua, Provincia de Cotopaxi. Los análisis fisicoquímicos se realizaron en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo a excepción de polifenoles totales, proteína y análisis microbiológicos realizados en el laboratorio LASA de la ciudad de Quito.

Instrumentos de la Investigación

Variable Independiente

- Concentración de cascarilla de cacao: 0%; 5%; 10%
- Concentración de pasta de cacao: 60%; 70%

Variable Dependiente

- **Análisis Fisicoquímico:**

pH, acidez, humedad, ceniza, grasa.

- **Análisis Sensorial:**

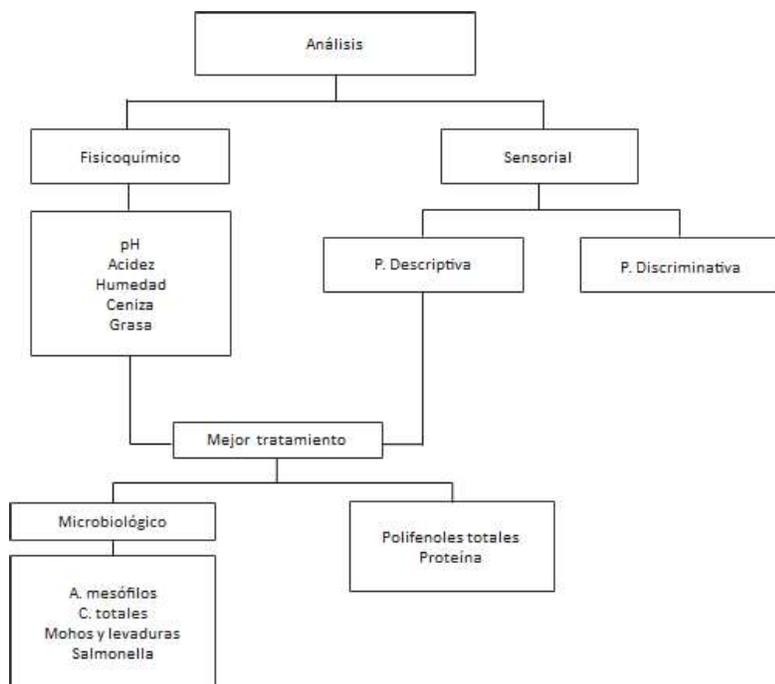
Prueba descriptiva: Prueba análisis cuantitativo.

Prueba discriminativa: Prueba de escalar de control.

El mejor tratamiento obtenido del diseño experimental conjuntamente con una prueba de ponderación se sometió a análisis microbiológico, contenido de proteína y polifenoles totales (Figura 2).

Figura 2

Flujograma de análisis realizados a la barra de chocolate artesanal



Fuente: Elaborado por el autor

Planteamiento del Diseño Experimental

En la tabla del esquema experimental se muestra los tratamientos, las repeticiones, tratados en la investigación, siendo la unidad experimental tabletas de chocolate de 100 g, con la adición de cascarilla de cacao al (0%; 5%; 10%) y pasta de cacao al (60%; 70%).

Tabla 5

Esquema de arreglo factorial

Variable independiente A: Porcentaje de cascarilla de cacao.	Variable independiente B: Porcentaje de pasta de cacao.
A₁: 0%	B₁: 60%
A₂: 5%	B₂: 70%
A₃: 10%	

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 6*Esquema Experimental*

Tratamiento	Repeticiones	Código	Formulación
1	3	A1B1	A0%B60%
2	3	A1B2	A0%B70%
3	3	A2B1	A5%B60%
4	3	A2B2	A5%B70%
5	3	A3B1	A10%B60%
6	3	A3B2	A10%B70%

Fuente: Elaborado por el autor

Diseño de la Investigación

Se aplicó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de A x B, donde la variable A: tres niveles y la variable B: dos niveles, dando como resultado seis tratamientos. Para la comparación de las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) aplicando un software (Infostat).

Tabla 7*Esquema del ADEVA*

Fuente de variación	Grados de libertad		
(FV)			(GL)
Tratamiento	(t-1)	6-1	5
Repeticiones	(r-1)	3-1	2
Factor A	FA-1	3-1	2
Factor B	FB-1	2-1	1
Interacción (AxB)	(FAxFB)	2x1	2
Error experimental	(t-1) (r-1)	(6-1) (3-1)	10
Total	(t*r)-1	(6*3)-1	17

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 8*Formulación para 1500 gramos de chocolate artesanal*

Tratamiento	Materia prima e insumos		
	Pasta de cacao	Manteca de cacao	Cascarilla de cacao
	%	%	%
A1B1	60	40	0
A1B2	70	30	0
A2B1	60	35	5
A2B2	70	25	5
A3B1	60	30	10
A3B2	70	20	10

Fuente: Elaborado por el autor**Análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales realizados al chocolate artesanal***Análisis Fisicoquímico*

Determinación del pH. Se determinó el pH mediante la metodología de Velasteguí (2010), con el uso de un potenciómetro previamente calibrado.

Determinación de la Acidez. Se determinó basado en la metodología de Muñoz (2013).

Determinación de Humedad. La determinación de la humedad se realizó bajo la norma NTE INEN 1676:2013 (INEN 2013).

Determinación de Ceniza. Realizado bajo la norma NTE INEN 533:2013 (INEN 2013).

Determinación de Grasa. El análisis se efectuó bajo la norma NTE INEN 535 (INEN 1980).

Cuantificación de Polifenoles Totales. Se determinó bajo el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu (García *et al.* 2015).

Determinación de Proteína. Se realizó bajo el método EE.LASA.FQ.11 KJELDAHL (García y Fernández 2012)

Análisis Microbiológico

Aerobios Mesófilos. Se cuantificó bajo el método PEE.LASA.MB.03 BAM CAP 03 Ed 2005. NTE INEN 1529-5 (INEN 2006).

Coliformes Totales. Se determinó mediante el método PEE. LASA.MB.20 AOAC 991, 14 Ed 21,2019. NTE INEN 1529-7 (INEN 2013).

Mohos y Levaduras. Se realizó bajo el método PEE.LASA. MB.04 BAM CAP 18 Ed 2005. NTE INEN 1529-10 (INEN 2013).

Salmonella. Se aplicó el método PEE.LASA.MB.05 BAM Cap. 05, 2016. NTE INEN 1529-15 (INEN 2013).

Análisis Sensorial

Prueba Descriptiva. Se realizó una prueba sensorial descriptiva mediante un análisis cuantitativo la cual se calificó por medio de escalas de intensidad. El análisis sensorial se llevó a cabo con la participación mínima de 20 panelistas no entrenados a los cuales se les proporcionó 20 gramos del producto final obtenido de cada tratamiento, conjuntamente con su hoja de encuesta (Anexo 5) en la que se estableció los atributos (color, textura, apariencia, sabor) evaluados bajo la guía general de Hernandez (2005) para establecer un perfil sensorial, utilizando una escala de intensidad de 4 puntos:

0. Nada
1. Ligero
2. Moderado
3. Mucho

Tabla 9*Atributos sensoriales*

Color	Textura	Apariencia	Sabor
Café oscuro	Dureza	Brillosa	Amargo

Fuente: Elaborado por el autor

Prueba Discriminativa. Se empleó una prueba discriminativa de diferenciación “Prueba de escalar de control” mediante la guía de Hernandez (2005), para determinar si existe diferenciación entre las muestras a evaluarse. Para la evaluación de las muestras se requirió como mínimo 20 panelistas no entrenados a los cuales se les facilitó 20 gramos del producto de los diferentes tratamientos y una hoja de control (Anexo 5), donde se calificó los parámetros a evaluarse utilizando una escala que va desde:

- Me gusta mucho
- Me gusta moderadamente
- No me gusta, ni me disgusta
- Me disgusta moderadamente
- Me disgusta mucho

Ponderación para Identificación del Mejor Tratamiento

Se realizó una ponderación mediante la metodología planteada por Celemín (2010) mediante el cual se obtuvo el mejor tratamiento basado en análisis fisicoquímicos como pH, acidez, humedad, grasa, ceniza y sensorial a través de una prueba descriptiva de atributos. Todos estos análisis están catalogados en un rango de importancia que va desde 1 a 9 (Tabla 10).

Tabla 10*Puntuación ponderada*

Análisis fisicoquímico	Análisis sensorial
Humedad: 9	Textura: 7
Acidez: 8	Sabor: 5
pH: 6	Color: 3
Grasa: 4	Apariencia: 2
Ceniza: 1	

Fuente: Elaborado por el autor

El parámetro de humedad es la variable de mayor importancia, ya que, al poseer un alto contenido de humedad, el producto va a estar expuesto a riesgos microbiológicos durante el almacenamiento, sumado a ello, un porcentaje adecuado de humedad establece que el producto ha desarrollado compuestos volátiles y no volátiles, otorgándole características sensoriales de calidad. Por lo cual se le asignó una valoración de 9. Del Milagro (2014) menciona un contenido máximo de 3% para humedad.

Seguido del análisis de acidez, un chocolate que presente buenas características de acidez es el resultado de una fermentación adecuada, puesto que, al obtener niveles de ácido acético en exceso debido a una mala fermentación, ocasionará efectos adversos en el flavour del chocolate. Por lo que se le asignó una valoración de 8. Tafurt *et al.* (2020) indica un porcentaje adecuado de acidez de 1,68.

El parámetro de textura, es una característica sensorial atractiva e importante, ya que debería conferir una percepción suave al ser introducido el producto en la boca. Por lo que se le asignó una valoración de 7, el mismo que debe mantenerse en una escala de 2-3= moderado.

El parámetro pH al estar relacionado con la acidez, juega también un papel importante en los chocolates, ya que está asociado a un sabor y aroma adecuado, pues niveles de pH muy bajos permitirán el desarrollo de olores y sabores desagradables, considerado defectos en la industria chocolatera. Por lo que se le asignó un valor de 6. El rango establecido para ser catalogado con pH adecuado lo menciona Velasteguí (2010) en su investigación, el mismo que indica que debe encontrarse entre 4-5,5 pH.

