



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA
DE LOS RECURSOS NATURALES**

**EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD EXFOLIANTE DE UN JABÓN COSMÉTICO
CORPORAL A BASE DE BORRA DE CAFÉ**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
Ingeniera en Biotecnología de los Recursos Naturales

AUTORA: EVELYN FERNANDA COELLO FERNÁNDEZ

TUTORA: DRA. INÉS PATRICIA MALO CEVALLOS, PhD

Cuenca - Ecuador

2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Evelyn Fernanda Coello Fernández con documento de identificación N° 0605440080, manifiesto que:

Soy la autora y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 31 de mayo del 2022

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Evelyn Coello F.', is written over a horizontal line.

Evelyn Fernanda Coello Fernández

0605440080

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Evelyn Fernanda Coello Fernández con documento de identificación N° 0605440080, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autora del Trabajo Experimental: “Evaluación de la capacidad exfoliante de un jabón cosmético corporal a base de borra de café”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera en Biotecnología de los Recursos Naturales, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedandola Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 31 de mayo del 2022

Atentamente,



Evelyn Fernanda Coello Fernández

0605440080

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Inés Patricia Malo Cevallos con documento de identificación N° 0102291044, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD EXFOLIANTE DE UN JABÓN COSMÉTICO CORPORAL A BASE DE BORRA DE CAFÉ**, realizado por Evelyn Fernanda Coello Fernández con documento de identificación N° 0605440080, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo Experimental, que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 31 de mayo del 2022

Atentamente,



Dra. Inés Patricia Malo Cevallos Ph.D.

0102291044

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón a mis padres Miriam y Francisco, quienes fueron la fuente de inspiración para lograr este paso en mi vida, por sus consejos, por su tiempo y sobre todo por la paciencia que me brindaron en esta etapa. Por inculcarme principios y valores de responsabilidad, dedicación y perseverancia en cada uno de los objetivos que me proponga en la vida.

A mis hermanos Gabriela, Erick, Bryam quienes estuvieron apoyándome en cada momento, demostrándome lo capaz y fuerte que soy frente a cualquier adversidad que se me presente. Por estar a mi lado en los momentos buenos y no abandonarme en los momentos malos.

A Elías, Rosa y Freddy porque siempre tuvieron palabras de ánimo, una lección que enseñarme y un consejo que brindarme. Que Dios los tenga en su gloria.

AGRADECIMIENTO

A Dios por la familia espectacular que tengo y por permitirme llegar a este punto de mi vida guiando mis pasos día a día.

A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional a lo largo de esta etapa de mi vida, gracias por el gran esfuerzo y los sacrificios que han hecho para permitirme culminar mi carrera, gracias por la paciencia y por creer en mí.

A la Dra. Inés Malo, quien aparte de ser mi tutora de esta investigación puedo decir que ha sido una gran persona y hasta amiga, agradezco por la confianza brindada, el apoyo y la paciencia a lo largo del trabajo.

A mis profesores por brindarme los conocimientos que pudieron ser aplicados en esta investigación en especial a la Dra. Myriam Mancheno y el Ingeniero Jhison Romero, gracias por sus consejos y palabras de aliento.

A Karen, Aracely, Ana, Andrés mis grandes amigos, gracias por los buenos momentos compartidos, las risas y por haberme brindado su apoyo en todo momento.

A Susana mi compañera de laboratorio, gracias por ayudarme en varios momentos, por demostrarme el lado divertido de las tragedias y por demostrarme que existe la lealtad y la verdadera amistad.

A la Dra. Mónica Espadero, Ing. Sandy Gavilanes e Ing. Marlon Loayza por la ayuda que me han brindado dentro del laboratorio.

A mi familia en general por creer en mí. A todos ellos ¡Muchas gracias!

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

C: Concentración

CCA: Agar Cromogénico Coliformes

Dma: Densidad mínima aparente

DMA: Densidad por asentamiento

DPPH: 2,2-Difenil-1-Picrilhidracilo

INEN: Instituto Ecuatoriano de Normalización

ISO: Organización Internacional de Normalización

mg: miligramo

PDA: Agar Papa Dextrosa

Peso ae: Peso del agua evaporada

Peso s: Peso de escamas después del calentamiento

Peso m: Peso de la muestra de escamas de jabón

pH: Potencial de Hidrógeno

ppm: Partes por millón

R: Repetición

UFC: Unidades formadoras de colonia

μL: microlitros

um: micrómetro

T: Tratamiento

V: Voluntario

ÍNDICE

CAPITULO 1	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	4
1.4 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	5
1.6 OBJETIVOS.....	6
1.6.1 GENERAL	6
1.6.2 ESPECÍFICOS	6
1.7 HIPÓTESIS	7
CAPITULO 2	8
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. ESTADO DEL ARTE	8
2.2 BASES TEÓRICAS	11
2.2.1 Descripción botánica del café.....	11
2.2.2 Fenología del cultivo	12
2.2.3 Clasificación taxonómica del café.....	14
2.2.5 Usos y propiedades del café	16
2.2.6 Proceso del café	18
2.2.6.1 Recolección	19
2.2.6.2 Despulpado del fruto	20
2.2.6.3 Envasado y transporte.....	20

2.2.6.4 Tostado del café.....	21
2.2.6.5 Molido del café.....	22
2.2.7 Café en el Ecuador.....	23
2.2.8 Variedades de café en el Ecuador.....	24
2.2.8.1 Café arábica	24
2.2.8.2 Café robusta.....	26
2.2.9 Diferencia química entre café Arábica y café Robusta	27
2.2.10 Borra de café y su composición química.....	28
2.2.11 Caracterización del flujo del polvo.....	30
2.2.11.1 Densidad mínima aparente	30
2.2.11.2 Densidad por asentamiento.....	31
2.2.12 Cosméticos	32
2.2.13 Tipos de cosméticos.....	35
2.2.14 Jabones artesanales	36
2.2.15 Control de calidad de los productos cosméticos.....	38
2.2.16 Límites microbianos en los productos cosméticos	39
2.2.17 La piel	40
2.2.17.1 Función de la piel	42
2.2.17.2 Vías de absorción a través de la piel.....	43
2.2.18 Exfoliación de la piel.....	45
2.2.18.1 Tipos de exfoliantes.....	45
2.2.18.2 Técnicas de exfoliación	46
2.2.19 Beneficio de la borra de café en la piel	46

2.2.20 Acción de los micro gránulos de café en la piel	47
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	48
CAPITULO 3	51
3. MATERIALES Y MÉTODOS	51
3.1 NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	51
3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	51
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	51
3.4 VARIABLES.....	51
3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	52
3.6 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	52
3.7 PROCEDIMIENTO	53
3.7.1 Recolección de la materia prima.....	53
3.7.2 Preparación de los residuos de café.....	53
3.7.3 Tamizaje de los residuos de café	55
3.7.4 Caracterización de los micro gránulos de la borra de café	57
3.7.5 Prueba de pH	58
3.7.6 Pruebas microbiológicas.....	59
3.7.6.1 Recuento aeróbico mediante placas Petrifilm 3M.....	60
3.7.6.2 Recuento de mohos y levaduras mediante el procedimiento establecido en la normativa INEN 1529-10:2013.....	61
3.7.6.3 Detección de <i>Escherichia coli</i>	63
3.7.6.4 Detección de <i>Staphylococcus aureus</i>	64
3.7.6.5 Detección de <i>Pseudomona aeuroginosa</i>	65

3.7.7 Caracterización cualitativa	66
3.7.7.1 Preparación de extractos	66
3.7.7.2 Ensayo de Shinoda (Flavonoides)	67
3.7.7.3 Ensayo de Dragendorff y/o Wagner (Alcaloides)	67
3.7.7.4 Ensayo de Cloruro Férrico (Fenoles-Taninos)	67
3.7.7.5 Ensayo de Espuma (Saponinas).....	68
3.7.8 Caracterización Cuantitativa.....	68
3.7.8.1 Preparación de extractos	68
3.7.8.2 Cuantificación de Fenoles	69
3.7.8.3 Determinación de la capacidad antioxidante	72
3.7.8.4 Presencia de cafeína.....	74
3.7.8.4.1 Preparación de los estándares	74
3.7.8.4.2 Preparación de la muestra.....	75
3.7.9 Elaboración del jabón a base de borra de café.....	76
3.7.10 Control de calidad del producto terminado	78
3.7.10.1 Controles fisicoquímicos de cada tratamiento del jabón	79
3.7.10.1.1 Prueba de humedad y porcentajes de sólidos presentes en el jabón	79
3.7.10.1.2 Prueba de solubilidad.....	80
3.7.10.1.3 Prueba de espuma	81
3.7.10.1.4 Prueba de pH	82
3.7.10.1.5 Prueba de apariencia.....	83
3.7.10.2 Controles microbiológicos.....	84
3.7.11 Evaluación de la actividad exfoliante.....	84

3.7.11.1 Prueba de satisfacción	86
3.8 Diseño estadístico	88
CAPITULO 4	89
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	89
4.1 Caracterización de los micro gránulos de café como materia prima.....	89
4.1.2 Tamizaje y medición de humedad de la materia prima por tamaño de partícula.	89
4.1.3 Caracterización de los micro gránulos de borra de café como materia prima.....	91
4.1.3.1 Densidad mínima aparente, densidad por asentamiento	91
4.1.3.2 pH de la borra de café por número de partícula	94
4.1.4 Análisis microbiológicos de la materia prima	95
4.1.5 Caracterización cualitativa	97
4.1.5 Cuantificación de fenoles	98
4.1.7 Actividad Antioxidante.....	100
4.1.8 Presencia de cafeína.....	103
4.2 Control de Calidad del Producto Terminado	104
4.3 Evaluación de la actividad exfoliante.....	113
4.3.1 Evaluación de la actividad exfoliante (Corneómetro®).....	113
4.3.2 Evaluación de la actividad exfoliante (Analizador digital de Piel).....	117
CAPITULO 5	121
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	121
5.1 Conclusiones	121
5.2 Recomendaciones	123
REFERENCIAS	124

ANEXOS.....	133
ANEXO I. Propiedades químicas de la borra de café	133
ANEXO II. Clasificación de los productos cosméticos	134
ANEXO III. Requisitos y límites microbiológicos de los productos cosméticos	136
ANEXO IV. Siembra en placas Petrifilm de aerobios mesófilos.....	138
ANEXO V. Procedimiento en la elaboración de jabón exfoliante.....	140
ANEXO VI. Pruebas microbiológicas del jabón. Ausencia de <i>Staphylococcus aureus</i> , Recuento de mesófilos aerobios, <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	142
ANEXO VII. Pruebas fisicoquímicas de las muestras de jabón	144
ANEXO VIII: Cuestionario de apariencia	145
ANEXO IX. Evaluación in vivo de la exfoliación corporal.....	146
ANEXO X. Carta de compromiso.....	148

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación Taxonómica del café	14
Tabla 2: Países productores de café	15
Tabla 3: Grados de tostado del café	22
Tabla 4: Principales características del café arábica	25
Tabla 5: Diferencia química entre variedad del café robusta y arábica	28
Tabla 6: Propiedades químicas de la borra de café obtenidas en pruebas de laboratorio para la elaboración de productos del cuidado de la piel.....	30
Tabla 7: Muestras recolectadas de diferentes cafeterías sin secar.....	53
Tabla 8: Preparación de curva de calibración de Fenoles Totales	71
Tabla 9: Preparación de muestras para el análisis de la Actividad Antioxidante.....	73
Tabla 10: Preparación de estándares para la presencia de cafeína	75
Tabla 11: Concentración de la borra de café en el jabón exfoliante	76
Tabla 12: Ingredientes empleados en la elaboración del jabón.....	77
Tabla 13: Porcentaje de humedad en diferentes tamaños de partícula	89
Tabla 14: Densidad aparente y por asentamiento en la borra de café	92
Tabla 15: pH de la borra de café por diferente tamaño	95
Tabla 16: Análisis microbiológico de la borra de café.....	96
Tabla 17: Resultados del tamizaje fitoquímico de la borra de café.....	97
Tabla 18: Cuantificación de Fenoles extracto Etanolico.....	98
Tabla 19: Cuantificación de Fenoles en el extracto acuoso	99
Tabla 20: Actividad Antioxidante del extracto acuoso de la borra de café.....	100
Tabla 21: Actividad Antioxidante del Ácido Ascórbico	102

Tabla 22: Presencia de cafeína en el extracto etanólico.....	104
Tabla 23: Presencia de cafeína en el extracto acuoso	104
Tabla 24: Porcentaje de humedad y sólidos totales, presentes en las muestras de jabón.....	105
Tabla 25: Prueba de solubilidad	107
Tabla 26: Prueba del pH en el jabón	107
Tabla 27: Prueba de espuma.....	110
Tabla 28: Pruebas microbiológicas del producto terminado	111
Tabla 29: Prueba de apariencia del producto terminado	111
Tabla 30: Datos obtenidos por pruebas in vivo en mujeres (Corneómetro®).....	113
Tabla 31: Análisis ANOVA de la medida de humectación presente en la piel mujeres	114
Tabla 32: Datos obtenidos por pruebas in vivo en hombres (Corneómetro®).....	115
Tabla 33: ANOVA para porcentaje de humectación presente en la piel de hombres.	115
Tabla 34: Datos obtenidos por pruebas in vivo en mujeres (Analizador digital de Piel).....	117
Tabla 35: ANOVA para porcentaje de aceite presente en la piel de mujeres	117
Tabla 36: Datos obtenidos por pruebas in vivo en hombres (Analizador digital de Piel).....	119
Tabla 37: ANOVA de porcentaje de aceite presente en la piel de hombres	119

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Fruto del cafeto	11
Ilustración 2: Lavado de la materia prima.....	54
Ilustración 3: Porcentaje de humedad mediante la Balanza Halógena.....	55
Ilustración 4: Borra de café tamizada.....	55
Ilustración 5: Determinación de humedad por tamaño de partícula de la materia prima.....	56
Ilustración 6: Prueba de la densidad minina aparente y por asentamiento.....	58
Ilustración 7: Pruebas de pH de la borra de café.....	59
Ilustración 8: Materiales para utilizar en las pruebas microbiológicas	60
Ilustración 9: Siembra en placas Petrifilm	61
Ilustración 10: Siembra por vertido en placa.....	62
Ilustración 11: Siembra por agotamiento de Escherichia coli.....	64
Ilustración 12: Siembra en diferentes tipos de medio de cultivo.....	65
Ilustración 13: Extracto etanólico y acuoso de la borra de café.....	66
Ilustración 14: Elaboración de extractos para la caracterización cuantitativa.....	69
Ilustración 15: Preparación de diluciones a partir de la solución madre.....	72
Ilustración 16: Soluciones de DPPH en celdas para espectrofotómetro.....	74
Ilustración 17: Soluciones con cafeína para la curva de calibración.....	76
Ilustración 18: Peso del jabón para la prueba de solubilidad	81
Ilustración 19: Soluciones preparadas para prueba de espuma	82
Ilustración 20: Preparación de soluciones para prueba de pH.....	83
Ilustración 21: Medios para las pruebas microbiológicas del jabón.....	84
Ilustración 22: Sección marcada para la prueba in vivo.....	86

Ilustración 23: Voluntario firmando la carta de consentimiento.....	87
Ilustración 24: Pruebas microbiológicas de la borra de café.....	96
Ilustración 25: Tamizaje fitoquímico de la borra de café.....	98

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Elaboración de jabón exfoliante corporal	78
Gráfico 2: ANOVA para el porcentaje de humedad	90
Gráfico 3: Diagrama de Boxplot del porcentaje de humedad de la materia prima	90
Gráfico 4: Prueba de Tukey del porcentaje de humedad.....	91
Gráfico 5: ANOVA para la densidad mínima aparente.....	92
Gráfico 6: ANOVA para la densidad mínima por asentamiento.....	93
Gráfico 7: Prueba de Tukey para la densidad mínima aparente	93
Gráfico 8: Prueba de Tukey para la densidad por asentamiento	93
Gráfico 9: Diagrama de cajas para los datos de densidades.....	94
Gráfico 10: Inhibición de la actividad antioxidante del extracto acuoso	101
Gráfico 11: Inhibición de la actividad antioxidante del ácido ascórbico	102
Gráfico 12: Curva de calibración de la cafeína	103
Gráfico 13: Porcentaje de humedad y sólidos totales.....	106
Gráfico 14: ANOVA para el ensayo de pH.....	108
Gráfico 15: Test de Tukey en el ensayo de pH	108
Gráfico 16: pH según el tratamiento	109
Gráfico 17: Volumen de espuma generado en los diferentes tratamientos.	110
Gráfico 18: Prueba de apariencia realizada en el jabón	112
Gráfico 19: Porcentaje de humectación presente en la piel de mujeres	114
Gráfico 20: Porcentaje de humectación presente en la piel de hombres	116
Gráfico 21: Porcentaje de aceite presente en la piel de mujeres	118
Gráfico 22: Porcentaje de aceite presente en la piel de hombres	120

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Fórmula de la densidad mínima aparente.....	57
Ecuación 2: Fórmula de la densidad mínima por asentamiento.....	57
Ecuación 3: Porcentaje de inhibición de radicales libres	73
Ecuación 4: fórmula del porcentaje de humedad	79
Ecuación 5: fórmula para el porcentaje de sólidos.....	79

RESUMEN

Los micro plásticos son ingredientes que se utilizan ampliamente en formulaciones cosméticas exfoliantes. Sin embargo, estos productos traerán un impacto ambiental innecesario y esto se puede evitar utilizando componentes alternativos. El objetivo de esta investigación fue evaluar la capacidad exfoliante de un jabón corporal a base de borra de café, ingrediente principal empleado en la presente formulación y sustituyente de los micro plásticos básicamente de propileno.

En primer lugar, se recolectó la materia prima de varias cafeterías, la misma que pasó por diferentes procesos, entre ellos se realizó la caracterización de los micro gránulos de borra de café en cuatro tamaños de partícula, de los cuales el más favorable fue el de 600 μm puesto que obtuvo un porcentaje de humedad bajo de 2,57%, las pruebas microbiológicas mostraron poca presencia de mesófilos aerobios y total ausencia de hongos, levaduras, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Pseudomona aeruginosa*.

De igual manera se realizó la caracterización cuantitativa y tamizaje fitoquímico para comprobar la presencia de flavonoides, saponinas, alcaloides, fenoles totales, actividad antioxidante y su compuesto principal cafeína con un total de 3,84%.

La borra de café fue adicionada a un jabón a base de glicerina, en tres diferentes concentraciones C1: 2,5% C2: 3,5% y C3: 5,5% en el cual se realizaron controles organolépticos, físicos y microbiológicos, entre ellos se encuentran pruebas de solubilidad, espuma, apariencia, porcentaje de humedad y sólidos totales obteniendo resultados de 28% y 73% respectivamente, seguido se midió el pH en cada uno de los tratamientos y se encontraron en un rango de 7,28-7,74. Finalmente las pruebas microbiológicas mostraron ausencia total de los microorganismos anteriormente mencionados.

El jabón con concentración 2,5% fue el producto que más cumplió con los requisitos de las normativas técnicas ecuatorianas 841:201 y 2867:2015, siendo este el designado como producto final para las pruebas in vivo. Los resultados muestran que el jabón exfoliante, se encuentra dentro de los rangos en cuanto al pH, sólidos totales y pruebas microbiológicas

Se evaluó el efecto exfoliante *in vivo* utilizando el Corneómetro® MPA 850 y el Analizador digital SK-8 con los cuales se obtuvo el porcentaje de humedad y aceite en cada uno de los voluntarios respectivamente.

La acción exfoliante del jabón a base de borra de café dio un 78% de efectividad en las 18 personas voluntarias, por ende, se comprueba que este es un ingrediente óptimo, confiable y natural para el uso en diferentes formulaciones en la industria cosmética.

PALABRAS CLAVES:

Exfoliante, borra de café, microgránulos, polietileno, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomona aeruginosa*, *Escherichia coli*, tamizaje fitoquímico, actividad antioxidante, cafeína, cuantificación.

ABSTRACT

Micro plastics are cosmetic ingredients that are widely used in exfoliating cosmetic formulations. However, these products will bring unnecessary environmental impact, and this can be avoided by using alternative components. The objective of this research was to evaluate the exfoliating capacity of a body soap based on coffee grounds, the main ingredient used in this formulation and substituent of microplastics basically of propylene.

In the first place, collected the raw materials of several cafes, the same happened for different processes, among them are performed the characterization of the micro-granules of coffee grounds in a 4-particle sizes, of which the most favorable was the 600 μm as obtained a percentage of moisture low of 2.57%, the microbiological tests showed low presence of mesophilic aerobic and total absence of fungi, yeasts, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*.

Likewise, quantitative characterization and phytochemical screening were performed to check the presence of flavonoids, saponins, alkaloids, total phenols, antioxidant activity and its main compound caffeine with a total of 3.84%.

The coffee grounds was added to a soap base of glycerin, in three different concentrations C1: 2.5%, C2: 3.5%, and C3: 5.5%, and in which checks were conducted organoleptic, physical, and microbiological, among them are tests of solubility, foam, appearance, percentage of moisture and total solids obtaining results of 28% and 73% respectively, followed by pH in each of the treatments and were found in a range of 7,28-7,74. Finally, microbiological tests showed total absence of the aforementioned microorganisms.

Soap with 2.5% concentration was the product that most complied with the requirements of the Ecuadorian technical regulations 841:201 and 2867:2015, being this the one designated as the final

product for in vivo tests. The results show that exfoliating soap, is within the ranges in terms of pH, total solids, and microbiological tests

The exfoliating effect was evaluated in vivo using the Corneometer® MPA 850 and the Digital Analyzer SK-8 with which the percentage of moisture and oil were obtained in each of the volunteers respectively.