El sabor es otro parámetro sensorial importante, este se ve influido por varios factores, genética de la materia prima, las etapas postcosecha y elaboración del producto. Para la cual se le asignó un valor de 5, el cual debe estar en una escala de 2-3= moderado.

El parámetro de grasa, es otro parámetro importante pero no tan relevante, puesto que son parámetros que se puede controlar, mediante el uso equilibrado de manteca de cacao, para evitar factores de mantecosidad al momento de ingerir el producto. Se le asignó una valoración de 4 a este parámetro, Del Milagro (2014) establece un rango mínimo de 27% de grasa.

El color un atributo sensorial, importante pero no tan sobresaliente, ya que por ende la mayoría de los chocolates adquieren un color café ligero o intenso, según los insumos y concentraciones de estos en la elaboración; lo que denota si el producto está en condiciones de ser consumido y percibe la intensidad del sabor. Para lo cual se asignó una valoración de 3, el mismo que debe mantenerse en una escala de 1-2= ligero.

La apariencia, otro atributo sensorial en consideración, una apariencia brillante juega un papel también importante al igual que los otros parámetros sensoriales, sin embargo, al estar asociada con el parámetro color, este pasa a segunda instancia; sin embargo, conjuntamente con los demás aspectos sensoriales, juegan un papel decisivo por parte del consumidor a adquirir dicho producto. Para lo cual se asignó una valoración de 2, el mismo que debe mantenerse en una escala de 2-3= moderado.

El parámetro de ceniza, es considerado en un grado de menor importancia, ya que este no influye directamente en las características organolépticas del producto. Por lo que se le asignó una valoración de 1. Del Milagro (2014) menciona un rango de ceniza de 8% como máximo.

Requisitos de Calidad de la Materia Prima

Previamente a la elaboración de chocolate artesanal con adición de cascarilla de cacao, se caracterizó la materia prima del mismo, mediante análisis físicos y químicos, como también microbiológicos.

Se realizó contenido de humedad a los granos de cacao bajo la norma NTE INEN 173 (INEN 986), así mismo se efectuó pruebas físicas como peso de 100 granos, granos fermentados, violetas, pizarrosos y mohosos, mediante la guía de Aguilar (2016).

Se analizó contenido de grasa, humedad, ceniza total a la pasta de cacao bajo la metodología de las normas NTE INEN 535, NTE INEN 1676, NTE INEN 533 (INEN 1980, 2013).

Se analizó microbiológicamente mohos y levaduras a la cascarilla de cacao bajo el método PEE.LASA. MB.04 BAM CAP 18 Ed 2005. NTE INEN 1529-10 (INEN 2013)., contenido de polifenoles totales mediante el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu (García *et al.* 2015), de la misma forma se analizó humedad, ceniza y grasa bajo las normas mencionadas anteriormente.

Descripción del Proceso de Postcosecha del Cacao

Este proceso se realizó bajo la guía de Oliveras (2007).

Recepción de la materia prima

Se recibió el cacao en baba para posteriormente ser fermentado.

Fermentación

En esta etapa se desarrolla el aroma y el sabor del cacao, se fermentó el mismo por 5 días con hojas de verde y bijao. Se dejó en reposo el cacao por 24 horas, para posteriormente realizar cada 24 horas un volteo.

Secado

El secado tiene como finalidad reducir el contenido de humedad presente en los granos de cacao, el cual se sometió a una temperatura no mayor a 65°C por 5 días, el secado se realizó esparciéndolo en el concreto (tendal) a la luz del sol.

Limpieza

Consiste en la limpieza de los granos de cacao, retirando cualquier cuerpo extraño presente en los nibs.

Descripción del Proceso de Obtención de Cascarilla de Cacao

Tostado

Los granos de cacao se sometieron a calor en pailas de aluminio a una temperatura de 130° por 25 minutos. Esta etapa es muy importante, porque de aquí dependerán las cualidades aromáticas del cacao.

Descascarillado

Los granos una vez tostados se trituraron manualmente hasta separar la cascarilla del grano y como subproducto se obtiene la cascarilla de cacao.

Molido

La cascarilla de cacao se molió en un molino eléctrico marca Corona de origen ecuatoriano hasta obtener partículas de un tamaño menor a 0,1 mm.

Descripción del Proceso de Elaboración del Chocolate con Adición de Cascarilla de Cacao

Una vez obtenido el polvo de la cascarilla de cacao en el proceso anterior, se procede con la siguiente etapa que es el molido de los nibs de cacao ya descascarillados.

Molido

Los nibs de cacao son sometidos a una molienda con un molino eléctrico, el mismo que pasó por esta etapa varias veces hasta obtener la pasta de cacao.

Mezclado

En esta etapa se adiciona la pasta, la cascarilla y manteca de cacao en la conchadora marca Spectra proveniente de la India; según los porcentajes de formulación de los tratamientos establecidos.

Conchado

Una vez colocada la mezcla en la conchadora, se lo realiza a 50 ° C por 8 horas, este proceso tiene como objetivo reducir las partículas de la pasta de cacao mediante el movimiento constante de las piedras situadas en la máquina y agitar la mezcla hasta obtener una emulsificación.

Templado

Se reduce la temperatura de 50 °C a 26 °C, manteniendo un batido constante manualmente, para posteriormente subir la temperatura a 32°C con ayuda de una secadora de cabello marca Revlon/americana; esta técnica de templado más conocida como la Caída aporta una adecuada cristalización de la manteca de cacao.

Moldeado

Una vez templado, el chocolate es vertido en moldes con la ayuda de una manga pastelera dando ligeros golpes verticales para evitar la presencia de burbujas.

Enfriado

Los moldes con chocolate son sometidos a una temperatura de refrigeración de 16 °C por 15 minutos en una nevera casera.

Desmoldado

El chocolate es desmoldado para posteriormente ser envasado en sus respectivos empaques para su conservación.

Envasado

El chocolate ya desmoldado se envasó en empaques laminados de material Bopp (poli propileno biorientado) de dos capas laminadas con un espesor de 47 micras, ya esterilizados, con ayuda de una termoselladora marca Century de origen ecuatoriano.

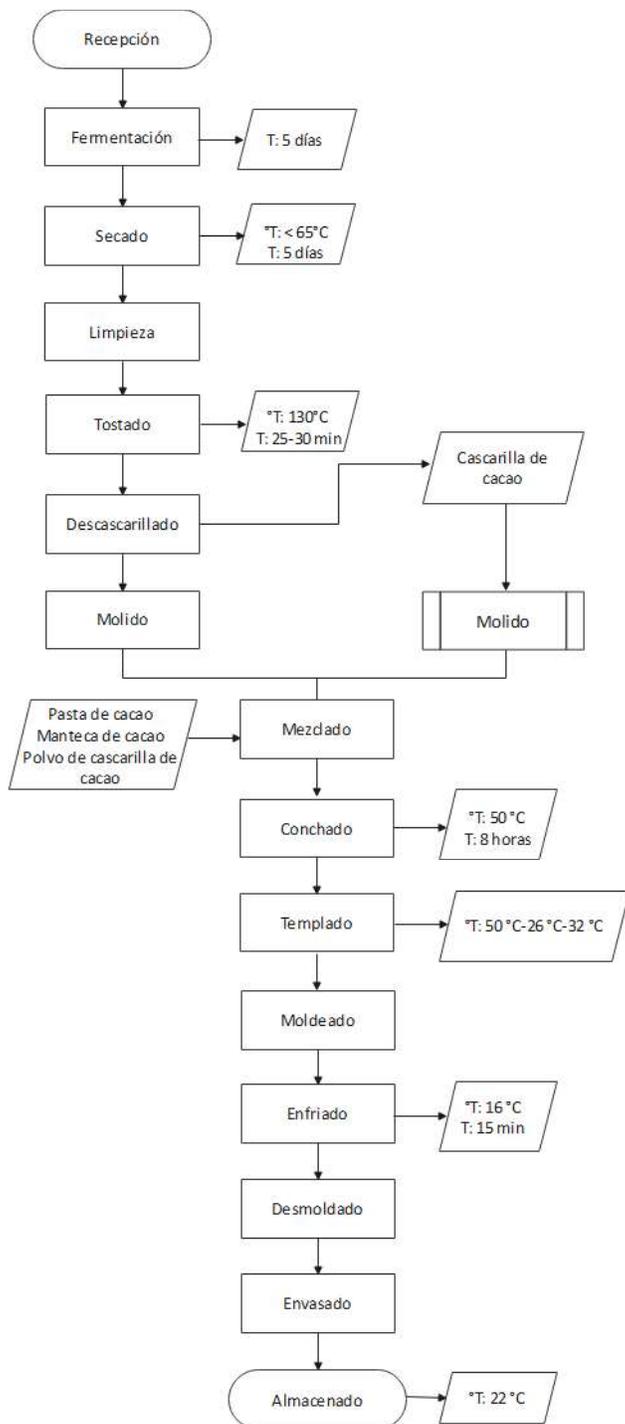
Almacenado

Las barras de chocolate son almacenadas a una temperatura promedio de 22 °C.

Flujograma de Elaboración de Chocolate Artesanal con Adición de Cascarilla de Cacao

Figura 3

Flujograma de elaboración de chocolate con cascarilla de cacao



Fuente: Elaborado por el autor

Resultados y Discusión

Análisis de la Materia Prima

Granos de cacao

En la tabla 11, se puede observar los resultados obtenidos de la materia prima una vez cumplida la etapa de secado, con una humedad de 5,7% con el 83% de sus granos fermentados, granos violetas un 17%. Estos resultados se encuentran dentro de la norma NTE INEN 176 (NTE INEN 176 2018) (Anexo 10).