The exfoliating action of the soap based on coffee bores gave 78% effectiveness in the 18 volunteers, therefore, it is proven that this is an optimal, reliable, and natural ingredient for use in different formulations in the cosmetic industry.

KEY WORD:

Exfoliator, coffee scrub, microgranules, polyethylene, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomona, aeruginosa*, *Escherichia coli*, phytochemical screening, antioxidant activity, caffeine, quantification.

CAPITULO 1

1.1 INTRODUCCIÓN

El uso de jabones exfoliantes es muy común en la actualidad, debido a que sus partículas físicas producirán microdermoabrasión, como las partículas plásticas, que son fuente de contaminación en ríos y lagos, por eso se decidió utilizar partículas naturales para elaborar un jabón exfoliante a base de los desechos de café de tal manera que se pueda evitar la contaminación ambiental y química.

Los granos de café contienen antioxidantes esenciales que protegen nuestro cuerpo del daño de los radicales libres que aceleran el envejecimiento de la piel (Urquieta, 2020). Además, la cafeína, como componente principal del café activa la circulación sanguínea, ayudando a reducir la visibilidad de celulitis, estrías y resequedad, dando a la piel una apariencia más firme y revitalizada.

A continuación, los enfoques del presente trabajo de investigación.

El primer enfoque se basa en la preparación de la materia prima como insumo principal de uso cosmético. La materia prima utilizada es la borra de café proveniente de la elaboración de bebidas de café tradicionales, la cual fue caracterizada mediante diferentes pruebas físicas, químicas y microbiológicas con la finalidad de establecer y cumplir requisitos técnicos para poder ser usada como un ingrediente cosmético adecuado.

El segundo enfoque se basó en la elaboración de un jabón cosmético corporal de tipo exfoliante en el cual se incluyó como insumo principal la borra de café con el fin de lograr un efecto exfoliante.

Dicho producto terminado, de igual manera, pasó por procesos físicos, químicos y microbiológicos para asegurar que se encuentra en buenas condiciones y aptas para ingresar a la industria cosmética.

El tercer enfoque se trató de las pruebas *in vivo* sobre el efecto exfoliante en personas voluntarias, quienes mostraron su satisfacción o insatisfacción frente al producto terminado y ante la acción que este ejerce sobre la piel, realizando pruebas con dos equipos para determinar el porcentaje de humedad y aceite presente en la misma.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Ecuador es un país con clima, altitud y ubicación geográfica superior que produce un café de alta calidad, el cual es considerado un producto de exportación. Sus principales variedades cultivadas en las cuatro regiones del país son el café Arábica y el café Robusta. En el año 2019 se exportaron 12.554,47 sacos de 60 kilos de café arábica y 11.749,72 sacos de 60 kilos de café robusta y hasta agosto del 2020 se han reportado 14.828,15 sacos de estos dos tipos de café (A. M. Sánchez *et al.*, 2019).

Sin embargo, a pesar de la importancia económica del café en el país, se puede ver la generación de 784.000 toneladas al año de biomasa residual en las diferentes etapas del proceso productivo, entre los cuales incluyen el mucílago, cascarilla, pulpa, entre otros (Serna-Jiménez *et al.*, 2018).

El consumo de la bebida de café es responsable de la generación de una masa residual denominada borra de café (Franco *et al.*, 2020), dado que solo el 5% del peso del fruto total se usa para la preparación de la infusión (Serna-Jiménez *et al.*, 2018). La borra de café es un desecho con un tamaño de partícula muy pequeño y de alta humedad, por lo que se generan grandes proporciones (Palomino García y Del Bianchi, 2015)

Por lo tanto, uno de los principales problemas encontrados por la industria del café es la eliminación de estos desechos, que hasta ahora incluyen la descarga en aguas residuales o vertederos (Ballesteros *et al.*, 2014), incineración, alimentación del ganado y uso como relleno y adsorbente en material termo endurecible (Palomino García y Del Bianchi, 2015), por lo cual los

microorganismos presentes realizan una demanda mayor de oxígeno para su descomposición, y generan de esta manera asfixia de la biota acuática (Serna-Jiménez *et al.*, 2018).

En otros casos, el residuo se descompondrá en el suelo de manera descontrolada causando problemas fitosanitarios y contaminación cruzada. En estos remanentes también se pueden encontrar compuestos biológicamente activos, como proteínas y azúcares, que pueden hacer que el cuerpo de agua fermente, así como también la presencia de taninos, alcaloides y polifenoles que son difíciles de degradar (Serna-Jiménez *et al.*, 2018).

Con respecto al área cosmética; el uso de micro gránulos sintéticos en formulaciones de cremas o jabones exfoliantes ya sea corporal o facial causan un daño climático, persistiendo por más de 100 años en el ambiente, como es el caso del polietileno (RT en Español, 2014). Se han realizado ciertos llamados de atención a varias empresas cosméticas, pero con mínimas respuestas.

1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué grado de exfoliación produce la borra de café?

¿Cómo puede ser utilizada la borra de café para la formulación y elaboración de un jabón corporal con capacidad exfoliante?

1.4 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

La presente investigación se lleva a cabo en los laboratorios de Ciencias de la vida de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, durante un lapso de seis meses, teniéndose las siguientes limitaciones.

- Tiempo
- Disponibilidad de los equipos
- Encontrar una formulación adecuada que incluya el residuo de café obteniendo un resultado óptimo para el mejoramiento de la piel
- Recursos económicos para la obtención de los reactivos a utilizar en las pruebas
- Disponibilidad de personas voluntarias para la aplicación del jabón con el fin de obtener resultados esperados

1.5 JUSTIFICACIÓN

Según García (2017), los micro plásticos empezaron a utilizarse en la industria cosmética por la ventaja que estos tenían frente a una formulación de un producto exfoliante, debido que aportan ligereza, estabilidad y conservación del producto, mismo que no se puede lograr con partículas biodegradables, ya que son inestables y pueden reducir la vida útil del producto.

Los científicos advierten sobre los micro gránulos cuya medida es menos de un milímetro de ancho, puesto que como son muy pequeños no pueden ser filtradas por las plantas de tratamiento de aguas residuales, pudiendo contener toxinas mortales para la fauna acuática que los ingieren,

entre ellos se incluyen los de la cadena alimentaria para el humano, pescado, mejillones, camarones y cangrejos (RT en Español, 2014).

Sin embargo, el uso de micro gránulos naturales insolubles de cualquier tipo, como semilla de maracuyá, de jojoba o borra de café resultan ser una gran opción para la formulación de productos cosméticos exfoliantes y de gran ayuda para evitar el impacto ambiental, debido a que son materia prima reutilizada y en pequeñas cantidades no provocan la generación de microorganismos perjudiciales.

La borra de café es un potente tratamiento exfoliante frente a la piel, gracias a las sinergias entre sus principios activos que mejoran la circulación sanguínea, estimulan la renovación celular y evitan la resequedad en la piel, que hoy en día por diferentes factores causantes se ha hecho más visible. Por lo tanto, se plantea el uso de micropartículas naturales en formulaciones de productos cosméticos.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 GENERAL

Elaborar un jabón cosmético corporal a base de borra de café determinando su capacidad exfoliante.

1.6.2 ESPECÍFICOS

Examinar la materia prima mediante protocolos estandarizados determinando el tipo de café adecuado para el uso como insumo en la formulación de un jabón corporal.

Definir la formulación de un jabón con borra de café como materia prima principal mediante ensayos pruebas-error para la disminución de la resequedad en la piel.

Evaluar la capacidad exfoliante del jabón con borra de café mediante el análisis de la textura de la piel obteniendo un producto con las condiciones específicas adecuadas.

Elaborar una propuesta de artículo científico respetando los formatos internacionales para la posible divulgación de los resultados obtenidos.

1.7 HIPÓTESIS

El jabón elaborado a base de borra de café producirá un efecto exfoliante en la piel.

CAPITULO 2

2. MARCO TEÓRICO

El marco teórico que se presenta a continuación permitirá tener una idea más clara acerca de los conceptos y variables que intervienen en la investigación. Sigue una lógica que va de lo general a lo particular y será la base para comprender cómo puede elaborarse un jabón de uso cosmético con capacidad exfoliante. En primer lugar, es fundamental comprender todas las propiedades y características de la planta de café y, en segundo lugar, se abordan los conceptos relacionados a los cosméticos y la elaboración de jabones artesanales. A partir de la comprensión de las bases teóricas de la investigación, se podrán desarrollar los siguientes apartados de esta investigación.

2.1. ESTADO DEL ARTE

Una vez realizada la investigación de trabajos de institutos superiores y una búsqueda bibliográfica se llegó a encontrar documentos con la intención de determinar el beneficio que poseen los desechos de origen orgánico en la elaboración de productos cosméticos, en este caso optaron por la elaboración de cremas mediante el uso de cáscaras y semillas con efecto exfoliante.

En el trabajo presentado por Torres (2017), aproximadamente el 56% del fruto de cacao es cáscara y considerando este porcentaje en toneladas, representa un desafío importante para el medio ambiente. Para lo cual la autora realiza una crema en la que pone énfasis el beneficio de la cáscara de cacao como exfoliante, tomando en cuenta diferentes parámetros como el tamaño de partícula, la viscosidad, el pH óptimo para la piel, la concentración de materia prima con el fin de que la

crema obtenga un efecto exfoliante adecuado y realizando un control físico, organoléptico y microbiológico del producto terminado.

La prueba realizada por parte de la autora refiere al uso de piel de cerdo en la que se determina la disminución de la rugosidad presente en la parte superficial, dicho efecto se puede comprobar con el equipo COSCAM USB 225 usando un análisis de varianza de dos factores con una sola muestra, obteniendo como resultado un efecto exfoliante esperado tomando en cuenta la concentración y el tamaño de partícula de la cáscara de cacao.

En el trabajo presentado por Zumalacárregui y Ferrer (2021), “Elaboración de una crema exfoliante con aceite y cáscara de semillas de Moringa Oleífera Ecotipo *PLAIN*”, se exponen la falta de investigación de los beneficios que poseen los residuos agroindustriales por parte del ser humano, estos residuos se constituyen de componentes realmente importantes que llegarían a ser muy útiles en la elaboración de diversos productos, un ejemplar de esto es la moringa, cuyo aceite contiene ácido behénico, ácido oléico y ácido araquidónico, los cuales tienen un gran potencial para la elaboración de productos cosméticos.

La elaboración de la crema exfoliante se lo realiza con dos partes importantes del árbol, entre ellos la semilla con la cual se obtuvo un aceite con un 23% de rendimiento, explicando también el gran trabajo que desempeña en la piel, entre ellas el efecto hidratante, un poder antiinflamatorio, y como limpiador para la misma.

“Para la cáscara se realizó un proceso de tamizaje tomando en cuenta la Norma Cubana sobre los minerales y análisis granulométrico, considerando los tamaños de partícula con el fin de lograr

un efecto exfoliante adecuado, eliminando las células muertas y mostrando un mejor aspecto en la piel.

En la tesis presentada por Urbano (2017), “Desarrollo de una crema con características exfoliantes a base del polvo proveniente de la semilla de *Phytelephas aequatorialis Spruce*”, el uso de micropartículas de plástico en la elaboración de productos cosméticos ha llegado a ser un gran problema ambiental con el pasar del tiempo, esta situación puede cambiar con la decisión de utilizar componentes alternativos de origen natural. Este trabajo exhibe dos enfoques muy importantes, el primero es la caracterización de la materia prima la cual en el momento de recolectarla llegó a tener una contaminación microbiológica bastante importante pudiendo repercutir en el momento de elaborar el producto cosmético, por ende, se enfocan en la implementación de un nuevo proceso de recolección de la materia prima para que cumpla con los requisitos especificados.

El otro enfoque refiere a la evaluación del efecto exfoliante de la crema elaborada, en la que utilizan una cámara cosmiética y un software para analizar la variación y cambio en la superficie de la piel antes y después del uso de la crema. Se realizó también un diseño experimental demostrando la importancia del tamaño de partícula de la materia prima sobre las propiedades reológicas y el efecto exfoliante en la piel, por lo tanto, el tamaño usado por la autora que demostró el objetivo deseado fue de 180 a 300 μm .

De acuerdo con Rivas (2016), en su tesis presentada “Utilización de desechos de café en dos formulaciones, crema y jabón en barra, de tipo exfoliante para uso cosmético”, la autora realiza una prueba de satisfacción una vez terminados los productos elaborados, los cuales son un jabón y

una crema exfoliante, prueba en la que se tomaron en cuenta puntos de inclusión y exclusión en mujeres voluntarias con el fin de obtener un mejor resultado. Demuestra que la acción de los desechos de café es evidente debido a la apariencia en la piel la cual luce limpia y suave.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Descripción botánica del café

Según González Méndez (2018), “la planta de café es de tipo leñosa, que va desde arbusto hasta árbol que comprende de 5 a 10 metros de altura, es perteneciente a la familia de las rubiáceas; un grupo que ha llegado a englobar 500 géneros con más de 6.000 especies. Esta planta posee unas hojas de forma elíptica, terminadas en punta y aparecen por pares. Tienen pecíolos cortos y estípulas pequeñas, y las hojas pueden tener diferentes colores: verde lima, verde oscuro, bronce o morado”.



Ilustración 1: Fruto del cafeto

Fuente: Vanegas (2016)

2.2.2 Fenología del cultivo

Ramírez (2014), señala que la fenología hace referencia al desarrollo, diferenciación e inicio de formación de los órganos de las plantas. Es de vital importancia conocer la fenología porque permite diseñar modelos para el crecimiento y desarrollo de los cultivos, sobre todo para los productores. Por tanto, se puede afirmar que el conocimiento de la fenología de un cultivo permite planear y manejar las prácticas de fertilización, así como el control de plagas e insectos.

Por su parte, Coa y colaboradores (2015), define a la fenología como:

El estudio de los eventos periódicos naturales involucrados en la vida de las plantas y comprende el desarrollo, la diferenciación e iniciación de órganos o estructuras y se refiere al estudio de fenómenos biológicos vinculados a ciertos ritmos periódicos como la brotación, la floración, la fructificación, entre otros, y relacionados con el medio ambiente donde ocurren.

En el caso específico del café, su fenología está compuesta por la floración y su relación con el desarrollo del fruto. La floración permite estimar cómo se desarrollará el fruto, identificando las épocas en las que es oportuno llevar a cabo la fertilización, en qué meses del año los frutos serán más susceptibles a eventos climáticos como el granizo o pueden ser atacados por enfermedades e insectos. Generalmente, es durante el primer semestre del año que se pueden cosechar la mayor cantidad de insectos, por lo que es necesario que los productores abastezcan a sus plantas de agua y nutrientes (Ramírez, 2014).

Para el cultivo del café se deben considerar las etapas de crecimiento de su árbol, que se genera a partir de células meristemáticas que se encuentran en el ápice del tallo y las ramas y también en las axilas de las hojas. No es hasta que el árbol de café tiene un año que este empieza a producir frutos en sus ramas y continuará de esta forma durante veinte años o más. Sin embargo, la planta alcanzará su máximo potencial de producción cuando tenga entre cinco y diez años (Arcila *et al.*, 2001).

El cultivo del café está formado por cinco fases fenológicas que son: hinchazón de yemas, botón floral, floración, fructificación y maduración. Durante la fase de hinchazón de yemas, que se encuentran en los nudos de las ramas laterales, empiezan a hincharse como el resultado de su alargamiento para después pasar de color verde a blando. Posteriormente, las yemas florales se abren y se pueden ver los botones florales, formándose cuatro botones en cada yema. En tercer lugar, ocurre la floración cuando los botones florales se abren con pétalos blancos. Después, inicia el cuajado de los frutos que crecen hasta volverse duros y verdes y, cuando termina la fase de fructificación se puede ver la semilla totalmente formada de una pulpa blanca. Finalmente, durante la maduración los granos ya son suaves y tienen un color verde amarillento, para cuando termina la maduración estos granos pueden ser de color rojo vinoso o amarillo y la pulpa es dulce (Yzarra & López, 2017).

2.2.3 Clasificación taxonómica del café

El café pertenece al género *Coffea* y tiene cerca de 100 especies, pero de todas estas solamente tres son las que se cultivan comercialmente. Estas son: *Coffea arabica* L., *C. canephora* Pierre y *C. liberica* (Alvarado & Rojas, 2007). La clasificación taxonómica del café se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Clasificación Taxonómica del café

TAXONOMÍA	NOMBRE
Reino	Vegetal
División	Antofita
Subreino	Anglopermas
Clase	Dicotiledoneas
Subclase	Simpetalas
Orden	Rubiales
Familia	Rubiaceae
Tribu	Cofeales
Género	Coffea
Sección	Eucoffea
Subsección	Erythrocoffea
Especie	Arabica

Nota. Adaptado de *Diagnóstico de sistemas de producción de café (Coffea arabica L.) en San Juan Metaltepec Mixe, Oaxaca* (p.7), por Martínez, (2010).

2.2.4 Origen del café

El café es originario de África, específicamente de Etiopia; antiguamente se lo conocía con el nombre de khawa, debido a la lengua del país, sin embargo con el pasar del tiempo y llegando a diferentes lugares, se conoce la consonancia latina “coffea”, palabra con la que se impuso en todos

los países, estableciendo de esta manera el café a nivel mundial y con la que se designa así a la planta y a la bebida (Marquez Guerrero, 2018).

Según Gonzalez Mendez (2018), en su proyecto expone que “el café fue introducido en América por los años de 1718 en la colonia de Suriman y después en la Guyana Francesa. En el año de 1730, los ingleses lo instauraron en Jamaica, con lo cual luego se extendió por el resto del Sur y Centroamérica”

Actualmente, el único lugar del mundo en donde no se cultiva el café es en Europa, excepto de algunas de sus colonias las cuales producen, pero en pequeñas escalas. En la tabla 2 se puede observar los continentes con sus países productores.

Tabla 2: Países productores de café

CONTINENTE	PAÍSES
América del Norte	México
América Central y Antillas	Guatemala, Jamaica, Puerto Rico, Honduras, El Salvador, Haití, Nicaragua, Guadalupe
América del Sur	Brasil, Perú, Colombia, Bolivia, Venezuela, Ecuador, Guineas Holandesas e inglesas
África	Kenia, Abisinia, Uganda, Angola, Somalia francesa, Madagascar y África Occidental francesa.

Fuente: (Estelita, 2016).

El café es uno de los productos más valiosos de exportación internacional, ocupando un área de cultivo de 13.2 millones de km² en todo el mundo (Jiménez y Massa, 2015), demostrando así que es la segunda mercancía comercializada, tras el petróleo (Morocho, 2017). Las especies más importantes en el tema comercial son: Arábigo y Robusta, las cuales son partícipes del 63% y 37%

de la producción respectivamente (Jiménez y Massa, 2015), con las cuales su alto consumo llega a un estimado de 400 000 millones de tazas de café (Morocho, 2017).

2.2.5 Usos y propiedades del café

El café es principalmente utilizado en la gastronomía para la preparación de bebidas. Su principio activo es la cafeína que tiene una variedad de beneficios como la mejora de la atención y concentración de las personas, incrementa la alerta y reduce la sensación de fatiga mental y física. Además, diferentes estudios científicos han comprobado que las personas que consumen más café tienen una menor incidencia de diabetes y enfermedades hepáticas. Entre otras propiedades del café se encuentra que las quienes lo consumen con frecuencia tienen un menor riesgo de morir por enfermedades cardíacas, cáncer, enfermedades respiratorias, accidentes cerebrovasculares, diabetes y enfermedad renal (Bonilla, 2017).

Por otra parte, se estima que aproximadamente el 30% de la población mundial consume café por lo menos una vez en el día. Este puede ser preparado por ebullición y decantación, por filtración del extracto de ebullición o utilizando presión. Aparte de la cafeína, también tiene sustancias como: “el cafestol, el kahweol, el ácido clorogénico a los cuales se les atribuye propiedades antioxidantes” (Valenzuela, 2010). También tiene macronutrientes como magnesio, potasio, niacina y tocoferoles, entre los principales que tienen efectos benéficos para la salud.

Garrido (2015), señala que el café tiene grandes aportes nutricionales de minerales, vitaminas, fibra, antioxidantes y, por supuesto cafeína. El mineral más abundante es el potasio,

con una presencia de entre 40-80 mg por cata taza. También tiene magnesio, sodio, calcio, hierro y fósforo. Entre las vitaminas que contiene el grano de café se encuentran la de tipo B1, B2, B5, vitamina C y E. Sin embargo, estas vitaminas ya no siguen presentes después del tostado. En lo que respecta a la fibra, el café tiene polisacáridos que no son digeribles, por lo que se consideran como fibra dietética. Por último, sus propiedades antioxidantes están presentes en el café que está medianamente tostado.

Además de la utilización del café para el consumo humano, se han realizado diferentes estudios que pretenden que se aproveche para reducir el impacto ambiental que generan los residuos de café, que generalmente son desperdiciados. Por ejemplo, se han elaborado abonos a partir de la pulpa del café, evitando la contaminación del suelo y del agua. Una vez que la pulpa del café se descompone y se convierte en compost, esta tiene nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, hierro, manganeso, cobre y zinc. Los beneficios de la utilización de estos abonos son el aporte de una importante cantidad micro y macronutrientes como nitrógeno, fósforo y azufre, lo que ayudaría a estabilizar la acidez del suelo y aumentaría su capacidad para retener agua. El suelo se convertiría en una fuente energética de microorganismos debido a su composición de carbono (C. Torres, 2010).

Otro uso que se le ha otorgado a la pulpa de café es el ensilaje y envase en envases de plástico como son los contenedores de reciclaje o los contenedores que se utilizan para carga flexible, así como para el forraje de ganado. También se han realizado investigaciones que demuestran que la pulpa del café tras fermentarse y secarse se puede utilizar como sustrato para

cultivar setas exóticas como Shilitake y Linchi. Una aplicación que se relaciona con la gastronomía es el uso de la pulpa de la cereza del café para la preparación de bebidas refrescantes y licores fuertes como son el Kahlua y el Caffé Borghetti (Rathinavelu y Graziosi, 2005).

Cabe señalar que no solamente la pulpa del café tiene diferentes usos y propiedades, sino también su cáscara que está compuesta por lignocelulosa y no sirve como un fertilizante. En cambio, esta se puede secar en hornos para obtener un excedente de combustible y si se quema dentro de un generador de gas pobre, puede llegar incluso a producir electricidad. Por otra parte, de los residuos industriales que quedan tras procesar el café se pueden conseguir diferentes sustancias como pectinas sin refinar, azúcares naturales, compuestos antioxidantes y flavonoides que se caracterizan porque se pueden combinar para hacer aditivos de alimentos. También se obtienen pro-antocianinas incoloras que pueden emplearse para fabricar otros alimentos Borghetti Rathinavelu y Graziosi (2005).

2.2.6 Proceso del café

El café verde o café oro es el que se utiliza para el tostado, un proceso que se puede llevar a cabo en plantas pequeñas o en grandes instalaciones industriales (Pérez-Soto *et al.*, 2015). Sin embargo, para llegar a obtener el café molido, se debe llevar a cabo todo un proceso desde la recolección del grano en la planta de café hasta llegar a obtener el café molido que comúnmente se conoce para su uso y consumo.

2.2.6.1 Recolección

Para iniciar con la recolección de los frutos del café se debe considerar que estos maduran después de 8 o 10 meses de la floración, pero esto no es exacto pues varía de acuerdo con la variedad del café de la que se trate. Tras todo este tiempo de espera, el caficultor debe ser especialmente selectivo para obtener un café que sea homogéneo y que tenga la madurez óptima. Para identificar que el fruto se encuentra en esta etapa, se debe observar que sea de un color rojo brillante, ya que si este es verde todavía es inmaduro, tiene poco aroma y la bebida que se obtiene de este fruto es descrita como astringente, amarga y áspera. En cambio, cuando el fruto ya está maduro, su aroma es fragante y penetrante, mientras que la bebida tiene mejores cualidades gustativas. Pero también se debe tener cuidado de no escoger fruto que esté sobre madurado o seco, pues este producirá un sabor avinagrado.

Entre otras consideraciones que deben tomar en cuenta los recolectores de café se encuentran las siguientes: cerciorarse de que el fruto está en su estado de madurez óptima antes de cortarlo y, al llegar al momento de hacerlo se debe procurar que los laterales no se rasguen para que las yemas florales se conserven bien para la siguiente cosecha; los frutos verdes o sobre madurados se tienen que separar para evitar que las características positivas del grano maduro se vean afectadas; el café que se recolecta se debe entregar para ser beneficiado de inmediato, de forma que no pierda peso o fermentación; por último, las personas encargadas

de la recolección no deben olvidar tener un control de la fecha, hora de envío, tablón y nombre de la finca cafetera desde la que se envía (Iica *et al.*, 2020).

2.2.6.2 Despulpado del fruto

Este proceso se realiza utilizando presión a través de una despulpadora en la que pasa el café que se ha seleccionado y lavado con anterioridad. El fruto ingresa en una tolva hacia el tambor que rota y lleva el café hasta donde la presión que ejerce la máquina provoca que la pulpa del café salga. Es fundamental que este proceso tenga lugar inmediatamente después de que el fruto se ha cosechado, ya que, si se retrasa por un tiempo mayor a seis horas, se puede producir lo que se conoce como “fermento”. Además, se debe considerar que el café tiene mucílago o miel que es lo que permite que el fruto se despulpe únicamente con la presión (Cárdenas y Pardo, 2014).

Las despulpadoras tradicionales son las que se utilizan con más frecuencia y también se conocen como despulpadoras de tambor y tienen varias partes como la tolva, el cilindro o tambor, la manivela, la volante para girar el cilindro, las cuchillas, los cojinetes, el piñón del alineador y el piñón del cilindro, las cureñas, las cuñas, los tornillos de ajuste, el pechero acanalado y el eje del alimentador (Cárdenas y Pardo, 2014)

2.2.6.3 Envasado y transporte

Puerta (2006), realiza algunas recomendaciones para el empaque del café, empezando por la revisión que se debe hacer de los envases, de forma que estos se encuentren limpios, secos y en perfectas condiciones para que todo el proceso se realice de forma higiénica. Estos empaques

se deben marcar claramente con etiquetas o rótulos que identifique de qué variedad de café se trata, el lote de cultivo, su peso, humedad y fecha en la que se está empacando. Además, si el café está siendo envasado tras haberse secado, ya sea en el sol o en secadores mecánicos, se debe esperar que los granos se enfríen antes de que se envasen.

Por otra parte, en lo que respecta al transporte del café, se debe asegurar que esto se haga en medios higiénicos, separándolo de otros materiales. Para que esto sea posible, es necesario que se verifique que el camión o vehículo en el que se van a cargar los sacos de café, estén libres de materiales y sustancias que sean de origen vegetal, animal o químico. Mientras que se realiza la carga, transporte y descarga, se debe evitar que el café se humedezca o esté expuesto directamente al sol o a la lluvia (Puerta, 2006)

2.2.6.4 Tostado del café

Este proceso también se conoce como torrefacción que se trata del proceso en el que se tuesta el café con el calor, procurando que no se deteriore, tanto su aroma, sabor y cuerpo. Una vez que se ha tostado el café, este pierde peso porque está perdiendo humedad, entre otras transformaciones importantes que tienen lugar cuando el café va alcanzando diferentes temperaturas de forma progresiva. Cuando ha llegado a los 100 °C el café cambia de color a un amarillo intenso, cuando alcanza una temperatura entre los 150 y 180 °C los granos ya tienen un color marrón y se hinchan, adquiriendo un aroma bastante agradable, pero cuando empiezan a crepitar es que obtienen un color marrón oscuro. Una vez que el café llega a los 230 °C, se puede considerar que es el momento idóneo para retirarlo del tostador (Pérez-Soto *et al.*, 2015)

Sin embargo, el tostado no termina en este momento, pues cuando se ha retirado de la tostadora el café debe pasar a un plato de enfriamiento donde se utiliza un aspirador de aire que baja la temperatura del grano hasta alcanzar una temperatura ambiente. Después, tiene que almacenarse en silos para que se termine de refrescar y que pueda utilizarse directamente como grano o enviarse a los molinos (Pérez-Soto *et al.*, 2015). Hay varios grados en los que se puede tostar el café y que son los más comercializados en el mercado como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3: Grados de tostado del café

GRADO	NOMBRE	CARACTERÍSTICAS
1	Tueste claro	Color canela
2	Tueste regular	Se conoce como americano, medio o rápido
3	Tueste fuerte	Tiene un color oscuro y se le llama continental o francés
4	Tueste extrafuerte	Tiene un color muy oscuro y tiene el nombre de expresso
5	Tueste turco	Se conoce como árabe o mediterráneo

*Nota. Adaptado de La producción y el consumo del café (p.17), por (Pérez-Soto *et al.*, 2015).*

2.2.6.5 Molido del café

El molido del café se define como la combinación de partículas de varios tamaños que se obtienen cuando se tritura el café tostado en un molino. También existen diferentes grados en los que se puede moler el café, empezando por los gruesos que para conseguirlos requieren estar más tiempo en contacto con agua caliente. Se debe considerar el tiempo en el que el café debe permanecer en el molino depende el grado que se obtenga, por ejemplo, para un molido

fino basta con tenerlo entre uno a cuatro minutos, un molido de goteo requerirá entre cuatro y seis minutos y un molido regular necesitará entre seis y ocho minutos. El tipo de molido que se realice dependerá de las preferencias del productor, pero siempre se tiene que tomar en cuenta que del nivel demolido también dependerá el sabor (Pérez-Soto *et al.*, 2015).

2.2.7 Café en el Ecuador

Ecuador es un país que tiene una gran capacidad para la producción de café, pues cuenta con una amplia variedad de ecosistemas y también por su ubicación geográfica, temperaturas de cada región y altitud que permiten que se produzca café de altura. Por esta razón, el café que se produce en el país se ha caracterizado como uno de los mejor producidos en América del sur y los que tienen mayor demanda en Europa y Estados Unidos (Jiménez y Massa, 2015).

Económicamente hablando, la producción de café tiene gran importancia para los sectores agrícolas y de exportaciones del país, pues se produce en 23 de las 24 provincias ecuatorianas, sobre todo el café arábigo que se considera de mejor calidad. Tal como señalan Venegas, Orellana y Pérez (2018), el cultivo del café en Ecuador permite que alrededor de 105 mil familias de productores tengan empleo, al igual que 700 mil familias que están vinculadas con la comercialización, industrialización, transporte y exportación.

La producción de café en Ecuador ha tenido altibajos, sobre todo en el período comprendido entre 2003 y 2009 donde tuvo un decrecimiento del 25%, representado un aporte menor al 1% de la producción mundial. Esto a pesar de que el país tiene una gran capacidad productiva de todas las variedades de café como el café arábigo lavado, arábigo natural y el café robusta,

gracias a la variedad de ecosistemas que tiene el país, llegando a cultivarse también en las Islas Galápagos.

En lo que respecta a la superficie de café sembrada en Ecuador, hasta el año 2011 existía una superficie sembrada de 122 855 hectáreas mientras que la superficie de hectáreas cosechadas es de 98 347. Únicamente el 10% de esta producción está destinada para el consumo nacional porque este ha disminuido, según un estudio publicado en 2011, pasando del consumo de 200 000 millones de sacos a 150 000. Por estas razones, Pozo (2014) afirman que el sector cafetero del país se encuentra en una crisis porque año tras año disminuye la producción. No obstante, esto no ha provocado que las exportaciones disminuyan, lo que en varias ocasiones ha obligado a importar el café para abastecer a las industrias que lo necesitan. Esto, sin lugar a duda, perjudica al sector productivo del café en el país.

2.2.8 Variedades de café en el Ecuador

En Ecuador se producen principalmente dos variedades de café: el arábigo que se cree es de mejor calidad y se cultiva en las provincias de Manabí y Loja, mientras que el café robusta se cultiva principalmente en las provincias de Orellana y Sucumbíos (Santistevan Méndez *et al.*, 2014).

2.2.8.1 Café arábica

No se conoce exactamente el origen del café arábica, pero se presume que este se encuentra en las montañas del sur occidente de Etiopía, Sudán y el norte de Kenia. Se cree que fue alrededor del 1714 cuando el café arábigo se introdujo procedente de Holanda y en 1720 llegó

desde Francia un cargamento que se distribuyó hacia México, Brasil, Colombia, Venezuela y Centroamérica. A Ecuador no llegó hasta el año 1830 cuando se empezó a cultivar en el cantón Jipijapa, en la provincia de Manabí. Esta variedad de café tiene una serie de características como se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4: Principales características del café arábica

CARACTERÍSTICAS	CRITERIO
Tipo de planta	Arbusto
Copa	Piramidal
Hojas	Elípticas, oblongas y en ocasiones lanceoladas
Inflorescencias	2 a 3 cimbras por cada axila
Frutos	Drupas elipsoidales
Fecundación	Autógama

Nota. Recuperado de Variedades mejoradas de café arábigo una contribución para el desarrollo de la caficultura en el Ecuador (p.2), por Amores y otros, (2004).

Entre las diferentes variedades arábicas que se pueden encontrar en Ecuador se encuentran; Sarchimor, Caturra y Catuaí, mientras que en las provincias de El Oro, Loja y Manabí se encuentran las variedades Típica y Bourbon. Un factor que incide en la calidad del café es la altitud, pues sin importar la variedad de la que se trate, el cuerpo, aroma y fineza se acentúan cuando hay más altitud. Se considera que la altitud ideal para que el cultivo del café conserve la acidez adecuada es a 1500 m.s.n.m. (Duicela *et al.*, 2017).

Otra característica que se puede mencionar del café arábigo es que su semilla se ha tostado desde la antigüedad, por lo que se ha empleado para el consumo humano. La planta de esta variedad de café tiene un crecimiento de 12 metros de altura en estado normal, con unas hojas

grandes de forma ovalada con color verde. El fruto que se obtiene de esta planta es de un color rojo brillante. Santiana (2013), señala que hay dos variedades de este café: el nacional y la caturra. El café nacional puede durar hasta 50 años siendo de alta calidad, pero tiene una baja productividad y es altamente sensible a los fungicidas. Por otra parte, la variedad caturra tiene una mejor calidad y productividad, pero también es sensible a los fungicidas.

2.2.8.2 Café robusta

El café robusta es una planta que tiene un tallo central que en uno de sus extremos tiene un aparte meristemática que está en crecimiento permanente con la formación de nudos y entrenudos. Gualotoña (2016), señala que la morfología del café robusta se caracteriza por:

El dimorfismo de ejes consiste en un eje vertical, ortotrópico, del que salen ejes laterales, plagiotrópicos. Las ramas laterales se alargan en forma permanente, lo que, sumado al crecimiento vertical, le dan una apariencia piramidal a la planta. Las ramas primarias o bandolas son aquellas que condicionan el crecimiento lateral del café. En tanto que, las ramas ortotrópicas permiten el crecimiento vertical de las plantas.

Acercas del cultivo del café robusta, al ser una planta originaria de los bosques ecuatoriales de África occidental la altura perfecta para que se cultive es de aproximadamente 1000 metros. Además, la cantidad de lluvias durante el año influirá en la forma en que se desarrolle el café robusta, por lo que de forma óptima deberá recibir entre 2000 y 3000 milímetros de lluvia anual, repartidos a lo largo del año. Para producir el fruto satisfactoriamente, se debe cultivar a

temperaturas entre 22 y 26 °C y debe recibir también una luminosidad superior a las 1000 horas de luz al año (Gualotuña, 2016).

El café robusta se produce satisfactoriamente en Ecuador porque se adapta fácilmente en las zonas tropicales húmedas en la región costa y amazonia, principalmente en las provincias de Los Ríos, Santo Domingo de los Tsáchilas, Esmeraldas, Sucumbíos, Napo y Orellana, con una altitud aproximada de 600 m.s.n.m. Además, las plantas de café robusta que se producen en el país tienen una amplia variedad fenotípica, por lo que se han elaborado investigaciones que valoran la creación de bancos de germoplasma como una buena alternativa para reunir buenas características agronómicas, productivas, sanitarias y con una amplia adaptabilidad (Gualotuña, 2016)

2.2.9 Diferencia química entre café Arábica y café Robusta

Las diferencias químicas entre las variedades de café Arábica y café Robusta se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5: Diferencia química entre variedad del café robusta y arábica

	Café robusta	Café arábica
Contenido de cafeína	2.2%	1.2%
Contenido de lípidos	10-11%	16-18%
Lípidos insaponificables	1.1-3.50%	0.7-2.5%
Diterpeno	Solo en robusta	Hojas de arábica
Kahweol	Trasas	Pequeñas cantidades
Cafestol	Pequeñas cantidades	Pequeñas cantidades
$\Delta 5$ avenasterol	Mayor cantidad	Menos cantidad

Nota. Recuperado de Adaptación de dos variedades de café robusta (Coffea canephora Pierre ex Froehner) con tres distancias de plantación Pedro Vicente Maldonado (p.11), por Gualotoña, 2016.

2.2.10 Borra de café y su composición química

La borra de café es el subproducto que se obtiene tras terminar el proceso mediante el que se produce el café soluble, es decir, el tostado, molido y extracción de solubles que logran transformar la estructura del grano de café agrietando su estructura. Ese residuo que queda es lo que se conoce como borra que tiene un contenido de fibra que se puede aprovechar para producir las pulpas celulósicas que se emplean para producir papeles u otros productos que se fabrican con celulosa.

Se debe señalar que la borra es el residuo que proviene al extraer los compuestos solubles del grano de café tostado y molido, cuando esto se realiza a temperaturas entre 175 y 180 °C y a una presión entre 14 y 16 bares para extraer el material soluble y otras propiedades organolépticas del café. En comparación con la pula del café, este residuo tiene una mayor

contribución para otorgarle un uso como abono orgánico, lo que permitiría que se reduzca la utilización de fertilizantes químicos en los cultivos.

Por lo tanto, no es realmente difícil obtener la borra de café, ya que se encuentra en grandes cantidades en las fábricas de café soluble y liofilizado y también en empresas donde se prepara esta bebida. Como la borra se obtiene después de la preparación de la bebida, este subproducto tiene una concentración importante de compuestos polifenólicos como el ácido clorogénico y feruloiquínico, entre los principales. En análisis fisicoquímico de la borra de café es importante para valorar que se le puedan dar otros usos, como por ejemplo para producir combustible. Estas propiedades se muestran en el anexo III.

Por otra parte, en un estudio llevado a cabo en laboratorios de borra de café para productos del cuidado de la piel, han arrojado diferentes resultados en lo referente a la composición química de la borra de café como muestra la Tabla 6.

Tabla 6: Propiedades químicas de la borra de café obtenidas en pruebas de laboratorio para la elaboración de productos del cuidado de la piel

Método de laboratorio	de	Análisis	Resultado	Límite de detección	Unidades
Secado en estufa	con	Humedad	0.8	0.02	g
Kjeldahl		Proteína	14.2	0.1	g
Hidrólisis ácida		Grasa total	12.0	0.02	g
Calcinación		Ceniza total	1.6	0.02	g
Digestión ácida/base, calcinación		Fibra cruda	38.5	0.05	g
Cálculo por diferencia	por	Carbohidratos totales	32.9	-	g
Determinación indirecta Atwater	factor	Calorías	296	-	Kcal

Nota. Recuperado de Valorización de los residuos de café tostado y molido (borra de café), generados en el campus central de la Universidad de El Salvador (p.68), por Morales y Pérez, 2020.

2.2.11 Caracterización del flujo del polvo

2.2.11.1 Densidad mínima aparente

Urbano (2017), señala que la densidad aparente de un polvo es: “la relación de la masa de una muestra de polvo sin asentar y su volumen, incluida la contribución del volumen del espacio vacío entre las partículas”. Se denomina aparente porque cuando se realiza la determinación de su volumen esto se realiza sin la necesidad de asentar el polvo antes de

medirlo. Esto quiere decir que para medirla se considera la contribución del volumen del espacio vacío existente entre las moléculas.

Por otra parte, la densidad aparente de un polvo se expresa en gramos por mililitro, aunque la unidad reconocida internacionalmente es el kilogramo por metro cúbico y también se utiliza la expresión en gramos por centímetro cúbico. Hay diferentes condiciones que determinarán la densidad aparente como su preparación, tratamiento y almacenamiento. Por tanto, la forma en que se manipuló el polvo en todo momento influirá en el valor de la densidad aparente. Por esta razón, se considera difícil medir la densidad aparente, pero esto se puede hacer al medir el volumen de una muestra de polvo con peso conocido en una probeta graduada o en un recipiente de medidas (Rojas, 2012).

2.2.11.2 Densidad por asentamiento

La densidad por asentamiento también se conoce como densidad compactada que es la que se obtiene después de golpear de forma mecánica un recipiente de medición graduado que tiene la misma muestra de polvo que se ha utilizado en la prueba de densidad aparente. Su valor es mayor al de la densidad aparente debido a la reducción de su volumen, que se da precisamente por el asentamiento mecánico de la muestra de polvo cuando se ha levantado la probeta o el recipiente que contiene este polvo. Para determinar la densidad comparada se pueden utilizar diferentes métodos como la medición en una probeta graduada, medición con un aparato de asentamiento y medición en un recipiente (Rojas, 2012).

2.2.12 Cosméticos

Los cosméticos son productos cuya historia se remonta hace muchos años, desde la época en la que se encontraban las civilizaciones egipcias, griegas y los romanos. En un principio, se relacionaban con prácticas religiosas, pero también con la belleza e higiene. De hecho, en imágenes y escritos antiguos se puede observar a las mujeres maquillándose y cómo utilizaban varios ingredientes para su cuidado personal. Sin embargo, con los años estas prácticas constituyeron la industria cosmética que tuvo un fuerte crecimiento desde el siglo XIX y XX, más aún ahora que los avances tecnológicos y científicos han permitido que existan nuevas propuestas cosmetológicas (Vivanco, 2016).

De acuerdo con la definición que establece Martínez (2012), los cosméticos son:

“Toda sustancia o preparado destinado a ser puesto en contacto con las diversas partes superficiales del cuerpo humano (epidermis, sistema piloso y capilar, uñas, labios y 15 órganos genitales externos) o con los dientes y las mucosas bucales, con el fin exclusivo y principal de limpiarlos, perfumarlos, modificar su aspecto, y/o corregir los olores corporales, y/o protegerlos o mantenerlos en buen estado”. (pp.14-15)

Por lo tanto, no se pueden considerar como cosméticos a los productos que tienen como objetivo decorar o corregir superficialmente el cuerpo y tampoco a los que se tienen que ingerir, inhalar o inyectar. Para que los cosméticos se puedan conservar eficientemente, es necesario que contengan sustancias que minimicen su deterioro causado por bacterias o hongos. Los conservantes que se utilicen deben tener una variedad de características como: tener un amplio

espectro de actividad microbiana, no producir una reacción de sensibilización, tener una estructura química conocida, permanecer estable en condiciones extremas de pH y temperatura y un precio adecuado (Vega, 2015).