Tabla 11

Parámetros de calidad de los granos de cacao

Parámetros	Valor	Norma INEN 176
Humedad (%)	5,7	Máx. 7
Peso de 100 granos (g)	130	>125
Granos fermentados (%)	83	Mín. 68
Granos violetas (%)	17	Máx. 18
Granos pizarrosos (%)	0	Máx. 12
Granos mohosos (%)	0	Máx. 2

Fuente: Elaborado por el autor

Los resultados de los análisis de los granos de cacao expuestos en la tabla 11, en cuanto a humedad, tienen similitud con lo investigado por Andrade *et al.* (2019), los cuales mencionan un 6% para granos de cacao CCN51 de Ecuador y un 6,02% para granos CCN51 de Perú, indicando que valores de humedad superiores a 8% produce deterioro en los granos a causa de microorganismos como hongos, asimismo Vera *et al.* (2014) mencionan un contenido de humedad de 6 a 7%.

En los datos conseguidos por Vera *et al.* (2018) en el peso de 100 almendras de cacao, indica un peso promedio de 135,91 g, similares a los obtenidos en esta investigación. No obstante Zambrano (2018), presenta un valor menor de 102,54 g; estos pesos varían dependiendo el tipo de fermentación utilizada. Tal como lo menciona Álvarez *et al.* (2010), lo ideal es alcanzar un peso promedio de 157, 45 g en cajones de madera.

El porcentaje de granos fermentados, violetas, pizarrosos y mohosos determinados en esta investigación cumplen con lo dicho por (Aguilar 2016) a mayor porcentaje de granos fermentados y, menor de granos violetas, pizarrosos y sobre-fermentados, el sabor del cacao será de mayor calidad y agradable que se expresa como menos ácido, menos astringente y amargo o libre de sabor indeseable.

Pasta de cacao

En la tabla 12, indica los porcentajes de diferentes análisis obtenidos en la pasta de cacao, la misma que alcanzó un 50% de grasa, ceniza un 2,3% y humedad 1,6%. Los resultados obtenidos se encuentran bajo la norma NTE INEN 623 (NTE INEN 623 1988) (Anexo 11).

Tabla 12

Parámetros de calidad de la pasta de cacao

Parámetros	Valor	Norma INEN 623
Grasa (%)	50	Mín. 48- Máx. 54
Ceniza (%)	2,3	Máx. 7,5
Humedad (%)	1,6	Máx. 3

Fuente: Elaborado por el autor

Los parámetros expuestos en la tabla 12, basado en el contenido de grasa y ceniza en la pasta de cacao, mostraron ser similares, como menciona Bravo (2020) quien obtuvo un contenido

de grasa de 50,52 % y 3,21% de ceniza; a diferencia del contenido de humedad con un porcentaje mayor de 2,32% al obtenido en esta investigación. Por otro lado Riaño *et al.* (2016) presentan un porcentaje de 49,89 de grasa en cacao fino de aroma, manifestando que el origen del cacao influye significativamente sobre el contenido de grasa.

Cascarilla de Cacao

En la tabla 13, detalla los resultados obtenidos tras la realización de análisis fisicoquímicos de humedad dando como resultado un 6,17%, ceniza 5,42%, grasa 1,39%, con un contenido de polifenoles totales expresado en 232,1 mg de equivalente de ácido gálico EAG/100 g; los análisis microbiológicos dieron un resultado para mohos de <10 u.p.c/g, levaduras <10 u.f.c/g (Ver anexo 2 y 3).

Tabla 13

Caracterización de la cascarilla de cacao

Parámetros	Valor
Humedad (%)	6,17
Ceniza (%)	5,42
Grasa (%)	1,39
Mohos (upc/g)	< 10
Levaduras (ufc/g)	< 10
Polifenoles totales (mg EAG/100 g)	232,1

Fuente: Elaborado por el autor

En cuanto a la caracterización de la cascarilla de cacao, expuesto en la tabla 13, existe similitud con lo reportado por Sangronis *et al.* (2014) humedad 5,08% , grasa 1,38%, contenido de mohos y levaduras <10 ufc/g a diferencia de los polifenoles totales, con un valor de 2.500 mg EAG/100 g, superior al obtenido en esta investigación. De igual manera Ordoñez *et al.* (2019)

muestran 3.970 mg EAG/100 g. Se evidencia variaciones en las cifras citadas, así como lo enfatiza Vivanco *et al.* (2017) la variabilidad está sujeta como consecuencia de factores extrínsecos como el clima, el suelo o intrínsecos como la edad o factores biológico. Rojo *et al.* (2020) detalla rangos de ceniza que va desde 5,96-11,42%, similar a los datos obtenidos en esta investigación.

Análisis Físicoquímico del Chocolate

En la tabla 14, se puede observar los resultados obtenidos de los análisis físicoquímicos realizados, pH, acidez (%), humedad (%), ceniza (%), y grasa (%), cada uno de ellos se diferencia significativamente con una ($p < 0,05$) obtenida del esquema del ADEVA (Anexo 6).

El análisis del ADEVA (Anexo 6) manifestó que las variables independientes, cascarilla de cacao y pasta de cacao, influyeron significativamente en las variables dependientes de pH, acidez, humedad, ceniza y grasa ($p < 0,05$).

En el análisis de varianza los valores de pH mostraron diferencia estadística en los tratamientos T1, T3, en relación con los tratamientos T2-T5 y T4-T6, los mismos que resultaron ser estadísticamente iguales; siendo el tratamiento T1 con un pH mayor de 5,86 y T6 con un valor menor de 5,26.

Los resultados de la variable acidez, mostraron ser estadísticamente diferentes en los tratamientos T1, T6 en correspondencia con los tratamientos T2-T3 y T4-T5, quienes prácticamente mostraron igualdad estadística, el mayor porcentaje de acidez lo presentó el tratamiento T6 con 1,80, a diferencia del tratamiento T1 con 1,29.

El análisis de varianza expresa diferencia estadística en cuanto a la variable humedad, entre los tratamientos T1, T2, T6, siendo T6 el tratamiento con mayor contenido de humedad 2,74% y con un menor contenido de humedad de 1,62% el tratamiento T1. Los demás tratamientos no presentan diferencia significativa ante los tratamientos antes mencionados.

Para esta variable de ceniza el Adeva refleja que los tratamientos T1, T2, T3, T5, T6 son estadísticamente diferentes, a excepción del tratamiento T4 quien no presenta diferencia significativa con los tratamientos T3 y T5; siendo el tratamiento T6 con mayor porcentaje de ceniza de 2,71 a diferencia del tratamiento T1 con menor porcentaje de 1,38.

El Adeva demostró existencia de diferencia estadística en la variable grasa en los tratamientos T1, T4, T5, T6 en relación con los tratamientos T2-T3, los mismos que fueron estadísticamente iguales. El valor mayor de grasa fue de 72,47% en el tratamiento T1, mientras que el tratamiento T6 obtuvo un contenido menor de 58,33%.

Tabla 14

Análisis de varianza de los parámetros fisicoquímicos del chocolate con diferente contenido de cascarilla de cacao

Tratamiento	pH	Acidez (%)	Humedad (%)	Ceniza (%)	Grasa (%)
T1	5,86 d	1,29 a	1,62 a	1,38 a	72,47 e
T2	5,38 b	1,50 b	2,09 b	1,78 b	67,15 d
T3	5,42 c	1,41 b	1,98 ab	2,06 c	66,95 d
T4	5,28 a	1,68 c	2,42 bc	2,31 cd	61,59 b
T5	5,35 b	1,64 c	1,99 ab	2,45 d	62,45 c
T6	5,26 a	1,80 d	2,74 c	2,71 e	58,33 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

n=3

Fuente: Elaborado por el autor

Los datos expresados en la tabla 14, el pH tiene relación con lo expuesto por Bonilla (2014) el cual obtiene un pH de 5,27. Asimismo Puchol *et al.* (2020) reporta un pH de 5,6; a diferencia de Velasteguí (2010) con un pH menor de 4,7; la misma que indica un rango ideal para la inhibición

de microorganismos de 4-5,5 pH, los parámetros determinados en esta investigación están en un rango ideal según la referencia a excepción del tratamiento T1.

El porcentaje de acidez mediante la investigación de Tigselema (2018) es superior a la obtenida en el T6 con un porcentaje mayor de 2,04% a diferencia del tratamiento T1 con un porcentaje menor de acidez, la variación de la acidez se debe al contenido de pasta y cascarilla de cacao adicionada en los diferentes tratamientos.

Los valores de humedad reportados por Sánchez *et al.* (2016) oscila entre 1,64% y 1,97% en chocolate amargo, el cual el tratamiento T3 se encuentra en ese rango, otras investigaciones muestran un porcentaje de humedad muy alto 19,88% (Taufert *et al.* 2020) debido a la presencia de agua en su formulación. Los valores de humedad presentan una variación causado a un proceso lento de elaboración, que las materias primas ya hayan absorbido humedad, un empaque deficiente, o incluso la humedad relativa del ambiente dado que se trata de una zona tropical, así lo destacan Sánchez *et al.* (2016); sin embargo los valores de humedad determinados en esta investigación, se encuentran dentro de los parámetros ideales de 3% como máximo (Del Milagro 2014).

En cuanto al contenido de ceniza obtenido por Villegas (2018) en un chocolate con jícama, muestra un mayor porcentaje de ceniza de 3,2% en relación a los valores obtenidos en estos análisis; esto tiene que ver con lo descrito por Sánchez *et al.* (2016) manifiestan que las muestras con mayor contenido de cenizas contengan algún ingrediente diferente al cacao en mayor proporción. En cambio en otra investigación llevada a cabo por Velasteguí (2010) obtiene 1,69% similar al tratamiento T2. Del mismo modo Ordoñez *et al.* (2019) en los tratamientos de rehiletos de chocolate presenta un contenido de ceniza de 2,21% a 2,85%; estos valores son similares a los tratamientos T4, T5, T6. El contenido de ceniza fluctuó entre 1,38% sin adición de cascarilla de cacao y 2,71% con adición de cascarilla de cacao, esta diferencia puede estar originada en cuanto

a los porcentajes de materia prima utilizadas en la formulación. No obstante, los valores obtenidos en todos los tratamientos, se sitúan en el rango establecido por Del Milagro (2014) máximo 8%.