Durante muchos años la herbolaria estuvo directamente relacionada con la cosmética, pues se estudiaban las plantas hasta el punto de que se convirtieron en una importante ciencia médica. Principalmente, se les ha otorgado la función de salud y protección que genera que no se valore si los cosméticos son realmente idóneos para cada persona en función de su edad y características físicas. Además, para que se introduzcan los cosméticos en el mercado no requieren que se realicen estudios clínicos para mostrar que son seguros y verdaderamente eficaces. Por esta razón, se ha propuesto la denominada Cosmetovigilancia para garantizar que los cosméticos hayan probado su seguridad en cultivos de tejidos vivos o en voluntarios humanos (Allevato, 2006).

Por su parte, Hernández y Pardo (2015), señalan que los ingredientes de los productos cosméticos son únicamente los que están incluidos en la lista de la Food y Drug Administration de los Estados Unidos de América (FDA), la Cosmetics Toiletry y Fragrance Association (CTFA), la European Cosmetic Toiletry and Perfumery Association (COLIPA) y Directivas de la Unión Europea.

Sin embargo, un producto cosmético no tiene solamente componentes internos como lo son sus ingredientes, sino también elementos externos a los que se debe prestar atención como el etiquetado en el que figuran las precauciones que debe tener el consumidor al momento de

utilizarlo, la lista de ingredientes que se organizará en orden decreciente según su nivel de importancia y la concentración que tiene el producto. También debe contener la fecha de caducidad mínima, que normalmente es de treinta meses, la función del producto, el número de lote y su peso o volumen (Sabater & Mourelle, 2012).

Los productos cosméticos son esencialmente decorativos, contienen sustancias coloreadas y gracias a su poder de cobertura pueden aplicarse en diferentes zonas del cuerpo, por lo que las personas los utilizan para acentuar su belleza de forma temporal y también para cubrir o disimular alguna imperfecciones en su piel. Entre los productos cosméticos se pueden mencionar los siguientes: cremas, lociones, geles, aceites, mascarillas de belleza, polvos de maquillaje, jabón de tocador, perfumes y colonias, sales y geles de baño, cremas y espumas depilatorias, tintes y decolorantes, lacas, champús, pasta de dientes, maquillaje, desmaquillante, jabón íntimo y esmaltes de uñas, entre los principales (Brea *et al.*, 2014).

Las principales funciones que desempeñan los productos cosméticos son la función higiénica, eutrófica y estética. La primera se refiere al mantenimiento de la higiene personal, que es clave para conservar la salud de las personas. La función eutrófica es la que permite la diferenciación de los productos cosméticos de los fármacos y tienen el objetivo de conservar el estado de los tejidos en los que se aplican. La tercera función es la estética que para los consumidores es lo más importante, ya que es la que los hace ver mejor (Brea *et al.*, 2014).

2.2.13 Tipos de cosméticos

Como muchas otras industrias, la de los cosméticos ha ido evolucionando y cambiando debido a los avances científicos y tecnológicos, por lo que sus clasificaciones también lo han hecho. Sin embargo, estas están sujetas a normativas y estándares que varían en función de los reglamentos que cada país establece. Vivanco (2016), establece que hay tres categorías principales que son los cosméticos convencionales, cosméticos naturales y comercios orgánicos o ecológicos.

Los cosméticos convencionales están compuestos por sustancias químicas que pueden ser muy perjudiciales para la salud de las personas y de los animales cuando los productos se testean en ellos. Generalmente, se emplean sustancias como aceites minerales, fenol, fenil, ftalatos, colorantes, solventes derivados del petróleo y fragancias artificiales, entre los principales. Evidentemente, estos compuestos tienen efectos negativos en la salud de las personas como alergias, irritación en la piel, problemas hormonales, daños genéticos en bebés y problemas de pigmentación (Vivanco, 2016).

Por otra parte, se encuentran los cosméticos naturales que son productos que no tienen ninguna sustancia química en su composición, pues se elaboran utilizando plantas, frutos, granos, semillas y hierbas. Debido a esto se considera que no tienen ningún perjuicio para la salud pues sus propiedades naturales hacen que sea posible su uso por un largo tiempo. En los últimos años, debido al movimiento a favor del cuidado medioambiental, la cosmética natural ha cobrado mayor fuerza. Aunque en contra de este tipo de cosméticos se debe decir que su

eficacia no está totalmente comprobada, pues esta depende fundamentalmente de su composición, formulación, concentración y frecuencia en la que se aplica (Vivanco, 2016).

Según la clasificación que se mencionó de Vivanco (2016), el último tipo son los cosméticos orgánicos o ecológicos, que al contrario que los naturales deben cumplir con una rigurosa normativa sobre los procesos y productos que se utilizan. Son los organismos internacionales oficiales los encargados de verificar que se cumplan con los estándares para que califiquen como cosméticos orgánicos. Por lo tanto, los cosméticos ecológicos tienen que cumplir con ciertos parámetros que aseguren su calidad.

Otra clasificación de los productos cosméticos la ofrecen Hernández y Pardo (2015), basándose en la función que cumplen, como se muestra en el Anexo II.

Sin lugar a duda, existe una amplia clasificación de los cosméticos y estas varían de acuerdo con cada autor. En la primera clasificación que se revisó, los tipos de cosméticos se determinan de acuerdo con sus composiciones y riesgos. Sin embargo, en la segunda clasificación esta se establece de acuerdo con la función que desempeñan estos productos y también guarda relación con la definición de cosméticos que se mencionó al principio.

2.2.14 Jabones artesanales

Los jabones artesanales están hechos a mano y saponificados en frío y se caracterizan porque utilizan ingredientes totalmente naturales. Precisamente, al llevarse a cabo la saponificación en frío esto permite que los jabones mantengan todas sus propiedades, sobre todo las de los aceites esenciales que se les añaden. Como se trata de un producto artesanal,

tiene características diferentes que un jabón industrial, con beneficios para la piel y ofreciendo la oportunidad de agregarle hierbas aromáticas con aceite, lo que le puede dar un valor agregado al producto como el de exfoliación corporal. Otro aspecto positivo de los jabones artesanales es que no tienen un olor excesivamente fuerte, sino un aroma suave y natural.

Los beneficios de los jabones artesanales son principalmente para la piel como el tratamiento del eczema y la reducción de la intensidad de picor en la piel. Además, mejora su apariencia porque le da un aspecto de estar hidratada y saludable, gracias a sus componentes de hierbas, plantas y frutos. De acuerdo con los ingredientes naturales que se utilicen, la piel obtendrá propiedades estimulantes, antisépticas, relajantes, depurativas, regenerativas, protectoras, astringentes y exfoliantes. Gracias a su textura y aroma tienen propiedades de relajación y, finalmente, contribuyen para tratar enfermedades cutáneas (Lay *et al.*, 2020).

Por su parte, Caisaguano (2010) señala que los jabones artesanales son: “aquellos fabricados a mano, con incorporación de productos naturales, sin colorantes que puedan irritar su piel, además para que un jabón sea considerado natural 80% de su materia prima no debe contener tóxicos perjudiciales para el consumidos” (p.9). Debido a su elaboración completamente artesanal, estos jabones se pueden utilizar para cualquier tipo de piel, como aquellos que tienen una piel sensible, alergias o dermatitis que no les permite utilizar una barra de jabón convencional.

Como ya se mencionó, el método tradicional para fabricar jabones artesanales se basa en el proceso de saponificación básica de aceites o grasas, es decir, se convierte un ácido graso en

jabón. Esto se puede realizar tanto en frío como en caliente, pero siempre se mantendrá su carácter artesanal, lo que facilita que se incorporen sustancias suavizantes, hidratantes y emolientes, al igual que exfoliantes que contribuyan a limpiar la piel mediante la eliminación de las células muertas que se encuentran en la superficie.

2.2.15 Control de calidad de los productos cosméticos

Es importante que se lleve a cabo un riguroso control de calidad de los productos cosméticos y para establecer un programa de control de calidad adecuado, se deben valorar los riesgos microbiológicos en función de la calidad de las materias primas, su proceso, condiciones de fabricación y el uso final que se le dará al producto. El control microbiológico de los productos cosméticos se debe implementar durante todas las fases de producción, que incluyen las materias primas, los productos a granel y los productos terminados (Banquez, 2019).

Los parámetros químicos que se consideren para determinar la calidad de un producto cosmético variarán de acuerdo con el tipo y composición de la fórmula, sus propiedades críticas y los posibles contaminantes. Entre algunas formas en que se puede realizar el control microbiológico del producto, se encuentran el análisis del riesgo microbiológico, que incluyen la determinación de la actividad del agua y el establecimiento del programa de control microbiológico. También se identifican los microorganismos presentes y se evalúa la eficacia microbiana del sistema conservante (Banquez, 2019).

También se deben realizar ensayos fisicoquímicos para valorar los siguientes aspectos: características organolépticas, pH, densidad, viscosidad, signo de la emulsión, estabilidad de la

emulsión, tamaño de partícula, índice de peróxidos, índice de refracción, acidez libre, álcali libre, granulometría, humedad y residuo seco. Además, se tiene que implementar la detección de los siguientes patógenos: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* y *Burkholderia cepacia* (Banquez, 2019).

Una vez que el producto está envasado se debe analizar bajo diferentes condiciones de luz y temperatura para detectar si existe alguna alteración en el envase. Los ensayos que se deben realizar se deben hacer bajo condiciones de 5 °C, 45 °C, exposición directa a la luz y oscuridad, ensayos de pérdida de peso en el producto, ensayos para valorar el envase en función de su color, deformación o roturas y, por supuesto su funcionalidad (Banquez, 2019).

Cuando ya se han obtenido los resultados de los análisis, tanto los productos como las materias primas deberán recibir la aprobación ser rechazados. Aquellos que han sido aprobados podrán ser distribuidos y los productos rechazados deberán separarse para destruirlos o devolverlos. Evidentemente, la elaboración de productos cosméticos se encuentra intrínsecamente relacionada con las buenas prácticas de manufactura, que incluyen que las empresas que estén encargadas de la producción de cosméticos deben tener personal que sea muy competente con una formación adecuada y experiencia. Además, la infraestructura y equipos que se utilicen deben estar en óptimas condiciones, así como los materiales que se utilizan durante la fabricación (Banquez, 2019).

2.2.16 Límites microbianos en los productos cosméticos

Como parte del control de calidad también se deben incluir los estudios microbiológicos para evaluar correctamente el producto, ya que, si tienen determinada presencia de microorganismos patógenos u otros que puedan alterar el producto, estos ya no serían aptos para que sean utilizados para el consumo humano. Dicho control microbiológico no debe realizarse únicamente cuando el producto ya esté terminado, sino durante todas las etapas de su proceso de fabricación.

Estos microorganismos se pueden controlar a través de su eliminación, inhibiendo su multiplicación o destruyéndolos totalmente. Los métodos que se utilicen para ello dependen de la sensibilidad de los microorganismos que se hayan identificado. Cáceres (2018), señala que en los productos que están terminados se debe asegurar que estén libres de un tipo cantidad determinada de microorganismos que pueden afectar su calidad y la seguridad sanitaria del consumidor. Posteriormente, se debe asegurar que los microorganismos que van a estar presentes durante el ciclo de vida del producto, no lo afecten negativamente.

Según la Norma Técnica Ecuatoriana, los límites microbiológicos con los que deben cumplir los productos cosméticos se clasifican como se muestra en el anexo III.

2.2.17 La piel

La piel es considerada como uno de los órganos más importantes del cuerpo, pues compone la cubierta externa del ser humano. Además, es el órgano más grande porque cubre una superficie de al menos 2 m² y un peso entre 4 y 5 kilogramos. Está formada por tres capas que son realmente diferentes entre sí, tanto en su anatomía como función, que son la epidermis,

dermis e hipodermis. Además, estas tres capas tienen un origen embriológico distinto, pues la epidermis se deriva del tejido ectodérmico, y la dermis y la hipodermis provienen del mesodermo.

La epidermis es un epitelio plano poli estratificado y queratinizado que cubre la totalidad de la superficie corporal. Es la capa de la piel con mayor número de células y con una dinámica de recambio extraordinariamente grande. Presenta un espesor variable, con un valor medio de 0,1 mm, pudiendo alcanzar en zonas, como las plantas de los pies y las palmas de las manos, espesores de hasta 1 o 2 mm (J. García & Alonso, 2021).

La dermis es la estructura que le otorga un soporte a la piel y le da resistencia, elasticidad y una capacidad de adaptación a diferentes movimientos y cambios de volumen. Tiene un grosor máximo de 5 mm y se conecta con la epidermis en la membrana basal. Su composición es principalmente fibro-elástica, con colágeno y fibras elásticas. Además, su tejido es altamente vascularizado para darle alimento a la epidermis, por lo que contiene vasos sanguíneos, linfáticos, nervios sensitivos, músculos, folículos poli sebáceos y glándulas sudoríparas (J. García y Alonso, 2021).

La última capa es la hipodermis que es la más profunda de la piel y también se la conoce como tejido celular subcutánea. Está principalmente constituida por adipocitos que están dispuestos en lóbulos de células grasas que están separados por haces de fibras colágenas y elásticas, llamados trabéculas. El tejido adiposo le sirve al cuerpo como una reserva de energía,

amortigua la piel, le da un contorno al cuerpo y permite que la piel se mueva sobre las estructuras que se encuentran debajo de ella (Navarrete, 2003)

2.2.17.1 Función de la piel

La piel desempeña diferentes funciones importantes, empezando por la función de barrera epidérmica que garantiza que el medio fisiológico interno se mantenga y protege al organismo contra las agresiones que le pueden provocar los factores externos como el calor, frío, radiaciones UV, sustancias que pueden ser dañinas y las bacterias. Además, la piel también cumple una función de soporte y protección que normalmente la ejerce la dermis, aportando a la piel flexibilidad, fuerza y protección a las estructuras más profundas. El colágeno y el ácido hialurónico fortalecen la piel y le dan un anclaje sólido a la epidermis. La hipodermis sirve como un almacenamiento de energía y funciona como protector térmico y de golpes (J. García y Alonso, 2021).

Unida a la función de barrera se encuentra la función inmunitaria de la piel que es muy importante porque impide que ingresen patógenos. Al contener péptidos antimicrobianos y lípidos, se puede consolidar una barrera biomolecular que altera las membranas de las bacterias. Por otra parte, se encuentra la función endocrina que tiene la piel gracias a la vitamina D3 que se obtiene a través de dos fuentes: la dieta y la producción endógena. La función exocrina sucede por la secreción del sudor y por las glándulas sebáceas que están presentes en la piel (J. García y Alonso, 2021).

Otra función que desempeña la piel que es cumple las fases de hemostasia, inflamación, proliferación y remodelación, un proceso totalmente complejo que permite la curación de las heridas. Gracias al entramado vascular vasoactivo dérmico se desarrolla la función de termorregulación, donde están implicados los cuerpos glómicos que se encuentran formados por células glómicas, vasos y células musculares lisas. Finalmente, la piel desempeña una función sensorial por las terminaciones nerviosas que le permite recibir información por el tacto, claro, frío y dolor (J. García y Alonso, 2021).

2.2.17.2 Vías de absorción a través de la piel

La absorción percutánea se define como:

“Un proceso mediante el cual una droga se moviliza secuencialmente a través de la capa córnea, capas viables de la epidermis y dermis papilar, bajo la influencia de una gradiente de concentración y su coeficiente de difusión por todas las capas de la piel hasta alcanzar el torrente circulatorio” (L. Sánchez, 2018).

Aunque la piel cumple con una función de barrera, existen diferentes vías de penetración que permiten que se absorban ciertos medicamentos. La primera de ellas es la vía transcelular que se considera como la más importante, sobre todo para la absorción de medicamentos que se aplican tópicamente. Para que la absorción sea completa, es fundamental que las moléculas que se utilicen sean sustancias lipofílicas con bajo peso molecular, pues de esta manera podrán penetrar rápidamente por la capa córnea y los lípidos que están en las glándulas sebáceas (Rodríguez, 1998).

Las vías de absorción de la piel pueden ser transepidérmica y transapendicular. Por la vía transepidérmica, las sustancias atraviesan la epidermis intercelularmente, intracelularmente o de forma mixta. Si ingresan intracelularmente lo hacen mediante los corneocitos y para ingresar intercelularmente, utilizan los espacios intercelulares. Esta última es la vía que escogen la mayoría de los fármacos para penetrar en la piel y tener acceso a las capas más profundas de la epidermis. Sánchez (2018), la define como una ruta tortuosa porque la difusión del principio activo ocurre a través de los canales lipídicos.

La vía transapendicular tiene lugar por los folículos pilosos y glándulas sudoríparas ecrinas. Esta vía se reconoce como la más rápida porque tiene una superficie muy limitada para permitir que los medicamentos penetren considerablemente. A su vez, esta vía tiene una vía transfolicular, donde las sustancias ingresan por el aparato pilosebáceo, constituido por pelo y las glándulas sebáceas. El sebo permite que los medicamentos lipofílicos se disuelvan superando la barrera cutánea. Las sustancias de estos medicamentos tienen un alto coeficiente de reparto y son solubles en sebo (Sánchez, 2018).

La otra vía es transudorípara, donde las glándulas sudoríparas ecrinas permiten que las sustancias se extiendan desde la profundidad de la dermis hasta el estrato córneo. No se encuentra entre las vías más importante, pues supone solamente una pequeña ruta de absorción. Aun así, es eficaz gracias a los folículos pilosos y las glándulas sudoríparas endocrinas y apocrinas que son un excelente camino para superar la barrera epidérmica. El sudor que se vierte al exterior también desarrolla un papel importante en la termorregulación corporal y las

sustancias que absorbe con mayor facilidad son las de carácter polar, hidrófilas de peso molecular y solubles en el sudor (Rodríguez, 1998).

2.2.18 Exfoliación de la piel

La exfoliación de la piel es un proceso que consiste en la eliminación de células muertas y su regeneración. Es importante porque las células muertas provocan que la epidermis esté propensa a manchas e irritaciones, obteniendo una apariencia seca, pálida y sin vida (Rivas, 2016). Zumalacárregui y Ferrer (2021), define a la exfoliación como:

“El proceso natural de renovación celular de la piel mediante la eliminación de las células muertas de la epidermis. Cuando este proceso se altera por una enfermedad y las células muertas se acumulan en la epidermis se da un engrosamiento y una apariencia escamosa. Se usa para mejorar el aspecto de la piel dañada por el sol, disminuir arrugas, mejorar cicatrices de acné o varicela, y decolorar o eliminar manchas”. (párr.3)

2.2.18.1 Tipos de exfoliantes

Rivas (2016), clasifica a los exfoliantes en físicos, químicos y enzimáticos. Los exfoliantes físicos son sustancias que contienen unos pequeños gránulos dispersos sobre una base cremosa. Los exfoliantes físicos, a su vez se pueden clasificar según su origen. Los que son de origen animal se encuentran en cáscaras de huevo o polvo de perla, los de origen vegetal provienen de semillas de almendras, nueces o copas de avena y los exfoliantes sintéticos que son polímeros particulados orgánicos (Urbano, 2017).

Por otra parte, los exfoliantes químicos son peelings de ácidos frutales con alfa-hidroxiácido, beta-hidroxiácidos y otros que se elaboran a partir de la síntesis de ácido glicólico, pirúvico, láctico y salicílico, con AHA y BHA. Finalmente, los exfoliantes enzimáticos han sido elaborados a partir de las enzimas de frutas como la papa que se mezclan y preparan en disolución justo en el momento en que van a utilizarse para evitar que sean inestables (Rivas, 2016).

2.2.18.2 Técnicas de exfoliación

Las técnicas que se utilicen para la exfoliación de la piel permiten mejorar su suavidad y apariencia y que las sustancias activas de los cosméticos que se apliquen posteriormente en la piel se absorban de mejor manera. La primera técnica es la exfoliación en seco que se puede emplear antes de cualquier tratamiento para eliminar células muertas utilizando un guante o esponja. La segunda técnica es la exfoliación cosmética, para la que se utilizan los exfoliantes físicos, químicos o enzimáticos y el tiempo que se realice dependen de las características del exfoliante que se está utilizando. La tercera técnica es la exfoliación mecánica que se hace con la ayuda de cepillos, cristales de dióxido de aluminio, microdermoabrasión, o de vibraciones ultrasónicas, peeling ultrasónico (Rivas, 2016).

2.2.19 Beneficio de la borra de café en la piel

Montalvo y otros (2014) señalan que la borra de café tiene varios beneficios para la piel al ser un poderoso antioxidante por las concentraciones que tiene de cafeína. Además, tiene un efecto estimulante que puede eliminar toxinas y grasas, obteniendo como resultado una piel

más tersa. También sirve para combatir las ojeras porque logra activar la circulación sanguínea y desinflamar la zona.

Por su parte, Guarino (2019) señala que la borra de café también protege a la piel frente a la radiación ultravioleta del sol y el envejecimiento, debido a que la cafeína al ser administrada por vía tópica inhibe la formación de tumores causados por los rayos UV. Los residuos del café pueden utilizarse para disminuir la sequedad de la piel porque aumenta su hidratación, recupera el pH y disminuye la descamación. Finalmente, tiene un efecto de disminución de la inflamación de la piel causada por la dermatitis.

2.2.20 Acción de los micro gránulos de café en la piel

La acción de los micro gránulos de café en la piel es de carácter exfoliante, ya que retirarían la piel muerta, a la vez que se activan todas las propiedades y beneficios de la borra de café, como su efecto antioxidante. Por sus componentes fenólicos pueden fortalecer y renovar la barrera protectora de la piel, mejorará la circulación sanguínea en todo el rostro y al no contener otros químicos que alteren sus propiedades, no alterará el equilibrio natural de la piel. Además, la acción exfoliante no tendrá por qué irritar la piel, debido a que los micro gránulos son muy suaves y serán receptados muy bien por la piel. Entre otras de las acciones que tendrán los micro gránulos se encuentran la limpieza de impurezas, la tonificación y su actuación como un relajante natural (Montes *et al.*, 2019).

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Antioxidante: es cualquier sustancia que retrasa o previene que un sustrato oxidable se oxide. Es conocida como una propiedad que está presente en las células y órganos del cuerpo humano, pero también se puede obtener este beneficio a partir de diferentes alimentos.

Biomasa residual: se entiende por biomasa cualquier tipo de materia orgánica cuyo origen sea el resultado de procesos biológicos. Las moléculas orgánicas de la biomasa contienen energía acumulada en sus enlaces, que se libera durante el proceso de combustión. Según su origen, la biomasa se puede dividir en primaria, secundaria, residual y fósil. La **biomasa residual** se produce debido a determinados tipos de actividades humanas entre ellas la basura urbana, estiércol, etc. (Saura, 1981).

Borra de café: es el subproducto que se obtiene tras terminar el proceso mediante el que se produce el café soluble, es decir, el tostado, molido y extracción de solubles que logran transformar la estructura del grano de café agrietando su estructura.

Café: se conoce como café a los granos extraídos de plantas tropicales perennes, cafeto, y su morfología es muy variable, después de tostar y moler se utiliza principalmente para preparar y beber (Lagunes *et al.*, 2019).

Control de calidad: son las normas y parámetros que se utilizan para verificar que un producto o servicio está cumpliendo con los estándares dados por la normativa que está vigente en un país. Este abarca todo el proceso de elaboración hasta la entrega del producto y tiene como objetivo evitar que al consumidor le lleguen productos en mal estado.

Cosméticos: toda sustancia o preparado destinado a ser puesto en contacto con las diversas partes superficiales del cuerpo humano como la epidermis, sistema piloso y capilar, uñas, labios y órganos genitales externos, o con los dientes y las mucosas bucales, con el fin exclusivo y principal de limpiarlos, perfumarlos, modificar su aspecto, y/o corregir los olores corporales, y/o protegerlos o mantenerlos en buen estado.

Exfoliación: es un proceso natural de renovación de la piel mediante el cual se pueden eliminar las células muertas de la epidermis. Cuando se acumulan las células muertas en la epidermis, hiperqueratosis, pueden provocar un engrosamiento indeseable de la piel (D. García, 2017).

Exfoliante: es un producto cosmético que se utiliza para retirar las células muertas de la piel.

Gránulos de polietileno: son hidrocarburos de alto peso molecular que permanecen muy estables en la formulación. El tamaño de partícula más comúnmente utilizado en partículas de polietileno es de 250-500 μm . Las partículas son esféricas y no causarán hipersensibilidad ni irritación a la piel (Azcona, 2006).

Jabón artesanal: es un producto cosmético que está elaborado a mano, utilizando herramientas simples o mecánicas para producirlo. No requiere de un amplio proceso para su producción porque se hace de forma no industrial.

Piel: es el órgano más grande de todo el cuerpo, pues lo cubre y se encarga de protegerlo de factores externos como bacterias, sustancias químicas y la exposición directa a temperaturas muy altas o bajas.

Propiedades químicas: son las particularidades que alteran y le otorgan a una sustancia su estructura interna o molecular. Se pueden observar cuando hay un cambio en la composición original.

CAPITULO 3

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se basa en un método experimental cuantitativo descriptivo debido a que con los datos numéricos adquiridos durante el proceso experimental se realizó una interpretación sobre la acción positiva de la borra de café en la piel mediante la elaboración de un jabón exfoliante corporal. De la misma manera la investigación tiene un nivel exploratorio y descriptivo debido a que se muestra la razón por la que es importante una exfoliación en cuanto a salud y estética.

3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La investigación está dentro de un diseño predictivo experimental, debido que la borra de café se va a someter a diferentes procesos fisicoquímicos y microbiológicos con el fin de obtener una materia prima de calidad para la elaboración de un jabón corporal exfoliante de uso cosmético. El mismo será adquirido a través de diferentes cafeterías de la ciudad de Cuenca-Ecuador.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Para la obtención de la materia prima se realizó un estudio de mercado en las cafeterías más concurridas de la ciudad de Cuenca, cuestionando sobre la acción que toman al desechar la borra de café. Se tomó en cuenta el tiempo en que fueron desechadas y la cantidad que pueden brindar.

3.4 VARIABLES

Dependiente: actividad exfoliante, elaboración de jabón exfoliante.

Independiente: concentración de micro gránulos de café, tamaño de partícula de micro gránulos de café.

Interviniente: intervención de la humedad en el residuo de café.

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos fueron la observación documental mediante la ayuda de información bibliográfica, cuadros estadísticos encontrados en documentos, artículos de revistas científicas, tesis, manuales y libros vistos en diferentes bases de datos como: Google Escolar, Scielo, Scopus, Dialnet, Springer, Elsevier entre otros diferentes repositorios. Agregando también programas de referencia como Zotero. Adicionalmente se va a ocupar la técnica de observación no estructurada, que incluyen instrumentos como diario de campo, cinta, bolígrafos, cámara fotográfica, impresora, hojas, fundas, frascos ámbar, Corneometer® CM825 y Digital Moisture Oil Content Analyzer SK-8

3.6 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Las técnicas de procesamiento de datos propuestos son inductivas debido a que se va a realizar la experimentación, análisis de la materia prima y producto terminado. Adicionalmente una técnica con una interpretación de resultados de las pruebas de laboratorio, para la cual se va a utilizar la técnica gráfica como: histogramas, gráficos de pastel, tablas, con un modelo estadístico ANOVA mediante programas como Infostat y Matlab.

3.7 PROCEDIMIENTO

3.7.1 Recolección de la materia prima

Se han realizado pedidos de desechos de café en 11 cafeterías, de la Provincia del Azuay, Cantón Cuenca, de las cuales tres de ellas regalan a personas con fines para abono agrícola, y el resto lo desechan. Sin embargo, finalmente se logró obtener cinco muestras de café arábica como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7: Muestras recolectadas de diferentes cafeterías sin secar

Muestra	Peso (gramos)
1	409.92
2	468.49
3	423.74
4	425.89
5	428.2

Fuente: Autora

3.7.2 Preparación de los residuos de café

Se lavaron los residuos, por triplicado, con agua a temperatura ambiente, previamente destilada y esterilizada, la cual mediante la ilustración 2 se puede observar el procedimiento.



Ilustración 2: Lavado de la materia prima

Fuente: Autora

Luego se colocó los residuos en un rango de 75-80 gramos por bandeja de aluminio. Se realizaron pruebas de cada muestra midiendo su porcentaje de humedad mediante la balanza Mettler Toledo HB43-S Halogen, pasadas las 24, 48 y 72 horas con diferentes temperaturas, logrando una humedad menor al 6%, de tal manera que se puede evitar la proliferación de microorganismos perjudiciales. (Serna-Jiménez *et al.*, 2018), en este caso como se puede observar la ilustración 3 el porcentaje de humedad es menor a lo que se espera, con lo que se puede decir que se obtiene un buen resultado.



Ilustración 3: Porcentaje de humedad mediante la Balanza Halógena

Fuente: Autora

3.7.3 Tamizaje de los residuos de café

Al obtener los residuos de café completamente secos y con el porcentaje de humedad adecuado, se realizó el proceso de tamizaje, con el cual se logra dividir los diferentes tamaños de partícula. Se tomó aproximadamente de 80 a 100 gramos de residuos y se colocó en una pila de tamices en orden descendente con tamaños de 600 μm , 425 μm , 300 μm , 250 μm , 212 μm y 180 μm .



Ilustración 4: Borra de café tamizada

Fuente: Autora

Por consiguiente, como se puede observar la ilustración 5 se procedió a medir el porcentaje de humedad y peso de cada tamaño extraído pasado 96 horas a temperatura ambiente, se realizó un proceso por duplicado y con una sola medida para los del intervalo de 180 μm -250 μm , debido a la cantidad que se obtuvo de cada uno de ellos. Por lo tanto, se logró obtener prácticamente 4 tamaños de importancia, debido que los residuos de 180 μm a 300 μm han obtenido porcentajes de humedad mayores a 6%.



Ilustración 5: Determinación de humedad por tamaño de partícula de la materia prima

Fuente: Autora

3.7.4 Caracterización de los micro gránulos de la borra de café

Para caracterizar la borra de café se realizaron los ensayos que constan a continuación.

Densidad mínima aparente (Dma): se utilizó una probeta graduada de 100 mL y se pesó un estimado de 10 g de la borra de café y se midió el volumen

Ecuación 1: Fórmula de la densidad mínima aparente

$$Dma \frac{\text{peso micro gránulos (g)}}{\text{volumen ocupado (mL)}}$$

Fuente: (Torres, 2017)

Densidad por asentamiento (DMA): la cantidad tomada en la probeta graduada anteriormente se da ligeros golpes mecánicamente a la probeta contra la superficie, midiendo así la diferencia del volumen inicial y volumen final.

Ecuación 2: Fórmula de la densidad mínima por asentamiento

$$DMA \frac{\text{peso micro gránulos (g)}}{\text{volumen apelmazado (mL)}}$$

Fuente: (Torres, 2017)



Ilustración 6: Prueba de la densidad mínima aparente y por asentamiento

Fuente: Autora

Mediante la ilustración 6 se puede observar los ensayos descritos anteriormente, en los cuales mediante los datos obtenidos y las ecuaciones 1 y 2 se obtendrá la caracterización de los microgránulos de los residuos de café.

3.7.5 Prueba de pH

Mediante este proceso se puede medir el potencial de hidrógeno en cada uno de los tamaños de partículas obtenidas, con la finalidad de ver si existe alguna diferencia entre ellas. Se tomará de cada tamaño un total de 5 gramos en 100 mL de agua destilada y se coloca en un matraz de 250 ml, acto seguido mediante un agitador magnético y magneto a 200 rpm se deja reposar durante cinco minutos, para finalmente mediante un potenciómetro medir el pH de cada uno, como se observa en la ilustración 7.



Ilustración 7: Pruebas de pH de la borra de café

Fuente: Autora

3.7.6 Pruebas microbiológicas

Para las pruebas microbiológicas se consideraron las normas ISO e INEN y se utilizó placas Petrifilm, el cual mediante la ilustración 8 se puede observar los materiales y agares a utilizar en cada una de las pruebas



Ilustración 8: Materiales para utilizar en las pruebas microbiológicas

Fuente: Autora

3.7.6.1 Recuento aeróbico mediante placas Petrifilm 3M

- Se preparó una solución madre formada por 10 gramos de muestra con 90 mL de solución de agua de peptona buferada.
- Se realizaron diluciones 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} agregando 9 mL de agua de peptona en tubos de ensayo tapa rosca.
- De la solución madre se toma 1 mL, se coloca en el tubo 10^{-2} y se homogeniza. De la misma manera se procede con los siguientes tubos con diluciones cuantas veces sean necesarias.
- Se colocaron las placas Petrifilm en una superficie recta, plana y se procede a levantar la parte superior de la placa.
- De manera perpendicular se colocó la pipeta hacia la placa y se dispersó 1 mL en cada una.
- Se dejó caer levemente la parte superior de la placa, evitando la creación de burbujas.

- Finalmente se colocó sobre la lámina superior el aplicador, cubriendo el inóculo y se realizó una ligera presión.
- Se retiró el aplicador y esperó unos minutos hasta que se solidifique el gel, ver ilustración 9.
- Se incubaron las placas apiladas boca arriba a $35\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ durante 24 - 48 horas.
- Posteriormente se realizó el recuento de unidades formadoras de colonias que presentaron un color rojizo. Ver Anexo IV.



Ilustración 9: Siembra en placas Petrifilm

Fuente: Autora

3.7.6.2 Recuento de mohos y levaduras mediante el procedimiento establecido en la normativa INEN 1529-10:2013

- Se preparó una solución madre con 10 gramos de muestra con 90 mL de solución de agua de peptona buferada.
- Se realizaron diluciones 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} agregando 9 mL de agua de peptona en tubos de ensayo tapa rosca.

- De la solución madre se toma 1 mL se coloca en el tubo 10^{-2} y se homogeniza. De la misma manera se procede con los siguientes tubos con diluciones cuantas veces sean necesarias.
- Se inoculan las placas por el método de vertido, en el cual se toma una alícuota de 1 mL de cada dilución y se pipetea por duplicado en las cajas Petri.
- Cuando el agar PDA con Cloranfenicol se encuentre a una temperatura de $47\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ se procedió a agregar de 15 a 20 mL en cada caja
- Se mezcló el agar fundido con el inóculo mediante pequeños giros siguiendo las manecillas del reloj y viceversa.
- Una vez el medio está completamente solidificado, ver ilustración 10, se incubó a $22\text{-}25\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante tres a cinco días
- Pasado el tiempo indicado, se procedió a contar la presencia de colonias mediante un contador.



Ilustración 10: Siembra por vertido en placa

Fuente: Autora

3.7.6.3 Detección de *Escherichia coli*

Para el ensayo se realizó el procedimiento según ISO 21150:2015, con algunas modificaciones con relación al medio de cultivo y caldos nutritivos, debido a que no hay un procedimiento específico para la detección en sí de *Escherichia coli* en alimentos, por ende, se optó por utilizar la metodología basada en cosméticos.

- Se realizó una solución madre que cuenta con 5 g de la muestra y 45 mL de agua de peptona buferada
- Se incubó de 20 a 72 horas a 32.5 °C +/- 2.5 °C.
- Se procede a colocar en cajas Petri el Agar Cromogénico E. coli-Coliformes (CCA) y esperar a que se solidifique.
- Pasado el tiempo indicado se tomó con un asa, se flameó, se tomó un poco de la muestra y se realizaron estrías consecutivas sin recargar el asa con muestra, como se muestras en la ilustración 11.



Ilustración 11: Siembra por agotamiento de Escherichia coli

Fuente: Autora

3.7.6.4 Detección de *Staphylococcus aureus*

Se tomó el procedimiento según las normas ISO 22718:2015 con ciertas modificaciones en cuanto a medios de cultivo y agar nutritivo.

Se pesa 1 gramo de jabón y se disuelve en 9 mL de agua de peptona, luego se incuba a 35 °C por 24 horas, mediante la técnica de siembra por vertido en placa se siembra 1 mL de la solución madre y a continuación se agrega 15 a 20 mL de agar Manitol un total a 45-47 °C y esperar a que solidifique, incubar durante 48 horas a 32.5 ± 2.5 °C. En el caso que no exista crecimiento alguno reportar como AUSENCIA, por lo contrario, si hay presencia se puede observar un viraje de color verde, momento en el que se debe realizar pruebas confirmatorias para observar la morfología de las colonias.

3.7.6.5 Detección de *Pseudomona aeuroginosa*

Se realizó el procedimiento según las normas ISO 22717:2015: de la solución madre realizada anteriormente se toma 1 mL y se siembra por vertido en placa, se agrega el Agar MacConkey un total de 15-20 mL y se procede a girar la caja de acuerdo con las manecillas del reloj y viceversa durante un minuto, con el fin de lograr la homogenización completa del agar y la solución, a continuación, se incuba a 32.5 ± 2.5 °C durante 24 o 48 horas. En el caso que no exista crecimiento alguno reportar como AUSENCIA, por lo contrario, si hay presencia se puede identificar mediante el cual la existencia de puntos blancos de diferente tamaño en el agar, por lo que se debe realizar las pruebas confirmatorias para observar la morfología de las colonias.



Ilustración 12: Siembra en diferentes tipos de medio de cultivo

Fuente: Autora

Mediante la ilustración 12 se puede observar las siembras en los diferentes medios de cultivo para determinar si la borra de café posee un alto porcentaje de contaminación o no.

3.7.7 Caracterización cualitativa

Para el proceso del tamizaje fitoquímico se tomó en cuenta las técnicas descritas por Alvarez y Pallazhco (2018), los mismos que se basaron en “Manuales de Prácticas de Laboratorio de Farmacognosia y Fitoquímica, de la Universidad de Guayaquil”.

3.7.7.1 Preparación de extractos

Para la preparación de los extractos se realizó una proporción de 1:3, muestra: solvente, agua: metanol. Para cada extracto se añadió 33.33 g de borra de café en 100 mL de solvente como se puede observar en la ilustración 13, acto seguido se dejó macerar por tres días en un lugar oscuro, tapado herméticamente, en un recipiente de vidrio. Pasado el tiempo indicado se procedió a filtrar, almacenando cada extracto en un frasco ámbar con tapa.



Ilustración 13: Extracto etanólico y acuoso de la borra de café

Fuente: Autora

3.7.7.2 Ensayo de Shinoda (Flavonoides)

En un tubo de ensayo se colocaron 5 mL del extracto hidroalcohólico y se añadieron dos virutas de magnesio, se puede observar un burbujeo y es debido a la reacción del magnesio y el extracto, finalmente se agregó tres gotas de ácido clorhídrico concentrado. Para comprobar la presencia de flavonoides se tomó en cuenta la aparición de una coloración amarillenta, naranja, carmelita o rojo. En el caso del extracto acuoso se agregó una gota de HCl concentrado.

3.7.7.3 Ensayo de Dragendorff y/o Wagner (Alcaloides)

Se tomó una muestra de 5 mL de los extractos en un tubo de ensayo, la cual se procedió a evaporar en baño maría hasta obtener un residuo en el que se agregó 1 mL de ácido clorhídrico al 1%, se calentó suavemente y se dejó enfriar a temperatura ambiente. Una vez obtenida la solución ácida se realiza el ensayo de Dragendorff, en el cual se añade tres gotas del reactivo que lleva su mismo nombre e inicia la presencia de opalescencia, turbidez o precipitación de tono anaranjado marrón. Con el mismo procedimiento se realiza para el ensayo de Wagner, añadiendo en estos caso una pizca de cloruro de sodio en polvo.

3.7.7.4 Ensayo de Cloruro Férrico (Fenoles-Taninos)

Se tomó una muestra de 5 mL de extracto acuoso al cual se le agrega tres gotas de la solución de tricloruro férrico al 5%, mostrando la aparición de diferentes colores se puede observar la presencia de compuestos fenólicos, taninos tipo pirocatecólicos y taninos pirogalotánicos.

3.7.7.5 Ensayo de Espuma (Saponinas)

Se agitó fuertemente un aproximado de 3 a 5 minutos un tubo de ensayo con 5 mL del extracto acuoso, con el fin de generar espuma, considerando positiva la prueba si la espuma logra permanecer por 2 minutos a 2 mm de altura.

3.7.8 Caracterización Cuantitativa

3.7.8.1 Preparación de extractos

Se realizaron dos procedimientos para los extractos.

Extracto 1: en un vaso de precipitación se preparó una solución de alcohol etílico al 96% y agua destilada en una proporción 1:1, a continuación se agregó 1 gramo de borra de café y 9 mL de la solución anteriormente preparada en un vial de 15 mL, posteriormente se llevaron los viales a ultrasonido a una temperatura de 40 °C por 2 horas, pasado el tiempo indicado se llevó a una centrifuga a 4500 rpm por 30 minutos, se filtró el sobrenadante y como último procedimiento se envasó en un frasco ámbar, como se puede observar en la ilustración 14, finalmente se cubre con papel aluminio para evitar la degradación de fenoles.

Hay que tomar en cuenta que los extractos deben ser rotulados y almacenados a una temperatura de refrigeración de 4 °C hasta su posterior análisis, siguiendo el protocolo de Ticliahuanca y Ramos (2020), con algunas modificaciones realizadas.

Extracto 2: esta extracción es de tipo sólido-líquido en el cual se utilizó 4 gramos de borra de café en 80 mL de un disolvente compuesto por agua destilada y ácido clorhídrico a una concentración de 0.01% v/v. Se colocaron en cada vial un 1 gramo en 20 mL de la solución anterior

mencionada, se procedió a calentar a una temperatura de 65 °C durante 30 minutos con agitación constante a 95 rpm. Pasado el tiempo indicado, se centrifugó el extracto producido de cada vial a 7500 rpm por 15 minutos, posteriormente se decantó el sobrenadante y se conservó a una temperatura de -20 °C hasta su próximo análisis. Este procedimiento se llevó a cabo siguiendo el protocolo realizado por Cortés & Ramírez ((Cortés & Ramírez, 2017), con algunos cambios realizados por la autora.



Ilustración 14: Elaboración de extractos para la caracterización cuantitativa

Fuente: Autora

3.7.8.2 Cuantificación de Fenoles

Para la determinación de la presencia y contenido de fenoles totales en los extractos, se utilizó el método colorimétrico con el reactivo Folin-Ciocalteu, según la metodología de Ayala-Zavala y sus colaboradores (2012), elaborando una curva de calibración usando el ácido gálico como solución patrón.