Los resultados obtenidos en parámetro de grasa en esta investigación, muestran ser superiores a los adquiridos por Peña *et al.* (2020) con un porcentaje de 25,86%; de igual manera Sánchez *et al.* (2016) se mantiene inferior con porcentajes que oscilan de 23,49 a 48,19. Del mismo modo El Salous *et al.* (2018) reportan un contenido de grasa de 39,64% en un chocolate enriquecido con espirulina. Este incremento de contenido de grasa en esta investigación se encuentra relacionada con el porcentaje de manteca de cacao empleada, este criterio tiene correspondencia a lo descrito por Niño (2021), el contenido de grasa depende del tipo de chocolate a elaborar, así como, de la formulación .

Análisis Sensorial del Chocolate

Prueba descriptiva

En la tabla 15, se aprecia los valores de los diferentes atributos sensoriales, color, textura, apariencia y sabor, obtenidos del análisis de varianza con una probabilidad ($p < 0,05$) (Anexo 7).

El Adeva presentó diferencia estadística en cuanto al atributo color en los tratamientos T1, T2 con respecto al tratamiento T6 los demás tratamientos no presentan diferencia significativa; una menor intensidad de color café oscuro lo presentó el tratamiento T1, a diferencia de una mayor intensidad en el tratamiento T6.

Con lo referente al atributo textura, los tratamientos no presentaron diferencia significativa.

El análisis de varianza determinó que no existió diferencia significativa en cuanto al atributo apariencia brillante en los tratamientos.

Con lo que respecta al atributo sabor, el Adeva expone diferencia significativa en el tratamiento T1, con referencia los tratamientos T4, T5, T6, los demás tratamientos no presentan

diferencia significativa; la mayor intensidad de sabor amargo lo obtuvo el tratamiento T6, a diferencia del tratamiento T1 con una menor intensidad de amargor.

Tabla 15

Análisis de varianza de los atributos sensoriales del chocolate con diferente contenido de cascarilla de cacao

Tratamiento	Atributos			
	Color	Textura	Apariencia	Sabor
	Café oscuro	Dureza	Brillosa	Amargo
T1	1,65 a	1,80 a	1,80 a	1,75 a
T2	1,55 a	2,00 a	1,90 a	2,25 ab
T3	1,85 ab	1,95 a	1,85 a	2,20 ab
T4	1,85 ab	2,05 a	2,05 a	2,40 b
T5	2,05 ab	2,05 a	2,10 a	2,50 b
T6	2,30 b	2,00 a	2,20 a	2,60 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

$n=3$

Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 15 se detalla los valores del análisis sensorial descriptivo, en cuanto a lo expuesto por Velasteguí (2010) en sus resultados obtenidos mediante prueba sensorial con panelistas no entrenados, indica que sus tratamientos se encuentran en promedio alto en color, en textura y sabor valores medios, similares a lo obtenido en esta investigación en cuanto a textura y sabor, encontrándose el tratamiento T4 y T5 en un rango moderado. Es necesario enfatizar lo mencionado por Delgado *et al.* (2018) los polifenoles están positivamente correlacionados con la astringencia y amargor, situándose los tratamientos con sabor amargo moderado T2, T3, T4, T5, T6. Respecto a la apariencia, Rincón y Herrera (2013) resaltan que en general, el consumidor

prefiere una superficie brillante a una mate, en cuanto a esto los panelistas pudieron observar que los tratamientos T4, T5, T6 presentaron mayor apariencia brillante.

Prueba Discriminativa

En la tabla 16, detalla el porcentaje de panelistas quienes evaluaron mediante una prueba sensorial tipo discriminativa a los diferentes tratamientos de chocolate artesanal con adición de cascarilla en diferentes porcentajes, siendo el tratamiento T4 que destacó en mayor aceptabilidad en una escala de “Me gusta mucho” con un porcentaje del 45%, seguido del tratamiento T5 quien presentó un porcentaje del 20% de aceptabilidad entre los panelistas.

Tabla 16

Porcentaje de panelistas tras prueba sensorial discriminativa

Tratamientos	Escala				
	Me gusta mucho	Me gusta moderadamente	No me gusta, ni me disgusta	Me disgusta moderadamente	Me disgusta mucho
T1	10%	35%	40%	10%	5%
T2	5%	40%	40%	10%	5%
T3	10%	45%	20%	10%	15%
T4	45%	25%	20%	0%	10%
T5	20%	30%	25%	20%	5%
T6	10%	5%	35%	25%	25%

Fuente: Elaborado por el autor

Ponderación del Mejor Tratamiento

En la Tabla 17, se especifica los resultados obtenidos tras la ponderación efectuada mediante las valoraciones asignadas (Ver tabla 10) a los parámetros fisicoquímicos y sensoriales, donde el tratamiento T4 fue el mejor con un total de 45 puntos.

Tabla 17*Resultados de la ponderación*

Parámetros	T1	T2	T3	T4	T5	T6
pH	0	6	6	6	6	6
Acidez	8	8	8	8	8	0
Humedad	9	9	9	9	9	9
Ceniza	1	1	1	1	1	1
Grasa	4	4	4	4	4	4
Color	3	3	3	3	0	0
Textura	0	0	0	7	7	0
Apariencia	0	0	0	2	2	2
Sabor	0	5	5	5	5	5
TOTAL	25	36	36	45	42	27

Fuente: Elaborado por el autor**Análisis Microbiológico del Mejor Tratamiento de Chocolate**

En la tabla 18, se detalla los resultados de los análisis microbiológicos efectuados al tratamiento T4 con adición de cascarilla, como en el tratamiento sin presencia de cascarilla; en el cual, para el parámetro de aerobios mesófilos, el tratamiento T4 presentó 18×10^2 ufc/g, del mismo modo coliformes totales y levaduras <10 , mohos 90 upc/g; en los dos tratamientos hubo ausencia de salmonella. Los resultados antes mencionados se encuentran en los rangos establecidos por la norma NTE INEN 621 (INEN 2010) (Anexo 8 y 12).

Tabla 18

Valores de los parámetros microbiológicos del mejor tratamiento con cascarilla y tratamiento sin cascarilla

Parámetros	Unidad	Norma INEN 621	Tratamientos	
			T2	T4
Aerobios mesófilos	ufc/g	$2,0 \times 10^4$	17×10^1	18×10^2
Coliformes totales	ufc/g	1×10^2	<10	<10
Mohos	upc/g	1×10^2	80	90
Levaduras	ufc/g	1×10^2	<10	<10
Salmonella spp	aus-pres	0	AUSENCIA	AUSENCIA

Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 18, se puede observar los resultados de los análisis microbiológicos obtenidos, los mismos que se encuentran dentro de los límites permitidos en las normas INEN, tal como ocurre en los valores obtenidos en el trabajo realizado por Villegas (2018) con una presencia de aerobios mesófilos $1,7 \times 10^4$ resultado superior al de esta investigación, existiendo similitud en los parámetros de coliformes totales <10 y salmonella AUSENCIA. Asimismo en otra investigación de Teneda *et al.* (2017) en una infusión de cascarilla de cacao con hierbas aromáticas, los resultados obtenidos cumplieron con lo especificado en las normas establecidas. Con respecto al contenido de mohos y levaduras Llanes *et al.* (2018) indican valores <10 ufc/g, similar con lo obtenido en cuanto a levaduras con valores por debajo de 10 ufc/g.

Análisis de Contenido de Polifenoles Totales y Proteína del Mejor Tratamiento de Chocolate

En la tabla 19, se especifica el contenido de polifenoles totales y proteína de los tratamientos T2 y T4, los mismos que denotan 601,1 y 837,8 mg EAG/100 g para polifenoles totales; proteína 8,5 y 10,1% (Anexo 9).

Tabla 19

Contenido de polifenoles totales y proteína del mejor tratamiento con cascarilla y tratamiento sin cascarilla

Parámetros	Unidad	Tratamientos	
		T2	T4
Polifenoles totales	mg EAG/100 g	601,1	837,8
Proteína	%	8,5	10,1

Fuente: Elaborado por el autor

En referencia a los polifenoles totales se puede observar un contenido mayor en el tratamiento con adición de cascarilla. Este valor muestra similitud con los resultados de Mikołajczak y Tańska (2019) obteniendo 252,38 mg EAG/100 g a 703,13 mg EAG/100 g, enfatizando que las tabletas de chocolate amargo que contengan entre 40-90% de pasta de cacao, presentan un alto contenido de compuestos fenólicos. Sin embargo, el resultado obtenido en esta investigación supera al antes mencionado, esto debido a la adición de cascarilla de cacao. Por otro lado Hernández (2020) presenta un valor inferior de 196,45 mg EAG/100 g en chocolate blanco con compuestos bioactivos de mucílago de cacao y mortiño. En cambio Santacruz y Mantuano (2021) alcanzan un valor superior de 11.239 mg EAG/100 g de producto, destacando que son diversos los factores que influyen en la composición y desarrollo de los compuestos fenólicos, entre ellos están el suelo, el clima, la radiación solar, la temperatura y las condiciones de su procesamiento luego de la cosecha.

Con lo referente al contenido de proteína, Recinos y Moreno (2021) en su investigación indican que mediante el desarrollo de un chocolate con nuez marañón, obtuvieron un porcentaje de 13,03; algo semejante ocurre con Granda *et al.* (2020) quienes encontraron un contenido de proteína de 12,47% en chocolate con harinas de quinua y maca al 30%; similar al valor proteico

del tratamiento con cascarilla de cacao de 10,1%; mientras que Tafurt *et al.* (2020) determinaron un contenido de proteína muy alto 16,21% en chocolates con granos secos sin fermentar, deduciendo que la fermentación produce una disminución en el contenido proteico, por los cambios ocurridos en el interior del cotiledón, debido a la acción microbiana y a las reacciones bioquímicas internas.