El protocolo utilizado para el análisis de las muestras de la borra de café se basa en las investigaciones de Cortés y Ramírez (2017), y, Ticliahuanca y Ramos (2020), con ciertas modificaciones necesarias para una correcta cuantificación, en los cuales se prepararon cada una de las soluciones a utilizar en esta prueba, como son la preparación del Reactivo FC; en este caso se utilizó uno de tipo comercial de la marca Sigma-Aldrich, este posee una concentración 2N, por lo tanto con agua destilada en una proporción 1:2, se realiza una dilución, la misma que fue cubierta con papel aluminio y llevada a refrigeración a una temperatura de 4 °C. La siguiente solución para realizar fue el carbonato de sodio al 20%, se aforó 5 gramos en 25 mL y se llevó a ultrasonido hasta su total homogenización. En el caso del estándar de ácido gálico se preparó una solución de 1000 ppm, en la cual se aforó 100 mg en 100 mL de agua desionizada.

a) Preparación de la curva patrón de ácido gálico

Para la curva patrón de ácido gálico, de la solución madre de 1000 ppm se realizaron diluciones de 0 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm y 500 ppm, para esto se preparan 5 viales de ácido gálico y agua desionizada con las cantidades expuestas en la tabla 8 y mostradas en la ilustración 15.

Tabla 8: Preparación de curva de calibración de Fenoles Totales

Reactivos	Concentración en (ppm) de la curva patrón de ácido gálico				
	0	200	300	400	500
Ácido gálico (mL)	0	2	3	4	5
Agua desionizada (mL)	10	8	7	6	5

Fuente: Autora

- Se rotularon cinco viales ámbar y protegidos de la luz se procedió a agregar 0.05 mL de las diluciones de ácido gálico, mezclando con 2.5 mL de la solución Folin, se esperó dos minutos aproximadamente a temperatura ambiente y posteriormente se añadió 2 mL de la solución carbonato de sodio al 20% en cada uno de los viales, finalmente se agregó 0.45 mL de agua desionizada, se procede a cubrir con papel aluminio, según la cinética de reacción de cada solución agregada se esperó alrededor de 30 minutos agitando constantemente, para lo cual se utilizó el agitador orbital antes de medir su absorbancia.
- Para el análisis de los extractos se preparó una dilución de los extractos de 1:25 del cual se tomó una cantidad de 0.05 mL de cada muestra, con 2.5 mL de la solución Folin se esperó dos minutos, acto seguido se agregó 2 mL de la solución carbonato de sodio y 0.45 mL de agua desionizada, de igual manera se procedió a cubrir con papel aluminio y agitar constantemente con el agitador orbital durante 30 minutos, para proceder a leer la absorbancia y anotar datos.



Ilustración 15: Preparación de diluciones a partir de la solución madre

Fuente: Autora

3.7.8.3 Determinación de la capacidad antioxidante

Este ensayo se basa en la medición de la capacidad de eliminación de antioxidante hacia el radical estable 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH), un método guiado por (Ayala-Zavala *et al.*, 2012), con modificaciones en cuanto a cantidades para satisfacer la necesidad del modelo experimental. Para la preparación del reactivo, se pesó 49 mg del radical libre DPPH aforando en 250 mL de etanol al 96%, se utilizó el ultrasonido durante 5 minutos para lograr una completa homogenización, acto seguido se procedió a envasar en un frasco ámbar, cubierto con papel aluminio y llevado a refrigeración hasta el momento de su uso.

Para la curva de calibración se utilizó el ácido ascórbico de alta pureza como solución patrón a una concentración de 1000 ppm, la preparación de los extractos y las muestras de ácido ascórbico se resumen en la tabla 9, por último, a cada vial se cubrió con papel aluminio y se los llevó al agitador orbital para un constante movimiento durante 30 minutos.

Tabla 9: Preparación de muestras para el análisis de la Actividad Antioxidante

Frasco	Muestra	DPPH	Etanol 96%
Blanco	0 µL	2.9 mL	100 µL
1	10 µL	2.9 mL	90 µL
2	20 µL	2.9 mL	80 µL
3	70 µL	2.9 mL	30 µL
4	80 µL	2.9 mL	20 µL
5	100 µL	2.9 mL	-

Fuente: Autora

Para el análisis de los extractos se realizó una solución en una proporción 1:10, por lo que se tomó 1 mL de este y se aforó en 10 mL de etanol al 96%, se preparó el espectrofotómetro UV-VIS Jasco V-630 y se programó a 517 nm, finalmente se encendió el equipo con etanol 96% y se procedió a medir la absorbancia y tomar datos, empezando por el blanco hasta las muestras de forma ascendente, ver ilustración 16.

El porcentaje de inhibición de radicales libres se calcula mediante la ecuación 3.

Ecuación 3: Porcentaje de inhibición de radicales libres

$$\% \text{ de actividad captadora de radicales DPPH} = \frac{Ac - An}{Ac} \times 100$$

Fuente: (Cortés & Ramírez, 2017)

Donde:

Ac= Absorbancia del patrón de referencia

Am= Absorbancia de las muestras de los extractos y diluciones del ácido ascórbico.



Ilustración 16: Soluciones de DPPH en celdas para espectrofotómetro

Fuente: Autora

3.7.8.4 Presencia de cafeína

Realizar este ensayo es de suma importancia porque existen alimentos orgánicos que contienen un alto o bajo porcentaje de cafeína que pueden ser utilizados en la industria alimentaria como en la elaboración de bebidas energéticas y también en la fabricación de medicamentos. Para establecer una técnica en la que se determina la presencia se debe tomar en cuenta la accesibilidad de materiales, equipos, reactivos y el criterio económico. Por lo que tomando en cuenta dichos aspectos, se realizó un método guiado por Moncada (2018), con modificaciones necesarias con los extractos y reactivos disponibles.

3.7.8.4.1 Preparación de los estándares

Para la solución patrón de cafeína se preparó 40 mg de reactivo de cafeína con 100 mL de agua desionizada en un balón aforado, equivalente a 400 ppm. De esta solución se extrae 10 mL con una pipeta y se coloca de igual manera en un matraz aforado con 100 mL de agua desionizada, con lo

cual se obtiene una concentración de 40 ppm, indicada para realizar las diluciones necesarias para realizar la curva de calibración.

Partiendo de la solución de 400 ppm se preparan 5 diluciones de concentraciones de 4, 8, 16, 24, 32 ppm, en un balón de aforo de 50 mL y 25 mL, añadiendo los reactivos como se indica en la tabla 10.

Tabla 10: Preparación de estándares para la presencia de cafeína

	Solución patrón 40 ppm	Ácido clorhídrico de 0,01 M	Agua desionizada (mL)
4 ppm	5 mL	2 mL	43 mL
8 ppm	5 mL	2 mL	19 mL
16 ppm	10 mL	2 mL	14 mL
24 ppm	15 mL	2 mL	9 mL
32 ppm	20 mL	2 mL	4 mL

Fuente: Autora

3.7.8.4.2 Preparación de la muestra

Cada muestra extraída, se aforó por separado en un balón de aforo de 25 mL con agua desionizada en una proporción de 1 en 50, como se puede observar en la ilustración 17, con lo cual se tomó 500 μ L de los extractos en 25 mL proceso guiado por Amezcua y sus colaboradores (2018).



Ilustración 17: Soluciones con cafeína para la curva de calibración

Fuente: Autora

3.7.9 Elaboración del jabón a base de borra de café

La borra de café como principio activo principal será agregado a los jabones en tres diferentes concentraciones, presentados en la tabla 11, con el fin de determinar la cantidad indicada para un grado de exfoliación adecuado y evitando que sea abrasivo para el consumidor.

Tabla 11: Concentración de la borra de café en el jabón exfoliante

Concentración	Cantidad
C1	2.5g
C2	3.5g
C3	5.5g

Fuente: Autora

La elaboración del jabón depende de varios puntos, entre ellos saber escoger los ingredientes adecuados como se presentan en la tabla 12, en los que se muestre de una mejor manera un producto de calidad. En este caso se escogieron productos que aparte de ser un vehículo para la función principal que es la exfoliación aporten propiedades adicionales una vez se cumpla dicha función, por lo tanto, se ha escogido la glicerina como ingrediente base, que posee un efecto humectante,

beneficiosa para la piel, entre otras los más importante son los aceites presentes e incluida la vitamina E que permiten una mejor elasticidad y brillo en la misma.

Tabla 12: Ingredientes empleados en la elaboración del jabón

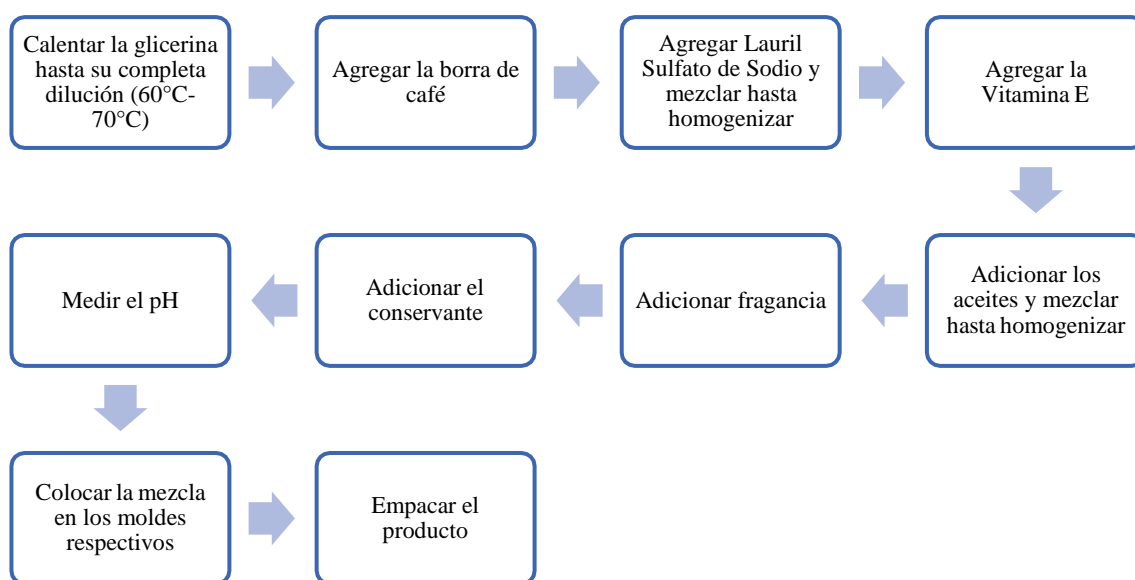
N. COMERCIAL	N. INCI	FUNCIÓN
Glicerina	<i>Glycerin</i>	Humectante, Acondicionador de piel, Solvente, Protectora de la piel
Lauril Sulfato de Sodio	<i>Sodium Lauryl Sulfate</i>	Tensoactivo, Agente de limpieza, Surfactante, Agente Espumoso
Aceite de Almendras	<i>Prunus Amygdalus Dulcis Oleosomes</i>	Acondicionador de la piel, Emoliente, Agente protector de la piel
Aceite de Coco	<i>Cocos Nucifera Oil</i>	Agente enmascarador, Agente para el cuidado de la piel, Agente de fragancia
Vitamina E	<i>Tocopherol</i>	Antioxidante, Agente enmascarador, Agente hidratante
Fongrabac	<i>Methylisothiazolinone</i>	Conservante
Café	<i>Coffea arabica seed powder</i>	Exfoliante, Abrasivo

Fuente: Autora

En el gráfico 1 se puede observar de mejor manera el procedimiento a cabo para realizar el jabón exfoliante, es importante seguir un orden y un tiempo determinado de tal manera que los

ingredientes logren una homogenización positiva, esto nos lleva a evitar que la glicerina llega a un punto de hervor, debido que cuando el producto esté finalizado este tiende a sudar, ver anexo V.

Gráfico 1: Elaboración de jabón exfoliante corporal



Fuente: Autora

3.7.10 Control de calidad del producto terminado

El objetivo de este ítem es asegurar el cumplimiento de las especificaciones establecidas para la formulación y mantener continuamente las características e ingredientes del producto de un lote de producción a otro. Se realizan unos análisis básicos o generales sobre el jabón, estos juntos con otros análisis complementarios según la forma de los cosméticos, son requeridos por las autoridades para el registro de dichos productos.

3.7.10.1 Controles fisicoquímicos de cada tratamiento del jabón

3.7.10.1.1 Prueba de humedad y porcentajes de sólidos presentes en el jabón

Se utiliza para conocer qué tanto de la masa total del jabón corresponde al contenido de humedad, siendo muy útil debido que si contiene un bajo porcentaje de humedad se observa un jabón muy seco con presencia de grietas debido a la resequedad que presenta el mismo, por lo contrario, si posee un porcentaje excesivo de humedad el producto resulta ser muy maleable que hará que la barra pierda su forma original ocasionando una adherencia en la envoltura (Cruz, 2018).

Para encontrar dicho porcentaje se utilizan las siguientes fórmulas:

Determinación del porcentaje de humedad

Ecuación 4: fórmula del porcentaje de humedad

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso } ae}{\text{Peso } m} \times 100$$

Fuente: (Cruz, 2018)

Determinación de porcentaje de sólidos:

Ecuación 5: fórmula para el porcentaje de sólidos

$$\% \text{ Sólidos} = \frac{\text{Peso } s}{\text{Peso } m} \times 100$$

Fuente: (Cruz, 2018)

En donde:

Peso ae: peso del agua evaporada (g)

Peso m: peso de la muestra de escamas de jabón (g)

Peso s: peso de escamas después del calentamiento (g)

% Humedad: porcentaje de Humedad

% Sólidos: porcentaje de sólidos

Con una espátula se raspa la barra de jabón para lograr obtener escamas, de las cuales se pesan 2 gramos de estas en un vaso de precipitación, en una estufa a 120 °C se colocan los vasos con la muestra. Pasado 1 hora 30 minutos dentro de la estufa con la temperatura indicada, se retiró y se pesó nuevamente. Con el peso inicial del vaso y la muestra y el peso obtenido después del proceso de calentamiento, se puede determinar el peso de agua evaporada y el peso de sólidos totales en la muestra.

3.7.10.1.2 Prueba de solubilidad

Mediante esta prueba se puede determinar qué tan soluble o insoluble es el jabón en presencia de agua destilada, con lo que se utilizará el 2% como proporción para realizar el ensayo, por lo que se agregan 2 gramos de las escamas de jabón, como se observa en la ilustración 18, en 100 mL de agua destilada.



Ilustración 18: Peso del jabón para la prueba de solubilidad

Fuente: Autora

3.7.10.1.3 Prueba de espuma

La espuma es una de las imágenes más notorias asociadas en jabones, champú o productos de limpieza en general, su producción ayuda al proceso de limpieza y lo potencia. Por lo que se pesa 2 gramos de las muestras de jabón y se colocan en un matraz Erlenmeyer de 250 mL, dejar reposar 5 minutos como se observa en la ilustración 19, pasado el tiempo indicado agitar suavemente durante 2 minutos todas las muestras, medir visualmente en la escala del matraz el volumen de espuma generado por la solución realizada.



Ilustración 19: Soluciones preparadas para prueba de espuma

Fuente: Autora

3.7.10.1.4 Prueba de pH

El potencial de hidrógeno, pH, es la concentración de iones de hidrógeno presentes en una sustancia, esta prueba es muy importante en este caso para conocer qué tan ácido o básico puede llegar a ser el producto, tomando en cuenta que 14 es un pH muy básico, 0 representa un producto excesivamente ácido y 7 cuya característica es neutra.

En los jabones es muy importante la evaluación del pH, por lo que es un producto que se encuentra en contacto directo con la piel, en ocasiones accidentales con los ojos o alguna herida, la cual puede generar irritación o dolor, por ende, se debe evitar jabones muy ácidos o básicos; como se puede mostrar en la ilustración 20, se pretende obtener un producto con un pH que se asemeje con el de la piel que es de 4.7 a 5.75 hasta un pH de 7 como el agua pura, calificado como neutro o como determina la Normativa Técnica Ecuatoriana 841 (2016), que entre los requisitos de un jabón de tocador sintético el máximo nivel de pH es 7.5, ver anexo VI.



Ilustración 20: Preparación de soluciones para prueba de pH

Fuente: Autora

3.7.10.1.5 Prueba de apariencia

Esta prueba pretende evaluar el estado en el que llega el producto terminado al cliente, en el que a simple vista se observa su envoltura, si está maltratado u obtiene una forma desagradable, tomando en cuenta si color y olor que van de acuerdo con el jabón, entre otros. Cruz (2018), comenta que en la antigüedad dicho parámetros anteriormente nombrados eran de poca importancia para las personas, incluso se cortaban jabones de una gran barra, sin embargo, al ir avanzando la cosmética y evolucionando los productos, ahora se puede observar que cada día se busca algo agradable para el consumidor, con grandes beneficios para la piel en el momento de elegir entre un jabón y otro.

La prueba de apariencia se realizó mediante un cuestionario que contiene una serie de preguntas sobre el producto, cada pregunta tiene una calificación en un rango de 1 a 5, tomando en cuenta que 1 es la calificación más baja que se puede obtener, interpretando como insatisfecho y por lo

contrario el 5 muestra la calificación más alta interpretando como totalmente satisfecho. Ver anexo VIII.

3.7.10.2 Controles microbiológicos

Para demostrar que el jabón está limpio y apto para el consumo humano se realizaron pruebas de presencia de mesófilos aerobios, identificación de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Pseudomona aeruginosa*, como se observa en la ilustración 21, cuyos métodos se pueden observar con detalle en el ítem 3.7.5.



Ilustración 21: Medios para las pruebas microbiológicas del jabón

Fuente: Autora

3.7.11 Evaluación de la actividad exfoliante

El método utilizado para la evaluación de la actividad exfoliante se basó en pruebas *in vivo* con usuarios voluntarios en la que se determina la variación del porcentaje de aceite y agua presente en la piel, ya que un equipo para lograr determinar la resequeadad o la cantidad de escamas presentes en la piel no se encuentra disponible, por ende, se optó por observar de manera indirecta la

capacidad que posee la piel una vez limpia, libre de células muertas, la absorción de los otros componentes que conforman el producto los cuales brindan hidratación y brillo a la misma.

Los equipos a utilizar para evaluar la actividad exfoliante fue el Corneómetro® MPA 580 cuya finalidad es la medición de la hidratación de la piel mediante un medio dieléctrico (Microcaya, 2016), y, el otro equipo es utilizado para medir la cantidad de aceite en la piel mediante un equipo denominado Analizador de Piel.

El Corneómetro® cuenta con un software denominado MPA que permite registrar y guardar todos los resultados de las mediciones en una base de datos, para la evaluación estadística de los resultados con el que también puede ser transferidos a hojas de Excel (CK electronic, 2015).

Procedimiento:

1. Se escogió una parte del antebrazo de la persona voluntaria, con un marcador permanente se procedió a marcar una figura cuadrada de 2 cm de ancho y 2 cm de largo aproximadamente en una parte específica, parte en la que se puede observar claramente resequedad en la piel, como se puede observar en la ilustración 22.
2. En el software MPA se colocó el porcentaje de humedad presente en el ambiente y la temperatura, los cuales se encontraban en rangos entre 63-65% y 18.5 a 19.5 °C respectivamente.
3. Se tomó la sonda del Corneómetro® y ligeramente se presiona en el segmento marcado, la medida tarda menos de 3 segundos, sin embargo, se realizó un proceso por triplicado por cada usuario.



Ilustración 22: Sección marcada para la prueba in vivo

Fuente: Autora

El analizador digital SK-8 es un medidor de alta precisión del contenido de aceite en la piel que adoptó la última tecnología de análisis de impedancia bioeléctrica, puede ser usado con el cuidado profesional de la piel sin lesiones.

Procedimiento:

1. Se realizó una pulsación en el botón SCAN, para encender el equipo.
2. Después de que la pantalla obtenga los datos en cero.
3. Dejar la sonda perpendicular a la piel y presionar ligeramente. Pasado unos 3 segundos, se observan los datos obtenidos por el analizador. Ver anexo IX.

3.7.11.1 Prueba de satisfacción

Para dicha prueba se reclutaron 18 personas entre hombres y mujeres.

• **Criterios de inclusión**

Se realizó el ensayo a mujeres y hombres voluntarios que se encuentren en un rango de 20 a 35 años.

- **Criterios de exclusión**

- Que sean alérgicos a productos cosméticos, productos cosméticos artesanales y sus componentes.

- Que presenten alguna patología a la piel.

- Que estén recibiendo algún tratamiento cosmético para el cuidado de la piel.

Antes de empezar con estas pruebas se les anunció a las personas voluntarias el objetivo de este proyecto, siendo este el uso del producto terminado en este caso un jabón exfoliante a base de borra de café, dos veces por semana durante tres semanas para lograr medir el porcentaje de humedad y aceite en la piel, esperando no presente reacciones desagradables en los usuarios voluntarios para lo cual cada uno debe firma una carta de consentimiento informado, como se puede ver en la ilustración 23 y la carta de compromiso se puede observar en el anexo X.



Ilustración 23: Voluntario firmando la carta de consentimiento

Fuente: Autora

Se tomó como prioridad la parte del antebrazo del usuario, razón por la que se puede observar mayor presencia de células muertas en esa parte del cuerpo y se realizó por tres etapas:

Primera: se realizó la medida en un antebrazo totalmente limpio, libre de cremas, sin algún tipo de tratamiento exfoliante y sin el producto.

Segunda: se indicó al usuario realizar el procedimiento de lavado en la sección indicada con el producto como se muestra en la infografía entregado a cada uno.

Tercera: pasadas tres semanas se procedió a realizar la medida, de igual manera libre de cremas, con el cual se puede observar la evolución del producto y su beneficio a la piel.

3.8 Diseño estadístico

Diferentes pruebas realizadas merecen gráficas de Boxplot y análisis estadísticos en este caso se utilizó ANOVA en las cuales se puede comprobar las diferencias significativas y la comprobación de las hipótesis. Entre otras se presenta el cuestionario realizado para la prueba de apariencia la cual fue mediante la escala de Likert, en el que contiene ítems donde las respuestas se sitúan en una escala ordinal de diferentes números, seguido para una mejor visualización en cuanto a las evidentes diferencias se utiliza las gráficas de pasteles, gráficas de barras, regresión lineal entre otras.