Conclusiones

En referencia a las variables independientes de pasta de cacao y cascarilla de cacao, se pudo evidenciar la influencia de estas sobre las variables dependientes de pH, acidez, humedad, ceniza y grasa, respectivamente. En cuanto a las características sensoriales, la adición de cascarilla en porcentajes altos influyó en los atributos de color, y sabor, proporcionándoles mayor intensidad en ellos. El tratamiento T4 elaborado con 70% pasta de cacao, 25% manteca de cacao y 5% de cascarilla de cacao, fue el que presentó las mejores cualidades fisicoquímicas y sensoriales, con pH de 5,28, acidez 1,68%, humedad 2,42%, ceniza 2,31% y grasa 61,59%. Respecto a las características sensoriales se ubicó en “me gusta mucho” por parte de los panelistas siendo los atributos color café oscuro ligero, textura dureza, apariencia brillante y sabor amargo moderado.

Los parámetros microbiológicos del mejor tratamiento obtenido por evaluación de los parámetros fisicoquímicos y sensoriales, no se vieron afectados por la adición de cascarilla, ya que conjuntamente con el tratamiento sin presencia de cascarilla obtuvo resultados bajo norma INEN 621-2010 de aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos, levaduras y Salmonella. En cuanto a los resultados de polifenoles totales y proteína, la presencia de cascarilla otorgó un incremento de estos en relación con el tratamiento sin presencia de cascarilla, obteniendo resultados de polifenoles totales de 837,8 mg EAG/100 g y proteína 10,1%, superiores al tratamiento sin presencia de cascarilla de cacao.

Recomendaciones

Proponer alternativas de aprovechamiento de desperdicios generados en diferentes manufacturas de alimentos, como fuente de materia prima en el procesamiento de productos innovadores, sumado a ello el contenido importante de compuestos fenólicos existentes en dichos subproductos.

Realizar otras investigaciones con diferente alcance, sobre la extracción de polifenoles de diferentes matrices alimenticias, para la elaboración de aditivos alimentarios con una notable capacidad antioxidante.

Plantear el uso de una variedad diferente de cacao como materia prima en la elaboración de chocolates, conjuntamente con el empleo de extensores alimentarios.

Bibliografía

Abad, A; Acuña, C; Naranjo, E. 2020. El cacao en la Costa ecuatoriana: estudio de su dimensión cultural y económica. *Estudios de la Gestión* (7):1-25.

Aguilar, H. 2016. Manual para la Evaluación de la Calidad del Grano de Cacao. s.l., s.e. 12-14 p.

Alcívar, K; Quezada, J; Barrezueta, S; Carvaja, H; Garzón, V. 2021. Análisis económico de la exportación del cacao en el Ecuador durante el periodo 2014 – 2019. *Polo del Conocimiento* 6(3):2430-2444.

Álvarez, C; Tovar, L; García, H; Morillo, F; Sánchez, P; Girón, C; De Farias, A. 2010. Evaluación de la calidad comercial del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) usando dos tipos de fermentadores. *Revista Científica UDO Agrícola* 10(1):76-87.

Andrade Almeida, J; Rivera García, J; Chire Fajardo, G; Ureña Peralta, M. 2019. Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) de Ecuador y Perú. *Enfoque UTE* 10(4):1-12.

Bonilla, J. 2014. Evaluación de tostado y desarrollo de chocolate con leche a partir de cacao (*Theobroma cacao*) var. Trinitario. Tesis Ing. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 26 p.

Bravo Franco, K. 2020. Efecto de la micro fermentación de cacao (*Theobroma cacao* L.), variedad Nacional y CCN-51, en cajas de maderas no convencionales sobre la calidad física y sensorial del licor de cacao. Tesis Ing. Quevedo, Ecuador, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 101 p.

Caporaso, N; Whitworth, MB; Fowler, MS; Fisk, ID. 2018. Hyperspectral imaging for non-destructive prediction of fermentation index, polyphenol content and antioxidant activity in single

cocoa beans . Food Chemistry 258:343-351.

Celemín, JP. 2010. Contribución metodológica a la ponderación de variables: Aplicación desde una perspectiva geográfica. Revista Geográfica Venezolana 51(1):45-58.

Codex Alimentarius. 1986. Norma para el chocolate y los productos del chocolate. Norma CODEX STAN 87-1981. 8 p.

Cury, K; Aguas, Y; Martínez, A; Olivero, R; Chams, L. 2017. Residuos agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento. Revista Colombiana de Ciencia Animal 9(S):122-132.

Delgado, J; Mandujano, J; Reátegui, D; Ordoñez, E. 2018. Desarrollo de chocolate oscuro con nibs de cacao fermentado y no fermentado: polifenoles totales, antocianinas, capacidad antioxidante y evaluación sensorial. Scientia Agropecuaria 9(4):543-550.

García Martínez, E; Fernández Segovia, I. (2012). Determinación de proteínas de un alimento por el método Kjeldahl . Valoración con un ácido fuerte . s.l., s.e.

García Martínez, E; Fernández Segovia, I; Fuentes López, A. (2015). Determinación de polifenoles totales por el método de Folin- Ciocalteu. s.l., s.e.

Giacometti, J; Muhvić, D; Pavletić, A; Dudarić, L. 2016. Cocoa polyphenols exhibit antioxidant, anti-inflammatory, anticarcinogenic, and anti-necrotic activity in carbon tetrachloride-intoxicated mice. Journal of Functional Foods 23:177-187.

González, F; Barajas, J; García, P. 2019. Extracción de compuestos solubles de la cascarilla de cacao con CO2 supercrítico. Caso de metilxantinas y grasa. CienciaUAT 13(2):128-140.

Granda Santos, M; Leiva Espinoza, S; Oliva, M; Milla Pino, M. 2020. Caracterización físico química y sensorial de chocolate para taza, elaborado con harinas de quinua, maca y plátano. Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable 4(2):69-77.

Hernandez Alarcon, E. 2005. Evaluación Sensorial. Bogotá, s.e.

Hernández Pérez, AB. 2020. Incorporación de compuestos bioactivos de mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) y pulpa de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) en el desarrollo de chocolate blanco con propósitos funcionales. Tesis Ing. Quevedo, Ecuador, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 95 p.

Ibrić, A; Ćavar, S. 2014. Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Cocoa and Chocolate Products. *Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina* 42:37-40.

Jokić, S; Gagić, T; Knez, E; Ubarić, D; Kerget, M. 2018. Separation of active compounds from food by-product (Cocoa Shell) using subcritical water extraction. *Molecules* 23(6):17.

Llanes Herrera, L; Pérez Santana, D; Rodríguez Capote, J; Beltrán Núñez, C. 2018. Empleo de cascarilla de cacao en cobertura para repostería. *Ciencia y Tecnología de Alimentos* 28(2):53-58.

Mikołajczak, N; Tańska, M. 2019. Relationships between cocoa mass percentage, surface color, free phenolic compounds content and antioxidant capacity of commercially available dark chocolate bars. *Journal of Food Science and Technology* .

Del Milagro Porón Olcot, KS. 2014. Normalización de un laboratorio fisicoquímico para el control de calidad en una empresa manufacturera de alimentos. Tesis Ing. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 243 p.

Muñoz, I. 2013. Elaboración de chocolate de cobertura, utilizando licor de cacao nacional. Tesis Ing. La Maná, Ecuador, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 107 p.

Niño Apolinar, A. 2021. Estándares de calidad, la clave para la exportación de Chocolate a Europa. Tesis Esp. Bogotá, Colombia, Fundación Universidad de América. 74 p.

INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). 2013. Control microbiológico de los

alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuentos en placa por siembra en profundidad. Norma NTE INEN 1529-10:2013. Quito, Ecuador. 8 p.

INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). 2013. Control microbiológico de los alimentos. Salmonella. Método de detección. Norma NTE INEN 1529-15:2013. Quito, Ecuador. 18 p.

INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). 2006. Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos. Norma NTE INEN 1529-5:2006. Quito, Ecuador. 11 p.

INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). 2013. Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias. Norma NTE INEN 1529-7:2013. Quito, Ecuador. 8 p.

INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). 2013. Determinación de la humedad o pérdida por calentamiento. Método gravimétrico. Norma NTE INEN 1676:2013. Quito, Ecuador. 6 p.

INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). 1986. Cacao en grano. Determinación de la Humedad. Norma NTE INEN 173. Quito, Ecuador. 5 p.

INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). 2018. Granos de cacao. Requisitos. Norma NTE INEN 176. Quito, Ecuador. 9 p.

INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). 2013. Cacao. (Productos Derivados). Determinación de ceniza total. Norma NTE INEN 533:2013. Quito, Ecuador. 6 p.

INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). 1980. Cacao. (Productos derivados). Determinación del contenido de grasa. Norma NTE INEN 535. Quito, Ecuador. 6 p.

INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). 2010. Chocolates. Requisitos. Norma

NTE INEN 621:2010. Quito, Ecuador. 10 p.

INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). 1988. Pasta de cacao. Requisitos. Norma NTE INEN 623. Quito, Ecuador. 4 p.

Oliveras, JM. 2007. La elaboración del chocolate , una técnica dulce y ecológica. *Técnica Industrial* 268: 47-51.

Ordoñez Choez, S; Vera Chang, J; Tigselema Zambrano, S. 2019. Cascarrilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) de líneas híbridas para la elaboración de rehiletes de chocolate. *Universidad y Sociedad* 11(2):136-141.

Ordoñez, E; Leon, A; Rivera, H; Vargas, E. 2019. Cuantificación de polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y semilla de cacao (*Theobroma cacao* L.), tuna (*Opuntia ficus indica* Mill), uva (*Vitis Vinífera*) y uvilla (*Pourouma cecropiifolia*). *Scientia Agropecuaria* 10(2):175-183.

Panak Balentić, J; Ačkar, Đ; Jokić, S; Jozinović, A; Babić, J; Miličević, B; Šubarić, D; Pavlović, N. 2018. Cocoa Shell: A By-Product with Great Potential for Wide Application. *Molecules* 23(6):1-14.