CAPITULO 4

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización de los micro gránulos de café como materia prima

Mediante una investigación realizada se pudo comprobar que el café es higroscópico, es decir tiende a captar rápidamente la humedad del ambiente, por lo tanto, se dejó un tiempo de 24 horas a 90 °C para tratar de bajar lo máximo posible la humedad para evitar una proliferación de microorganismos con el tiempo.

4.1.2 Tamizaje y medición de humedad de la materia prima por tamaño de partícula

En la tabla 13 se observa los tamaños de partícula de la borra de café obtenido del proceso de tamizaje, cada uno cuenta con un proceso por triplicado en cuanto al porcentaje de humedad.

Tabla 13: Porcentaje de humedad en diferentes tamaños de partícula

Muestra	% Humedad		
	R1	R2	R3
300 µm	5.61	5.23	5.26
355 µm	3.95	4.14	3.89
425 µm	3.53	3.74	3.36
600 µm	2.65	2.64	2.43

Fuente: Autora

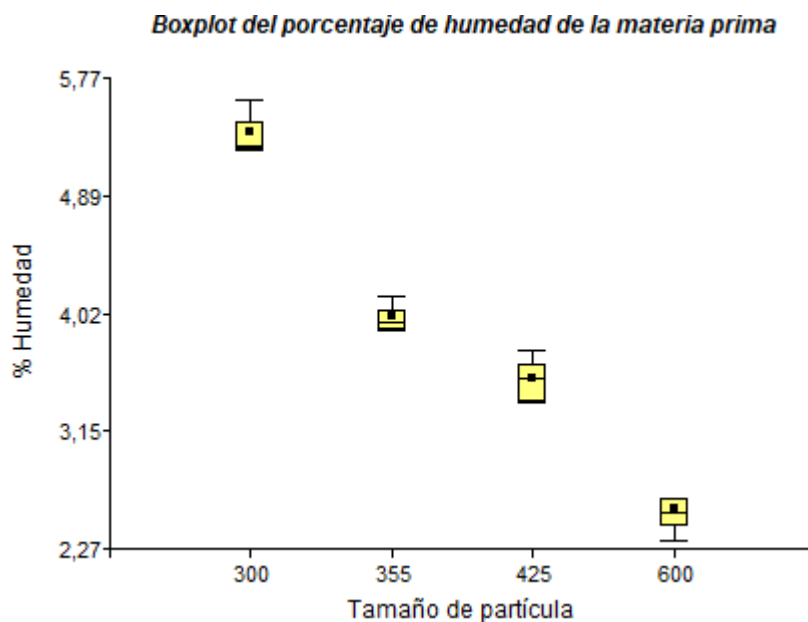
Gráfico 2: ANOVA para el porcentaje de humedad

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12,13	3	4,04	142,70	<0,0001
Tamaño de partícula	12,13	3	4,04	142,70	<0,0001
Error	0,23	8	0,03		
Total	12,36	11			

Fuente: Autora

Mediante un análisis de varianza como se muestra en la gráfica 2 el valor de p obtenido es < 0.0001 y se compara con el valor alfa, que es 0.05 por lo tanto al ser el valor de p menor al de alfa rechaza la hipótesis nula, demostrando diferencia en los resultados según el tamaño de partícula por lo que son estadísticamente significativas.

Gráfico 3: Diagrama de Boxplot del porcentaje de humedad de la materia prima



Fuente: Autora

En la gráfica 3 indica la caja Boxplot, en donde se confirma que mientras menor es el tamaño de partícula, mayor es su porcentaje de humedad y por lo contrario mientras mayor tamaño de partícula tenga la borra de café menor porcentaje de humedad posee.

Gráfico 4: Prueba de Tukey del porcentaje de humedad

```

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,44012
Error: 0,0283 gl: 8
Tamaño de partícula Medias n E.E.
-----
600                2,57  3 0,10  A
425                3,54  3 0,10  B
355                3,99  3 0,10  C
300                5,37  3 0,10  D
-----
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

```

Fuente: Autora

Debido a que se observaron significativas diferencias en el porcentaje de humedad por tamaño de partícula, se aplicó la prueba de Tukey como se muestra en la gráfica 4 en el cual mediante el análisis de las medias se comprueba una vez más la diferencia existente entre los tamaños de partícula. Todo este proceso se realizó con un intervalo de confianza del 95%

4.1.3 Caracterización de los micro gránulos de borra de café como materia prima

4.1.3.1 Densidad mínima aparente, densidad por asentamiento

Los resultados de la densidad mínima aparente y densidad por asentamiento en los micro gránulos de borra de café se presentan en la Tabla 14.

Tabla 14: Densidad aparente y por asentamiento en la borra de café

Tamaño de partícula (µm)	Peso muestra (g)	Volumen inicial Vi (mL)	Volumen final Vf (mL)	Densidad aparente (g/mL)	Densidad por asentamiento (g/mL)
300	10	32	27	0.31	0.37
	10	31	26	0.32	0.38
	10	32	26	0.31	0.38
355	10	30	25	0.33	0.40
	10	31	26	0.32	0.38
	10.1	33	25	0.31	0.40
425	10	27	23	0.37	0.43
	10.1	29	24	0.35	0.42
	10	28	22	0.36	0.45
600	10	23	19	0.43	0.53
	10.1	24	20	0.42	0.51
	10	24	20	0.42	0.50

Fuente: Autora

De acuerdo con los ensayos realizados, se puede observar que la densidad mínima aparente y la densidad por asentamiento se incrementa conforme aumenta el tamaño de partícula.

Gráfico 5: ANOVA para la densidad mínima aparente

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	0,02	3	0,01	114,79	<0,0001	
Nº partícula	0,02	3	0,01	114,79	<0,0001	
Error	5,3E-04	8	6,7E-05			
Total	0,02	11				

Fuente: Autora

Gráfico 6: ANOVA para la densidad mínima por asentamiento

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,03	3	0,01	70,37	<0,0001
N° partícula	0,03	3	0,01	70,37	<0,0001
Error	1,3E-03	8	1,6E-04		
Total	0,03	11			

Fuente: Autora

Como se observa en la gráfica 5 y 6, el valor de p es <0.0001 y se compara con el valor alfa ($p<0.05$) lo que rechaza la H_0 que las medias estadísticas de las densidades son iguales, es decir se acepta la H_1 en el que al menos dos tratamientos son diferentes.

Gráfico 7: Prueba de Tukey para la densidad mínima aparente

l
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02135
 Error: 0,0001 gl: 8

N° partícula	Medias	n	E.E.	
600	0,42	3	4,7E-03	A
425	0,36	3	4,7E-03	B
355	0,32	3	4,7E-03	C
300	0,31	3	4,7E-03	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Fuente: Autora

Gráfico 8: Prueba de Tukey para la densidad por asentamiento

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03290
 Error: 0,0002 gl: 8

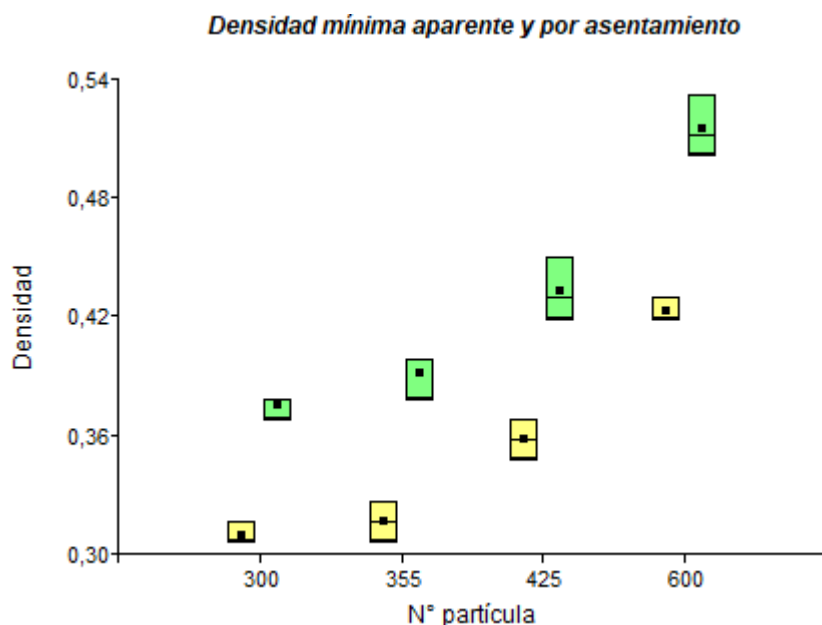
N° partícula	Medias	n	E.E.	
600	0,51	3	0,01	A
425	0,43	3	0,01	B
355	0,39	3	0,01	C
300	0,38	3	0,01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Fuente: Autora

Con el análisis de Tukey como se muestra en las gráficas 7 y 8 se puede apreciar que dos pruebas son similares entre sí, por el mínimo rango de diferencia existente entre los tamaños de partícula.

Gráfico 9: Diagrama de cajas para los datos de densidades



Fuente: Autora

La gráfica de caja como se observa en la gráfica 9, corrobora el Análisis de Tukey. Los tamaños de partícula de 300 μm y 355 μm comparte medias similares, es decir los tamaños de 425 μm y 600 μm observados son significativamente diferentes.

4.1.3.2 pH de la borra de café por número de partícula

En la tabla 15 se especifica el pH de cada tamaño de partícula de la borra de café, en el que se puede ver que todos no superan el pH de 6, sin embargo, la muestra 4 con el tamaño de partícula de 600 μm es el que menor pH tiene y es de 5.19.

Tabla 15: pH de la borra de café por diferente tamaño

N° de partícula	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
300 µm	5.71	5.73	5.75	5.73
355 µm	5.22	5.24	5.22	5.23
425 µm	5.20	5.19	5.17	5.19
600 µm	5.32	5.33	5.34	5.33

Fuente: Autora

Finalmente, el tamaño de partícula elegido es el de 600 µm teniendo en cuenta los parámetros más importantes, en este caso el porcentaje de humedad, y su densidad que mediante un análisis ANOVA demuestra la importancia que tienen los datos mencionados anteriormente, en el cual se rechazó la hipótesis nula probando que existen diferencias significativas. Por este motivo se determina que mientras mayor sea el tamaño de partícula, mayor será la densidad y menor porcentaje de humedad captará del ambiente. Es así como el tiempo de duración de la borra de café seleccionada será prolongada, evitando de tal manera la generación de microorganismos perjudiciales.

4.1.4 Análisis microbiológicos de la materia prima

Tomando en cuenta que los cosméticos como producto terminado están formulados con una serie de ingredientes entre ellas materias primas naturales, pueden ser fuentes de contaminación microbiana, al igual que los equipos, el agua, el aire e incluso los operadores, por lo tanto, deben cumplir con los requisitos de los reglamentos técnicos del Ecuador y los estándares internacionales para garantizar que el producto final sea seguro para el consumidor (Servicio de Acreditación Ecuatoriano, 2018).

Tabla 16: Análisis microbiológico de la borra de café

Tipo de microorganismo	NORMA ISO	Borra de café
Recuento aeróbico en placa	$\leq 1 \times 10^3$ UFC por g o ml	5×10^2 UFC por ml
Recuento de mohos y levaduras	$\leq 1 \times 10^3$ UFC por g o ml	Ausencia
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Ausencia
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Ausencia	Ausencia

Fuente: Autora

Para los ensayos microbiológicos se aplicaron métodos rápidos como técnicas de recuento en placa, comprobación de crecimiento a las 24, 48, 72 horas, entre otros guiados por Condalab (2019), llegando a la conclusión de que se encuentra en los rangos permitidos según las normas ISO y la norma INEN 2867, como se puede ver en la tabla 16.

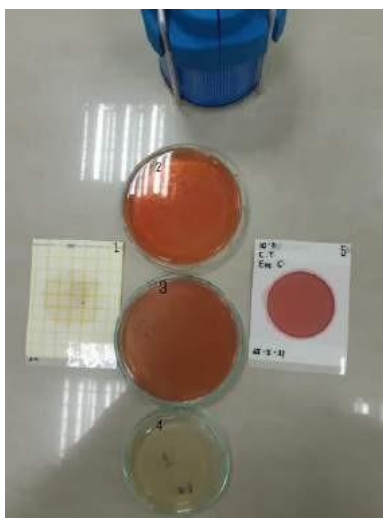


Ilustración 24: Pruebas microbiológicas de la borra de café

Fuente: Autora

Mediante la ilustración 24 se pueden observar las pruebas realizadas. En la placa número uno se observa una mínima presencia de aerobios mesófilos totales, y en las cajas siguientes se notó una total ausencia de microorganismos.

4.1.5 Caracterización cualitativa

En la Tabla 17 se interpretan los resultados obtenidos con el cual se pudo observar una alta evidencia de presencia de alcaloides, flavonoides, saponinas, fenoles, taninos pirocatecólicos, aunque en el extracto alcohólico no se realizó la prueba de espuma debido al tipo de solvente.

Tabla 17: Resultados del tamizaje fitoquímico de la borra de café

Tipo de ensayo	Metabolito comprobado		Extracto acuoso	Extracto alcohólico
Shinoda	Flavonoides		Positivo	Positivo
Cloruro férrico	Fenoles	y	Positivo	Positivo
Espuma	taninos		Positivo	No aplica
Dragendorff	Saponina		Positivo +++*	Positivo +++*
	Alcaloides			

*+++ Alta evidencia

Fuente: Autora

Mediante la ilustración 25 se observa el cambio de color que se puede ver en cada una de las pruebas mencionadas en la tabla anterior, de igual manera se puede observar que en el extracto alcohólico no existe la presencia de espuma.

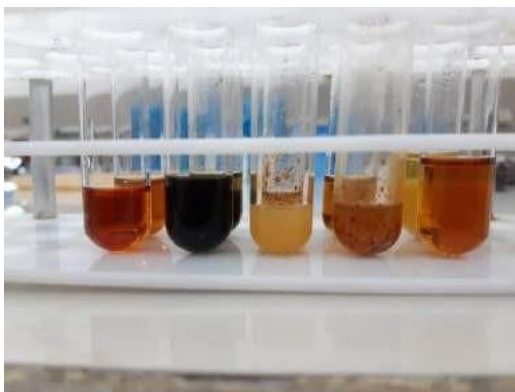


Ilustración 25: Tamizaje fitoquímico de la borra de café

Fuente: Autora

4.1.5 Cuantificación de fenoles

Se determinó la cuantificación de fenoles totales, en el cual se utilizó el ácido gálico para una curva de calibración estándar. Los detalles de las muestras se describen en las tablas 18 y 19, debido que se utilizaron dos tipos diferentes de extractos.

Tabla 18: Cuantificación de Fenoles extracto Etanólico

Muestra	Concentración (ppm)	740 nm	mg GAE/g
BLANCO	0	0	
REP 1	334.587	1.5072	326.9211
REP 2	334.721	1.5078	327.0789
REP 3	334.855	1.5084	327.2368
		Promedio	327.0789
		Desviación	0.0498
		mg GAE/g	327.0789±0.0498

Fuente: Autora

En el extracto etanólico muestra una presencia de fenoles alta de 327.0789 ± 0.0498 mg GAE/g de materia seca, lo cual resulta ser aceptable a estudios anteriormente realizados por (Diaz *et al.*, 2017) quien propuso 20 experimentos y aportaron resultados en un intervalo entre 179.70-1429.09 mg GAE/ g de borra de café.

Tabla 19: Cuantificación de Fenoles en el extracto acuoso

Muestra	Concentración (ppm)	740 nm	mg GAE/g
BLANCO	0	0	
REP 1	71.9397	0.3241	15.5789
REP 2	71.6819	0.3229	15.2632
REP 3	71.9952	0.3243	15.6316
		Promedio	15.4912
		Desviación E.	0.0794
		mg GAE/g	15.4912±0.0794

Fuente: Autora

En el extracto acuoso presenta una menor concentración de fenoles equivalentes a mg de ácido gálico por gramo de borra de café en comparación con el extracto etanólico, esta causa podría deberse al tipo de solvente y muestra un equivalente de 15.4912 ± 0.0794 mg GAE/ g de materia seca, como se muestra en la tabla 21. Sin embargo, resulta tener una mayor concentración en comparación a estudios realizados por Cortés y Ramírez (2017) los cuales reporta datos menores con 2.23 ± 1.23 mg GAE/g utilizando el mismo solvente.

4.1.7 Actividad Antioxidante

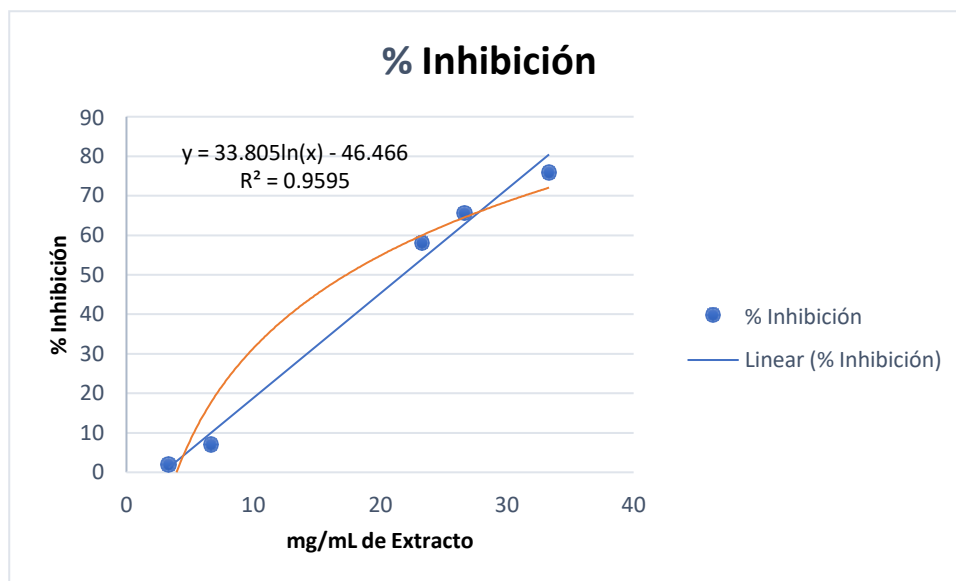
En la tabla 20 y gráfica 10 se muestra la actividad antioxidante de la borra de café, en el cual se puede notar una elevación de las concentraciones según aumenta la concentración del extracto acuoso.

Tabla 20: Actividad Antioxidante del extracto acuoso de la borra de café

uL de Extracto	[mg/mL]	R1	R2	R3	Promedio	% Inhibición
0	0	3.302	3.303	3.309	3.30	0.00
10	3.333	3.237	3.241	3.245	3.24	1.93
20	6.667	3.079	3.077	3.071	3.08	6.93
70	23.334	1.4	1.399	1.358	1.39	58.07
80	26.667	1.149	1.146	1.111	1.14	65.64
100	33.333	0.801	0.8	0.783	0.79	75.95
					Promedio	34.75%
					IC 50	17.3501
					mg/mL	

Fuente: Autora

Gráfico 10: Inhibición de la actividad antioxidante del extracto acuoso



Fuente: Autora

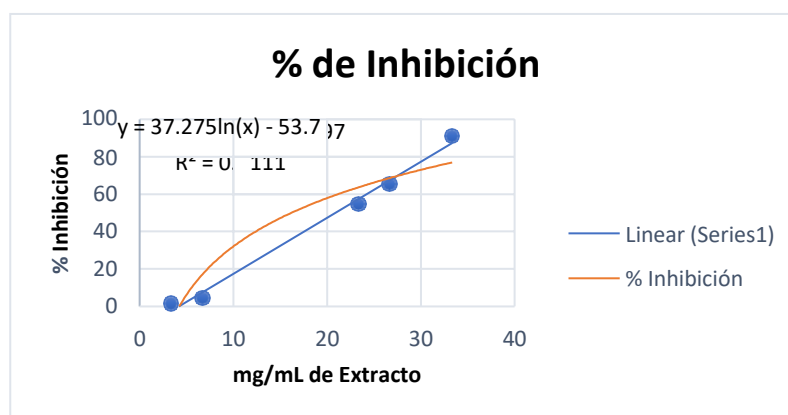
Según Tovar del Río (2013) considera como extracto activo aquellos que presentan un porcentaje de actividad antioxidante superior al 36%; valor que se usó como referencia considerando que equivale a la mitad de la actividad antioxidante presentada por el ácido ascórbico usada en este caso como control positivo; como se puede observar los datos en la tabla 21 y de manera más clara en la gráfica 11. Los compuestos antioxidantes presentes en los residuos de café en este caso el extracto acuoso da un valor de 34.75% de inhibición de los radicales libre de DPPH por lo que se considera que es un producto bioactivo con baja eficiencia.