Peña Amador, D; Vasquez Cruz, N; Avendaño Vásquez, G; Machorro Ramos, F; González Romero, J. 2020. Formulación de una barra de chocolate enriquecida con pulpa de café. Xalapa, México. Red Iberoamericana de Academias de Investigación. 47-56 p.

Perea, JA; Ramirez, OL; Villamizar, AR. 2011. Caracterización fisicoquímica de materiales regionales de cacao Colombiano. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 9(1):35-42.

Puchol, M; Palomares, C; Barat, JM; Perez, É. 2020. Formulation and physico-chemical and sensory characterisation of chocolate made from reconstituted cocoa liquor and high cocoa

content. *Lwt- Food Science and Technology* .

Quevedo Guerrero, J; José, JV; Tuz Guncay, I; García Batista, R; Luna Romero, Á. 2020. Análisis de diversidad fenotípica de 37 accesiones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en la zona sur del Ecuador. *Universidad y Sociedad* 12(1):1-7.

Rawel, HM; Kulling, SE. 2007. Nutritional contribution of coffee, cacao and tea phenolics to human health. *Journal fur Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit* 2(4):399-406.

Recinos Vela, C; Moreno Palacios, J. 2021. Formulación y aceptación de barras de chocolate con diferentes cantidades de cacao (*Theobroma cacao* L.) y nuez de marañón (*Anacardium occidentale* L.), edulcoradas con panela granulada. Tesis Ing. San Vicente, El Salvador, Universidad de El Salvador. 99 p.

Riaño, N; Chica, M; Echeverri, L; Aguirre, J; Ortiz, A; Rocío del Pilar, S; Olarte, H. 2016. Contenido de grasa total, perfil de ácidos grasos y triglicéridos proveniente de cacaos finos de aroma: Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela. *Vitae* 23(1):1-6.

Rincón, J; Herrera, M. 2013. Chocolate. *Ciencia e Investigación* 63(2):1-9.

Rojo, O; Barbosa, L; Zeppa, G; Stévigny, C. 2020. Cocoa Bean Shell — A By-Product with Nutritional. *Nutrients* 12(1123):1-29.

El Salous, A; Cadena, N; Mosquera, C; Martínez, T. 2018. Elaboración de Chocolate con Espirulina (*Spirulina Máxima*) Endulzado con Stevia y Frutas Deshidratadas. In 6th Engineering, Science and Technology Conference (2017). 28-37 p.

Sánchez, ÁS; Naranjo González, JA; Córdova Avalos, V; Ávalos de la Cruz, DA; Zaldívar Cruz, JM. 2016. Caracterización bromatológica de los productos derivados de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Chontalpa, Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* (14):2817.

Sánchez, V; Iglesias, C; Zambrano, J. 2019. La Cadena de Valor del Cacao en América

Latina y El Caribe. 104 p.

Sangronis, E; Soto, MJ; Valero, Y; Buscema, I. 2014. Cascarilla de cacao Venezolano como materia prima de infusiones. Archivos Latinoamericanos de Nutricion 64(2):123-130.

Santacruz Terán, S; Mantuano Morán, W. 2021. Efecto del procesamiento de cacao en el contenido y actividad antioxidante de compuestos fenólicos. ESPAMCIENCIA 12:41-45.

Santos Melo, T; Cavalcante Pires, T; Pereira Engelmann, J; Oliveira Monteiro, AL; Fonseca Maciel, L; da Silva Bispo, E. 2021. Evaluation of the content of bioactive compounds in cocoa beans during the fermentation process. Journal of Food Science and Technology 58(5):1947-1957.

Sistema de información pública agropecuaria. 2020. Cifras agroproductivas de la producción de cacao en Ecuador (en línea, sitio web). Disponible en <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>.

Tafurt, G; Suarez, O; Lares, M del C; Álvarez, C; Liconte, N. 2020. Capacidad antioxidante de un chocolate oscuro de granos cacao orgánico sin fermentar. Revista Digital de Postgrado 10(1): 1-8.

Teneda Llerena, W; Ah-Hen, K; Lemus Mondaca, R. 2017. Caracterización de una infusión de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L., var. Arriba) con hierbas aromáticas. Agro Sur 43(3):47-55.

Teneda, W; Guamán, M; Oyaque, S. 2019. Exploración de la intención de consumo de la Cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) como infusión: caso Tungurahua-Ecuador. Cuadernos de Contabilidad 20(50):1-12.

Tigselema, S. 2018. Elaboración de chocolate de siete cruces interclonales de cacao (*Theobroma cacao* L.) seleccionados en la finca experimental La Represa. Tesis Ing. Quevedo,

Ecuador, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 87 p.

Vassallo, M. 2015. Diferenciación y agregado de valo en la cadena ecuatoriana del cacao. 1 ed. Quito, Ecuador, Instituto de Altos Estudios Nacionales. 156 p.

Velasteguí Arcos, V. 2010. Desarrollo de la tecnología para la elaboración de chocolate de cobertura. Tesis Ing. Ambato, Ecuador, Universidad Técnica de Ambato. 88 p.

Vera Chang, J; Espín García, S; Segovia Freire, G; Ramos Remache, R; Pinargote Alava, J. 2018. Manejo postcosecha de 31 híbridos interclonales de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la finca experimental La Represa. REVISTA 5(15):5-15.

Vera Chang, JF; Vallejo Torres, C; Párraga Morán, DE; Macías Véliz, J; Ramos Remache, R; Morales Rodríguez, W. 2014. Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador. Ciencia y Tecnología 7(2):21-34.

Villamizar, A; López, L. 2017. Cáscara de cacao fuente de polifenoles y fibra: simulación de una planta piloto para su extracción. Respuestas 22(1):75-83.

Villegas, M. 2018. Elaboración de una barra de chocolate endulzado con componentes de jícama (*Smallanthus sonchifolius*) para confites “El Salinerito”. Tesis Ing. Ambato, Ecuador, Universidad Técnica de Ambato. 76 p.

Vivanco, E; Matute, L; Campo, M. 2017. Caracterización fisicoquímica de la cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedades nacional y CCN51. In Conference Proceedings UTMACH. 213-222 p.

Yepes, S; Montoya, L; Fernando, O. 2008. Valorización de residuos agroindustriales-frutas-en Medellín y en el sur del Valle de Aburrá, Colombia. Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín 61(1):4422-4431.

Zambrano Jaramillo, 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. Tesis Quím. Quito, Ecuador, Universidad Central del Ecuador. 107 p.

Anexos

Anexo 1. Elaboración de Chocolate Artesanal con Adición de Cascarilla de Cacao



Fermentación



Secado



Tostado



Descascarillado



Molido de Nibs



Molido de Cascarilla



Mezclado y Conchado



Templado



Moldeado



Enfriado



Desmoldado



Envasado

Almacenado

Anexo 2. Resultado de Análisis Microbiológico de Mohos y Levaduras de la Cascarilla de Cacao



Acreditación N° SAE LEN 06-002
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE RESULTADOS

INF.LASA 11/08/2021 -5218
ORDEN DE TRABAJO N° 21. 3742

DATOS DEL CLIENTE		
SOLICITANTE: GEMA MARIA MUÑOZ MENDOZA	DIRECCIÓN: SANTO DOMINGO - AV.CHONE	
TELÉFONO: 0982562724	TIPO DE MUESTRA: ALIMENTO	
INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE		
IDENTIFICACIÓN: CASCARILLA DE CACAO CCNSI	PROCEDENCIA: PLANTA	
DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: _	NÚMERO DE MUESTRAS: UNA (1)
FECHA DE RECEPCIÓN: 17/07/2021	FECHA DE ANÁLISIS: 17 AL 24/07/2021	FECHA DE ENTREGA: 24/07/2021
CÓD. MUESTRA: 21-9978	REALIZACIÓN DEL ENSAYO: LABORATORIO	

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE %U (K=2)	MÉTODOS DE ENSAYO
RECuento EN PLACA MOHOS	upc/g	<10	±8.8	PEE.LASA.MB.04 BAM CAP 18 Ed 2005
RECuento EN PLACA LEVADURAS	ufc/g	<10	±7.6	PEE.LASA.MB.04 BAM CAP 18 Ed 2005

<10 Ausencia de microorganismos
N.A: No aplica

Lcda. Johanna Ramos
JEFE DE DEPARTAMENTO

Prohíbe la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio
LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra recibida en el laboratorio, por el contrario no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la muestra así como sus datos descriptivos.
El laboratorio se compromete con la imparcialidad y confidencialidad de la información y los resultados.
(La aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasa.com.
Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito. Página 1 de 1

Anexo 3. Resultado de Análisis de Contenido de Polifenoles Totales de la Cascarilla de Cacao



INFORME DE RESULTADOS

INF.LASA-11-08-21-3476
ORDEN DE TRABAJO No. 21-3742

INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
SOLICITADO POR: GEMA MARIA MUÑOZ MENDOZA		DIRECCIÓN: SANTO DOMINGO - AV. CIIONE	
TELÉFONO/FAX: 0982562724	TIPO DE MUESTRA: ALIMENTOS	PROCEDENCIA: PLANTA	
IDENTIFICACIÓN: CASCARILLA DE CACAO CCNSI		CODIGO INICIAL: M1	

Información suministrada por el cliente

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 03/08/2021
FECHA DE ANÁLISIS: 17-24/07/2021	FECHA DE ENTREGA: 24/07/2021	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 21-9978	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	POLIFENOLES TOTALES	mg EAG/kg	2321	-	^b FOLIN CIOCALTEAU *

Los ensayos marcados con * NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
Los ensayos marcados con (b) NO están incluidos en el alcance de acreditación de A2LA.
EAG: Equivalentes de ácido gálico

QUIM PABLO SAAVEDRA
JEFE DE DEPARTAMENTO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.
LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra recibida en el laboratorio, por el contrario no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la muestra así como sus datos descriptivos.
Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito.
El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasa.com)

Pág. 1 de 1

Anexo 4. Análisis Fisicoquímicos del Chocolate Artesanal con Adición de Cascarilla de Cacao



Acidez



Humedad



Ceniza

Anexo 5. Formato de Hojas de Catación de Análisis Sensorial Descriptivo y Discriminativo

CÓDIGO:		_____			
Atributos		0	1	2	3
Color	Café oscuro				
Textura	Dureza				
Apariencia	Brillosa				
Sabor	Amargo				

Formato de Análisis Descriptivo

ESCALA	MUESTRAS					
	680	205	310	420	750	899
Me gusta mucho						
Me gusta moderadamente						
No me gusta, ni me disgusta						
Me disgusta moderadamente						
Me disgusta mucho						

Formato de Análisis Discriminativo

Anexo 6. ADEVA de Análisis Físicoquímicos del Chocolate con Adición de Cascarilla de Cacao

pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	18	0,82	0,78	1,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,60	3	0,20	20,79	<0,0001
% Pasta Cacao	0,26	1	0,26	26,64	0,0001
% Cascarilla Cacao	0,34	2	0,17	17,87	0,0001
Error	0,13	14	0,01		
Total	0,74	17			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	18	1,00	1,00	0,25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,73	5	0,15	777,06	<0,0001
Tratamientos	0,73	5	0,15	777,06	<0,0001
Error	2,3E-03	12	1,9E-04		
Total	0,74	17			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03769

Error: 0,0002 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
6	5,26	3	0,01	A
4	5,28	3	0,01	A
5	5,35	3	0,01	B
2	5,38	3	0,01	B
3	5,42	3	0,01	C
1	5,86	3	0,01	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ADEVA de pH

Acidez

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez	18	0,96	0,95	2,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,52	3	0,17	105,53	<0,0001
% Pasta Cacao	0,20	1	0,20	123,31	<0,0001
% Cascarrilla Cacao	0,32	2	0,16	96,64	<0,0001
Error	0,02	14	1,6E-03		
Total	0,54	17			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez%	18	0,98	0,96	2,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,54	5	0,11	93,78	<0,0001
Tratamientos	0,54	5	0,11	93,78	<0,0001
Error	0,01	12	1,2E-03		
Total	0,55	17			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09300

Error: 0,0012 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
1	1,29	3	0,02	A
3	1,41	3	0,02	B
2	1,50	3	0,02	B
5	1,64	3	0,02	C
4	1,69	3	0,02	C
6	1,80	3	0,02	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ADEVA de Acidez

Humedad

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Humedad	18	0,84	0,80	8,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,21	3	0,74	23,64	<0,0001
% Pasta Cacao	1,39	1	1,39	44,55	<0,0001
% Cascavilla Cacao	0,82	2	0,41	13,18	0,0006
Error	0,44	14	0,03		
Total	2,65	17			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Humedad %	18	0,87	0,82	7,93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,30	5	0,46	16,03	0,0001
Tratamientos	2,30	5	0,46	16,03	0,0001
Error	0,34	12	0,03		
Total	2,65	17			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,46489

Error: 0,0287 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
1	1,62	3	0,10 A
3	1,98	3	0,10 A B
5	1,99	3	0,10 A B
2	2,09	3	0,10 B
4	2,42	3	0,10 B C
6	2,74	3	0,10 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ADEVA de Humedad

Ceniza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ceniza	18	0,96	0,96	4,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,48	3	1,16	127,22	<0,0001
% Pasta Cacao	0,41	1	0,41	45,42	<0,0001
% Cascarilla Cacao	3,07	2	1,53	168,13	<0,0001
Error	0,13	14	0,01		
Total	3,61	17			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ceniza %	18	0,97	0,96	4,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,50	5	0,70	78,86	<0,0001
Tratamientos	3,50	5	0,70	78,86	<0,0001
Error	0,11	12	0,01		
Total	3,61	17			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,25841

Error: 0,0089 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
1	1,38	3	0,05	A
2	1,78	3	0,05	B
3	2,06	3	0,05	C
4	2,31	3	0,05	C D
5	2,45	3	0,05	D
6	2,71	3	0,05	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ADEVA de Ceniza

Grasa

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Grasa	18	0,99	0,99	0,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	378,69	3	126,23	816,39	<0,0001
% Pasta Cacao	109,47	1	109,47	708,00	<0,0001
% Cascarilla Cacao	269,22	2	134,61	870,59	<0,0001
Error	2,16	14	0,15		
Total	380,86	17			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Grasa %	18	1,00	1,00	0,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	380,18	5	76,04	1343,91	<0,0001
Tratamientos	380,18	5	76,04	1343,91	<0,0001
Error	0,68	12	0,06		
Total	380,86	17			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,65234

Error: 0,0566 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
6	58,33	3	0,14	A
4	61,59	3	0,14	B
5	62,45	3	0,14	C
3	66,95	3	0,14	D
2	67,15	3	0,14	D
1	72,47	3	0,14	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**ADEVA de Grasa**

Anexo 7. ADEVA de Análisis Sensorial

Análisis de la varianza

C. Café oscuro

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C. Café oscuro	120	0,14	0,10	33,79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,38	5	1,48	3,68	0,0040
Tratamiento	7,38	5	1,48	3,68	0,0040
Error	45,75	114	0,40		
Total	53,13	119			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,58071

Error: 0,4013 gl: 114

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
2	1,55	20	0,14	A
1	1,65	20	0,14	A
4	1,85	20	0,14	A B
3	1,85	20	0,14	A B
5	2,05	20	0,14	A B
6	2,30	20	0,14	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ADEVA de Color: Café Oscuro

T. Dureza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T. Dureza	120	0,03	0,00	26,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,88	5	0,18	0,66	0,6516
Tratamiento	0,88	5	0,18	0,66	0,6516
Error	30,05	114	0,26		
Total	30,93	119			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,47064

Error: 0,2636 gl: 114

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	1,80	20	0,11	A
3	1,95	20	0,11	A
2	2,00	20	0,11	A
6	2,00	20	0,11	A
5	2,05	20	0,11	A
4	2,05	20	0,11	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ADEVA de Textura: Dureza

A. Brillosa

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
A. Brillosa	120	0,06	0,02	28,92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,47	5	0,49	1,50	0,1954
Tratamiento	2,47	5	0,49	1,50	0,1954
Error	37,50	114	0,33		
Total	39,97	119			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,52575

Error: 0,3289 gl: 114

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1	1,80	20	0,13 A
3	1,85	20	0,13 A
2	1,90	20	0,13 A
4	2,05	20	0,13 A
5	2,10	20	0,13 A
6	2,20	20	0,13 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ADEVA de Apariencia: Brillosa

S. Amargo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
S. Amargo	120	0,20	0,16	25,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,07	5	1,81	5,54	0,0001
Tratamiento	9,07	5	1,81	5,54	0,0001
Error	37,30	114	0,33		
Total	46,37	119			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,52434

Error: 0,3272 gl: 114

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1	1,75	20	0,13 A
3	2,20	20	0,13 A B
2	2,25	20	0,13 A B
4	2,40	20	0,13 B
5	2,50	20	0,13 B
6	2,60	20	0,13 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ADEVA de Sabor: Amargo

Anexo 8. Resultados de Análisis Microbiológicos del Mejor Tratamiento con cascarilla de cacao y el tratamiento sin cascarilla de cacao.



INFORME DE RESULTADOS

INF LASA 11/08/2021 -5245
ORDEN DE TRABAJO N° 21-3745

DATOS DEL CLIENTE			
SOLICITANTE:	JOCELYN DAYAN ZAMBRANO PADILLA	DIRECCIÓN:	QUISALOMA-BARRIO PROGRESO
TELÉFONO:	0980306452	TIPO DE MUESTRA:	ALIMENTO
INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE			
IDENTIFICACIÓN:	CHOCOLATE CON CASCARILLA DE CACAO T4	PROCEDECENCIA:	PLANTA
DATOS DEL LABORATORIO			
MUESTREO POR:	SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO:	—
FECHA DE RECEPCIÓN:	03/08/2021	FECHA DE ANÁLISIS:	03 AL 11/08/2021
CÓD. MUESTRA:	21-9983	NÚMERO DE MUESTRAS:	UNA (1)
		FECHA DE ENTREGA:	11/08/2021
		REALIZACIÓN DEL ENSAYO:	LABORATORIO

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE %U (K=2)	MÉTODOS DE ENSAYO
RECuento EN PLACA AEROBIOS MESÓFILOS	ufc/g	18 X 10 ²	2.0 X 10 ⁴	± 9.9	PEE.LASA.MB.03 ^(a) BAM CAP 03 Ed 2005
RECuento PETRIFILM COLIFORMES TOTALES	ufc/g	<10	<10	±9.5	PEE.LASA.MB.20 AOAC 991,14 Ed 21, 2019 ^(a)
RECuento EN PLACA MOHOS	upc/g	90	1.0 X 10 ²	±8.8	PEE.LASA.MB.04 ^(b) BAM CAP 18 Ed 2005
RECuento EN PLACA LEVADURAS	ufc/g	<10	1.0 X 10 ²	±7.6	PEE.LASA.MB.04 ^(a) BAM CAP 18 Ed 2005
IDENTIFICACIÓN DE SALMONELLA SPP EN PLACA	aus-pres	AUSENCIA	AUSENCIA	N.A	PEE.LASA.MB.05 BAM Cap. 05, 2016 ^(b)

<10 Ausencia de microorganismos.
Los ensayos marcados con (a) están incluidos en el alcance de acreditación de A2LA.
Los ensayos marcados con (b) no están incluidos en el alcance de acreditación de A2LA.
Valores de referencia tomados de NITE N°EN 621:2010 Chocolates. Repetitivos.
N.A: No aplica.

Lcda. Johanna Ramos
JEFE DE DEPARTAMENTO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra recibida en el laboratorio, por el contrario no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la muestra así como sus datos descriptivos. El laboratorio se compromete con la imparcialidad y confiabilidad de la información y los resultados (La aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasa.com. Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito. Página 1 de 1

Juan Ignacio Pareja 0e5-97 y Simón Cárdenas |clientes@laboratoriolasa.com
(02) 2269012 | (02) 2468659 | 0995707705

Resultados del Mejor Tratamiento



INFORME DE RESULTADOS

INF LASA 11/08/2021 -5245
ORDEN DE TRABAJO N° 21-3745

DATOS DEL CLIENTE

SOLICITANTE: JOCELYN DAYAN ZAMBRANO PADILLA DIRECCIÓN: QUISALOMA-BARRIO PROGRESO
TELÉFONO: 0980306452 TIPO DE MUESTRA: ALIMENTO

INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE

IDENTIFICACIÓN: CHOCOLATE CON CASCARILLA DE CACAO PROCEDENCIA: PLANTA
T2

DATOS DEL LABORATORIO

MUESTREO POR: SOLICITANTE FECHA DE MUESTREO: _ NÚMERO DE MUESTRAS: UNA (1)
FECHA DE RECEPCIÓN: 03/08/2021 FECHA DE ANÁLISIS: 03 AL 11/08/2021 FECHA DE ENTREGA: 11/08/2021
CÓD. MUESTRA: 21-9984 REALIZACIÓN DEL ENSAYO: LABORATORIO

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	¹ VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE %U (K=2)	MÉTODOS DE ENSAYO
RECuento EN PLACA AEROBIOs MESÓFILOS	ufc/g	17 X 10 ¹	2.0 x 10 ⁴	+ 9.9	PEE.LASA.MB.03 ^(a) BAM CAP 03 Ed 2005
RECuento PETRIFILM COLIFORMES TOTALES	ufc/g	<10	<10	±9.5	PEE.LASA.MB.20 AOAC 991.14 Ed 21, 2019 ^(a)
RECuento EN PLACA MOHOS	upc/g	80	1.0 X 10 ²	±8.8	PEE.LASA.MB.04 ^(b) BAM CAP 18 Ed 2005
RECuento EN PLACA LEVADURAS	ufc/g	<10	1.0 X 10 ²	±7.6	PEE.LASA.MB.04 ^(b) BAM CAP 18 Ed 2005
IDENTIFICACIÓN DE SALMONELLA SPP EN PLACA	aus-pres	AUSENCIA	AUSENCIA	N.A	PEE.LASA.MB.05 BAM Cap. 05, 2016 ^(b)

¹10 Ausencia de microorganismos
Los ensayos marcados con (a) están incluidos en el alcance de acreditación de A2LA
Los ensayos marcados con (b) no están incluidos en el alcance de acreditación de A2LA
Valores de referencia tomados de NTE INEN 021:2010 Chocolates. Requisitos.
N.A. No aplica


Lcda. Johanna Ramos
JEFE DE DEPARTAMENTO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio
LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra recibida en el laboratorio,
por el contrario no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la muestra así como sus datos descriptivos.
El laboratorio se compromete con la imparcialidad y confidencialidad de la información y los resultados
(La aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasa.com)
Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito

Página 1 de 1

Juan Ignacio Pareja Oe5-97 y Simón Cárdenas | clientes@laboratoriolasa.com
(02) 2269012 | (02) 2468659 | 0995707705

Resultados del tratamiento sin Cascarilla de Cacao

Anexo 9. Resultados de Análisis de Contenido de Polifenoles Totales y Proteína del Mejor Tratamiento con cascarilla de cacao y del tratamiento sin cascarilla de cacao del Chocolate artesanal.



INFORME DE RESULTADOS

INF.LASA-11-08-21-3480
ORDEN DE TRABAJO No. 21-3745

INFORMACIÓN DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: JOCELYN DAYAN ZAMBRANO PADILLA	DIRECCIÓN: QUISALOMA-BARRIO PROGRESO	
TELÉFONO/FAX: 0980306452	TIPO DE MUESTRA: ALIMENTOS	PROCEDENCIA: PLANTA
IDENTIFICACIÓN: CHOCOLATE CON CASCARILLA DE CACAO		CODIGO INICIAL: M2 - T4

Información suministrada por el cliente

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 03/08/2021
FECHA DE ANÁLISIS: 03-11/08/2021	FECHA DE ENTREGA: 11/08/2021	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 21-9984	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	POLIFENOLES TOTALES	mg EAG/kg	8378	-	^b FOLIN CIOCALTEAU *
2	PROTEÍNA (f: 6,25)	%	10,1	-	^b PEE.LASA.FQ.11 KJELDAHL *

Los ensayos marcados con * NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
Los ensayos marcados con (b) NO están incluidos en el alcance de acreditación de A2LA.
EAG: Equivalentes de ácido gálico

QUÍM. PABLO SAAVEDRA
JEFE DE DEPARTAMENTO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.
LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra recibida en el laboratorio, por el contrario no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la muestra así como sus datos descriptivos.
Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito.
El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasa.com)

Pág. 1 de 1

Juan Ignacio Pareja Oe5-97 y Simón Cárdenas | clientes@laboratoriolasa.com
(02) 2269012 | (02) 2468659 | 0995707705

Resultados del Mejor Tratamiento



INFORME DE RESULTADOS

INF LASA-11-08-21-3479
ORDEN DE TRABAJO No. 21-3745

INFORMACIÓN DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: JOCELYN DAYAN ZAMBRANO PADILLA	DIRECCIÓN: QUISALOMA-BARRIO PROGRESO	
TELÉFONO/FAX: 0980306452	TIPO DE MUESTRA: ALIMENTOS	PROCEDENCIA: PLANTA
IDENTIFICACIÓN: CHOCOLATE SIN CASCARILLA DE CACAO		CODIGO INICIAL: M1 - T2

Información suministrada por el cliente

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 03/08/2021
FECHA DE ANÁLISIS: 03-11/08/2021	FECHA DE ENTREGA: 11/08/2021	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 21-9983	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	POLIFENOLES TOTALES	mg EAG/kg	6011	-	^b FOLIN CIOCALTEAU *
2	PROTEÍNA (f. 6,25)	%	8,5	-	^b PEE LASA.FQ.11 KJELDAHL *

Los ensayos marcados con * NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
Los ensayos marcados con (b) NO están incluidos en el alcance de acreditación de A2LA.
EAG: Equivalentes de ácido gálico

QUÍM. PABLO SAAVEDRA
JEFE DE DEPARTAMENTO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.
LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra recibida en el laboratorio, por el contrario no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la muestra así como sus datos descriptivos.
Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito.
El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasa.com)

Pág. 1 de 1

Anexo 10. Norma NTE INEN 176. Granos de Cacao. Requisitos

5. REQUISITOS

Los granos de cacao deben cumplir con los siguientes requisitos:

5.1 Los granos de cacao no deben presentar olor o sabor a humo, o que muestren signos de contaminación por humo;

5.2 Los granos de cacao no deben estar infestados;

5.3 Los granos de cacao deben cumplir con los requisitos físicos y de calidad indicados en la Tabla 1.

TABLA 1. Requisitos físicos y calidad para los granos de cacao

Requisitos	Cacao Fino			Cacao CCN51		Método de ensayo
	A.S.S.S	A.S.S	A.S.E	C.S.S	C.S.C	
Humedad, máximo, % ^a	7	7	7	7	7	NTE INEN-ISO 2291
Peso de 100 granos, g	> 130	> 120 a 130	100 a 120	> 125	110-125	^a
Granos fermentados, mínimo, %	75	65	53	68	55	NTE INEN-ISO 1114
Granos violetas, máximo, %	15	21	25	18	26	NTE INEN-ISO 1114
Granos pizarrosos, máximo, %	9	12	18	12	15	NTE INEN-ISO 1114
Granos mohosos, máximo, %	1	2	4	2	4	NTE INEN-ISO 1114
TOTALES (análisis sobre 100 granos), mínimo	100	100	100	100	100	
Granos defectuosos, máximo, %	0	1	3	1	3	^b
Material relacionado al cacao, máximo, %	1	1	1	1	1	^b
Material extraño, máximo, %	0	0	0	0	0	^b

^a El símbolo % (por ciento) representa al número 0,01, que expresa a la fracción másica.
^a masa determinada por medio de una balanza u otro instrumento equivalente.
^b determinado en 500 g de muestra.

NOTA. Se permite la presencia de granza solo en el Cacao A.S.E y en el Cacao C.S.C en un máximo del 1,5%

Anexo 11. Norma NTE INEN 623. Pasta de Cacao. Requisitos

5. REQUISITOS DEL PRODUCTO

5.1 La pasta de cacao sometida a ensayos, de acuerdo a las normas ecuatorianas correspondientes, deberá cumplir con los requisitos establecidos en las Tablas 1 y 2.

TABLA 1. Requisitos para pasta de cacao

REQUISITOS	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de Ensayo
Grasa	%	48	54	INEN 535
Humedad	%	—	3	INEN 1 676
Almidón natural de cacao	%	8,5	9,0	INEN 636
Fibra cruda	%	—	4,7	INEN 534
Cenizas totales	%	—	7,5	INEN 533
			alcalinizada 5 normal	

Anexo 12. Norma NTE INEN 621:2010. Chocolate. Requisitos

TABLA 2. Requisitos microbiológicos para los chocolates

	n	m	M	c	Método de ensayo NTE INEN
Aerobios mesófilos	5	$2,0 \times 10^4$	$3,0 \times 10^{4*}$	2	1529-5
Aerobios mesófilos	5	$2,0 \times 10^4$	$5,0 \times 10^4$	2	1529-5
Coniformes totales	5	0	$1,0 \times 10^2$	2	1529-7
Mohos y levadura	5	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$	2	1529-10
Salmonella	10	0	-----	0	1529-15

* Solo para chocolate con leche

En donde:

- n = Número de unidades de muestra
- m = nivel de aceptación
- M = nivel de rechazo
- c = número de unidades defectuosas
- ufc = unidades formadoras de colonias
- UP = unidades propagadoras