Tabla 21: Actividad Antioxidante del Ácido Ascórbico

uL de extracto	mg/mL	R1	R2	R3	Promedio	% Inhibición
0	0	3.286	3.283	3.288	3.29	0.00
10	3.333	3.233	3.236	3.246	3.24	1.44
20	6.667	3.13	3.14	3.145	3.14	4.48
70	23.334	1.482	1.485	1.486	1.48	54.82
80	26.667	1.136	1.135	1.138	1.14	65.42
100	33.333	0.298	0.297	0.297	0.30	90.95
					Promedio	36.18%
					IC 50	16.1938
					mg/mL	

Fuente: Autora

Gráfico 11: Inhibición de la actividad antioxidante del ácido ascórbico



Fuente: Autora

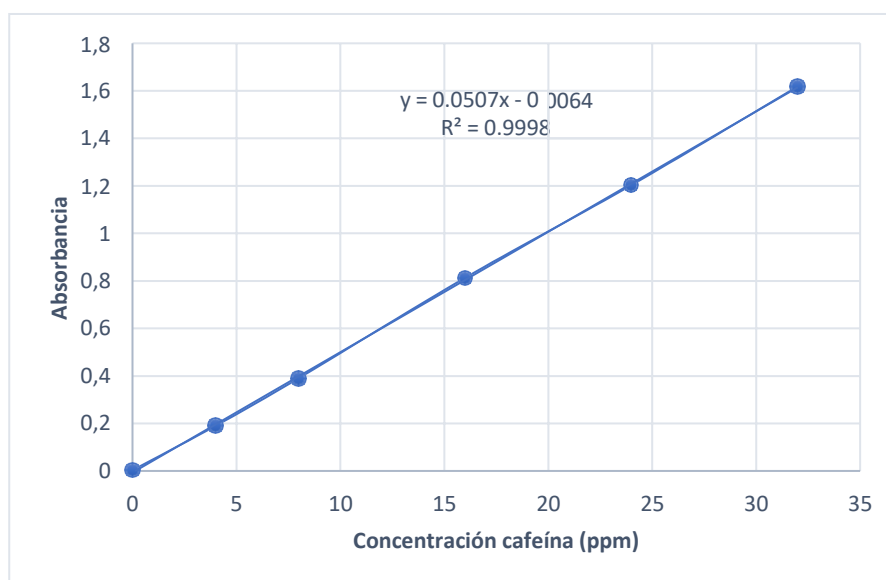
Sin embargo según Ballesteros y sus colaboradores (2014), demuestran que los resultados depende mucho del método y solvente a utilizar mostrando que el solvente metanol fue más efectivo aportando como respuesta un total de 2.04 ± 0.05 $\mu\text{mol TE/g}$ de material seco, mientras que con el ensayo FRAP reveló una actividad antioxidante 2.3 veces mayor, debido que el método

DPPH no fue capaz de detectar significativas diferencias en el potencial antioxidante de las muestras.

4.1.8 Presencia de cafeína

Se realizó una solución patrón de cafeína, que en su estado puro es un sólido cristalino blanco con sabor amargo, muy soluble al agua (Moncada, 2018). Cuya concentración mínima fue 4 ppm y máxima de 32 ppm.

Gráfico 12: Curva de calibración de la cafeína



Fuente: Autora

En la tabla 22 se puede observar que la concentración que se obtuvo fue de 30 ppm, lo cual se encuentra dentro de la curva de calibración que se muestra en el gráfico 12, demostrando un porcentaje alto de cafeína en la borra de café de 3.84% en el extracto etanólico.

Tabla 22: Presencia de cafeína en el extracto etanólico

Muestra	Concentración (ppm)	Absorbancia
BLANCO	0.00	0.00
REP1	30.25	1.53
REP2	30.64	1.55
REP3	30.89	1.56
	Promedio	1.55
	Desviación E.	0.00
	%Cafeína	3.84%

Fuente: Autora

En el extracto acuoso, en la tabla 23, muestra un porcentaje bajo de cafeína en comparación con el extracto etanólico, sin embargo, se encuentra dentro de la curva estándar presentada anteriormente, demostrando una vez más que la materia seca posee cafeína.

Tabla 23: Presencia de cafeína en el extracto acuoso

Muestra	Concentración (ppm)	Absorbancia
BLANCO	0.00	0.00
REP1	5.94	0.29
REP2	5.71	0.28
REP3	5.66	0.28
	Promedio	0.28
	Desviación E.	0.00
	% Cafeína	0.94%

Fuente: Autora

4.2 Control de Calidad del Producto Terminado

Para el control de calidad del producto terminado se realizaron tres ejemplares con concentraciones diferentes de borra de café con el fin de encontrar el más adecuado que cumpla con los requisitos de las normas correspondientes.

Tabla 24: Porcentaje de humedad y sólidos totales, presentes en las muestras de jabón

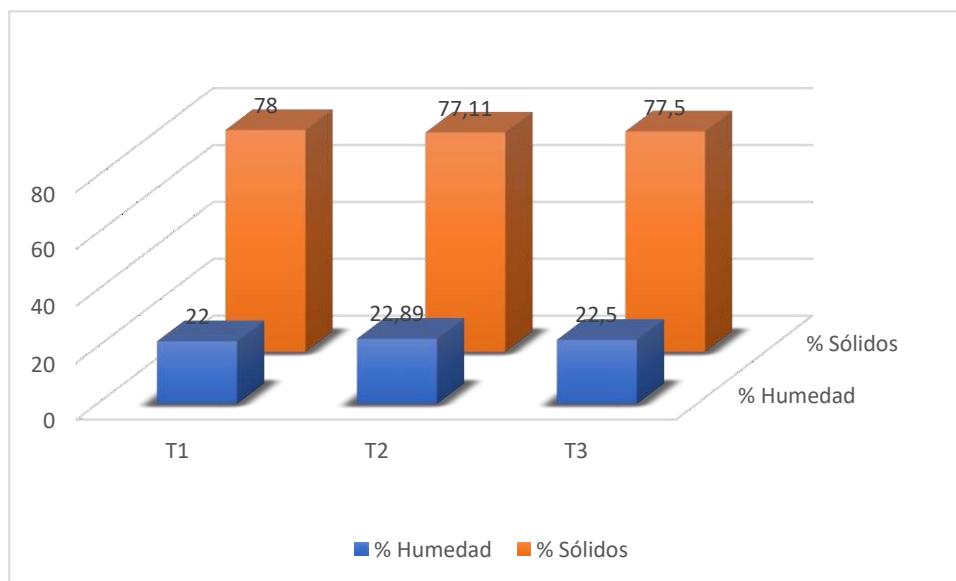
Muestra	Peso de la muestra (g)	Peso de la muestra seca (g)	Peso del agua evaporada (g)	% de Humedad	% Sólidos totales
T1	2	1.57	0.43	27.39	72.61
T1	2	1.55	0.45	29.03	70.97
T1	2	1.57	0.43	27.39	72.61
T2	2.01	1.54	0.47	30.52	69.48
T2	2.01	1.55	0.46	29.68	70.32
T2	2.01	1.55	0.46	29.68	70.32
T3	2	1.54	0.46	29.87	70.13
T3	2	1.55	0.45	29.03	70.97
T3	2	1.55	0.45	29.03	70.97

Fuente: Autora

La evaluación de los parámetros fisicoquímicos se basa en la norma NTE INEN 841, en el que muestra una tabla con los requisitos fisicoquímicos correspondientes al mismo.

Según la norma, en un jabón sintético se puede obtener un mínimo de 10% y un máximo ilimitado de materia activa volátil (NORMATIVA TÉCNICA ECUATORIANA, 2016), por ende como se muestra en la tabla 24 los tratamientos poseen un alto contenido de sólidos totales, razón por lo que la borra de café es el principio activo para la función exfoliante.

Gráfico 13: Porcentaje de humedad y sólidos totales



Fuente: Autora

Por otra parte, en cuestión del contenido de humedad el límite máximo que muestra la norma es del 40% en un jabón sintético y como se muestra en la tabla 24 y en el gráfico 13, se encuentra dentro de los límites permitidos para el uso de higiene personal, en un máximo de 22.89% como es el tratamiento 2.

Tabla 25: Prueba de solubilidad

Muestra	Antes del calentamiento	Después del calentamiento
R1C1	Poco soluble	Soluble
R2C1	Poco soluble	Soluble
R3C1	Poco soluble	Soluble
R1C2	Soluble	Muy soluble
R2C2	Soluble	Muy soluble
R3C2	Poco soluble	Muy soluble
R1C3	Soluble	Muy soluble
R2C3	Poco soluble	Soluble
R3C3	Poco soluble	Soluble

Fuente: Autora

Según (Rey, 2018), podemos determinar que la solubilidad depende de un factor muy influyente, y es que se trata del grosor de las escamas que se agregan para realizar dicho ensayo, puesto que, si son gruesas, la solubilidad en el agua sin calentamiento es menor y sucede lo contrario con las escamas de jabón un poco más delgadas, sin embargo, en cuanto a lo realizado, en la tabla 25 podemos determinar que el jabón en su mayoría presenta una solubilidad aceptable.

Tabla 26: Prueba del pH en el jabón

Concentración	Repetición1	Repetición2	Repetición3	Promedio
C1	7.26	7.32	7.26	7.28
C2	7.71	7.73	7.75	7.73
C3	7.68	7.73	7.81	7.74

Fuente: Autora

En la tabla 26 se muestra diferencias importantes en cuanto a los tratamientos, debido que el T3 con mayor concentración posee un pH de 7.74 y por el contrario el T1 con menos concentración de borra de café tiene un pH de 7.28.

Gráfico 14: ANOVA para el ensayo de pH

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,41	2	0,21	105,31	<0,0001
Concentracion	0,41	2	0,21	105,31	<0,0001
Error	0,01	6	2,0E-03		
Total	0,43	8			

Fuente: Autora

En base a los resultados mediante el análisis ANOVA mostrados en la gráfica 14, demuestra que el valor de $p < 0.05$ ($p = 0.00$), es decir, se rechaza la hipótesis nula.

Lo que significa que los tratamientos presentan estadísticas similares en el caso que uno de los tratamientos sea diferente se acepta la H_1 .

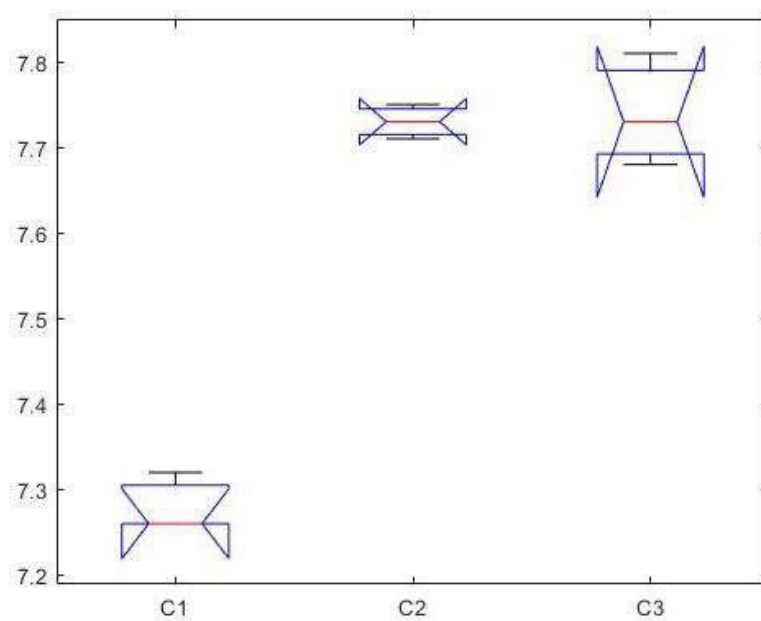
Gráfico 15: Test de Tukey en el ensayo de pH

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,11110				
Error: 0,0020 gl: 6				
Concentracion	Medias	n	E.E.	
C1	7,28	3	0,03	A
C2	7,73	3	0,03	B
C3	7,74	3	0,03	B

Fuente: Autora

De manera similar se puede apreciar mediante las medias que uno de los tratamientos presenta una diferencia significativa de 7.28%, como se observa en la gráfica 15, en la cual la C1 posee un pH aceptable.

Gráfico 16: pH según el tratamiento



Fuente: Autora

La gráfica 16 comprueba los análisis anteriormente mencionados. El T1C1 presenta menor porcentaje de humedad. Por lo tanto, es el único tratamiento que se encuentra dentro de la normativa INEN 841.

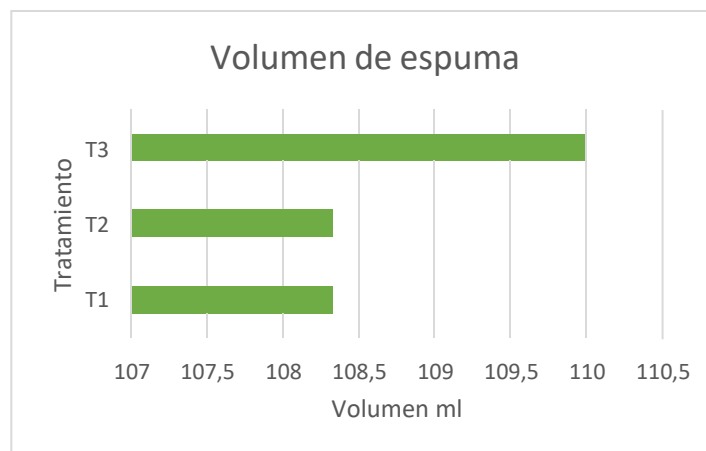
Tabla 27: Prueba de espuma

Tratamiento	Repetición1	Repetición2	Repetición3	Promedio
T1	150 mL	100 mL	75 mL	108.33 mL
T2	100 mL	150 mL	75 mL	108.33 mL
T3	100 mL	50 mL	180 mL	110.00 mL

Fuente: Autora

En la tabla 27 se encuentran los resultados de la prueba de espuma expresados en mililitros y en la gráfica 17 se observa de una manera más clara la generación de espuma en los diferentes tratamientos, mostrando que el T3 posee una mayor generación de espuma y el T1 y T2 poseen la misma cantidad. Como se puede inferir los tres tratamientos presenta un volumen considerable de generación de espuma.

Gráfico 17: Volumen de espuma generado en los diferentes tratamientos.



Fuente: Autora

En la tabla 28 se muestran los resultados de las pruebas microbiológicas realizadas en el producto terminado, en el que se puede presenciar la comparación con la normativa INEN 2867 y se puede observar la ausencia total de microorganismo perjudiciales al producto cosmético.

Tabla 28: Pruebas microbiológicas del producto terminado

Tipo de microorganismo	NORMA INEN 2867	Borra de café
Recuento aeróbico en placa	5 x 10 ³ UFC/g o ml	Ausencia
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Ausencia
<i>Pseudomona Aeruginosa</i>	Ausencia	Ausencia

Fuente: Autora

En la prueba de apariencia se calificó diferentes parámetros presentes en el mismo, entre ellas, olor, color, aspecto físico, entre otros, interpretados los resultados en la tabla 29.

Tabla 29: Prueba de apariencia del producto terminado

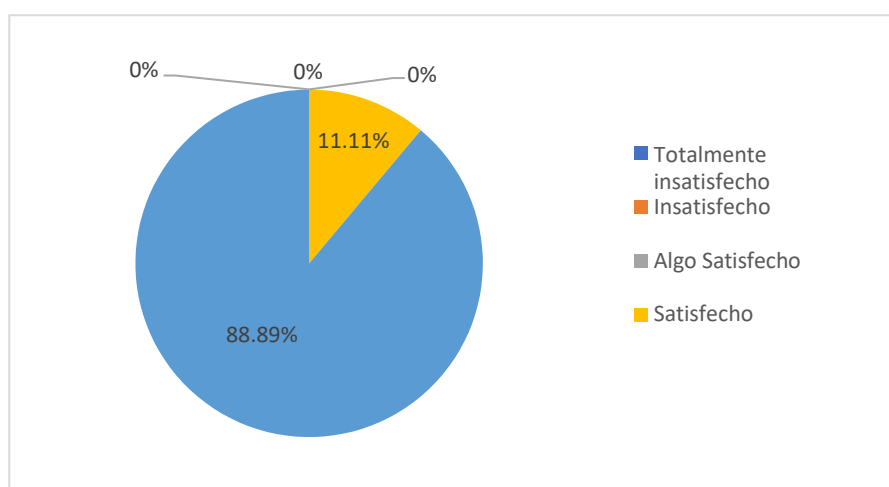
	Escala/Ítem	1	2	3	4	5	Total	%
1	Totalmente insatisfecho	0	0	0	0	0	0	0%
2	Insatisfecho	0	0	0	0	0	0	0%
3	Algo Satisfecho	0	0	0	0	0	0	0%
4	Satisfecho	4	2	0	0	4	10	11.11%
5	Totalmente satisfecho	14	16	18	18	14	80	88.89%
							Total	
							90	100%

Fuente: Autora

En la tabla antes mencionada se encuentran las calificaciones en valor a la escala de Likert, donde se puede comprobar la satisfacción total de los voluntarios en cuanto se les entregó el jabón. De

una manera más clara también se puede observar en el gráfico 18, un total de 11.11% la escala número 4, interpretando como satisfecho, seguido toma lugar el 88.89% de la escala número 5, interpretando como Totalmente satisfecho.

Gráfico 18: Prueba de apariencia realizada en el jabón



Fuente: Autora

Una vez terminado el producto, las normativas exigen ensayos para demostrar que es apto para el uso de higiene personal en la sociedad, por lo tanto, se realizaron pruebas en las que los tres tratamientos obtuvieron buenos resultados, entre ellos los ensayos microbiológicos, con ausencia total de microorganismos más comúnmente presentes en los productos cosméticos. Por otra parte, la prueba de solubilidad y espuma obtuvieron los resultados y la apariencia esperada.

Entre otros parámetros el porcentaje de humedad y sólidos totales, quien mediante un estudio ANOVA rechaza la Hipótesis nula debido que se obtienen significativas diferencias, obteniendo un valor de $p= 0.0270$, mientras que en la prueba de Tukey en las medias se observa una sola

diferencia significativa y es en el caso del T1. Sin embargo, los tres tratamientos cumplen con las normas INEN 841.

Finalmente, el parámetro más importante para determinar el tratamiento con la concentración adecuada fue la medida del pH, puesto que solamente el tratamiento 1 con concentración de 2.5% de borra de café se comprobó estadísticamente que se encuentra dentro de los requisitos solicitados por la normativa INEN 841.

4.3 Evaluación de la actividad exfoliante

Este paso se realizó usando dos equipos: Corneómetro® y Analizador de Piel en los cuales se lograron los siguientes resultados:

4.3.1 Evaluación de la actividad exfoliante (Corneómetro®)

Tabla 30: Datos obtenidos por pruebas in vivo en mujeres (Corneómetro®)

Voluntaria	Antes	Con producto	15 días después
V1	30.67%	35.17%	44.30%
V2	20.20%	28.50%	33.33%
V3	26.77%	34.57%	43.90%
V4	23.60%	39.00%	35.03%
V5	23.50%	32.23%	39.03%
V6	24.30%	25.83%	39.03%
V7	24.07%	38.03%	29.37%
V8	23.67%	36.17%	33.50%
V9	28.80%	29.97%	35.27%

Fuente: Autora

En el caso del grupo de voluntarias mujeres, se hizo las respectivas mediciones a nueve individuos antes, con el producto y 15 días después del tratamiento, como se observa en la tabla 30.

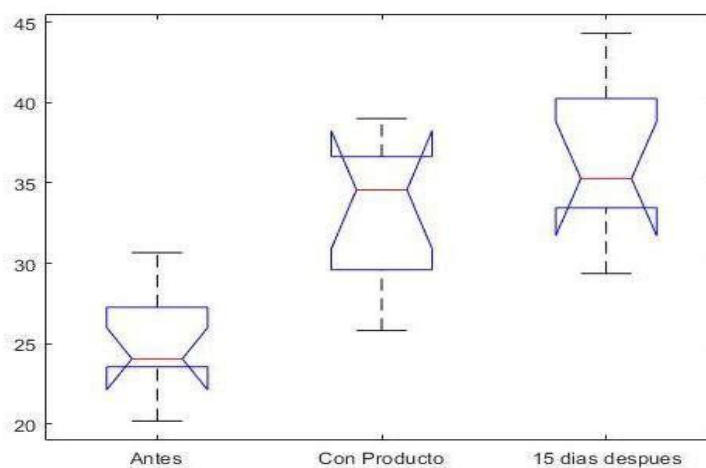
Tabla 31: Análisis ANOVA de la medida de humectación presente en la piel mujeres

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Prob>F
Entre grupos	668.723	2	334.361	18.27	1.50806e-05
Dentro de los grupos	439.282	24	18.303		
Total	1108.004	26			

Fuente: Autora

En la tabla 31 se puede observar el análisis estadístico de varianza, en el que se rechaza la hipótesis nula debido que el factor p es menor a 0.05; por lo tanto, se muestra que existen diferencias significativas.

Gráfico 19: Porcentaje de humectación presente en la piel de mujeres



Fuente: Autora

Cada caja representa visualmente los datos obtenidos respecto al porcentaje de humectación en diferentes tiempos, gráfica 19, se demuestra la diferencia significativa entre las medias comprobando una vez más el cumplimiento de la hipótesis alterna.

Tabla 32: Datos obtenidos por pruebas in vivo en hombres (Corneómetro®)

Voluntario	Antes	Con producto	15 días después
P1	23.30%	28.50%	49.87%
P2	32.50%	38.20%	49.73%
P3	24.90%	28.23%	25.10%
P4	24.23%	35.80%	52.83%
P5	33.77%	48.33%	45.80%
P6	33.33%	25.23%	40.87%
P7	25.23%	27.77%	28.87%
P8	24.43%	29.07%	33.93%
P9	24.03%	30.23%	39.90%

Fuente: Autora

En el caso del grupo de voluntarios hombres de igual manera se aplicó el Corneómetro® para determinar el porcentaje de humedad presenten antes, durante y tiempo en la piel después del uso del producto cosmético, en el cual se observa un efecto positivo y mediante un Análisis de Varianza se puede verificar si los datos en esta prueba tienen una diferencia significativa.

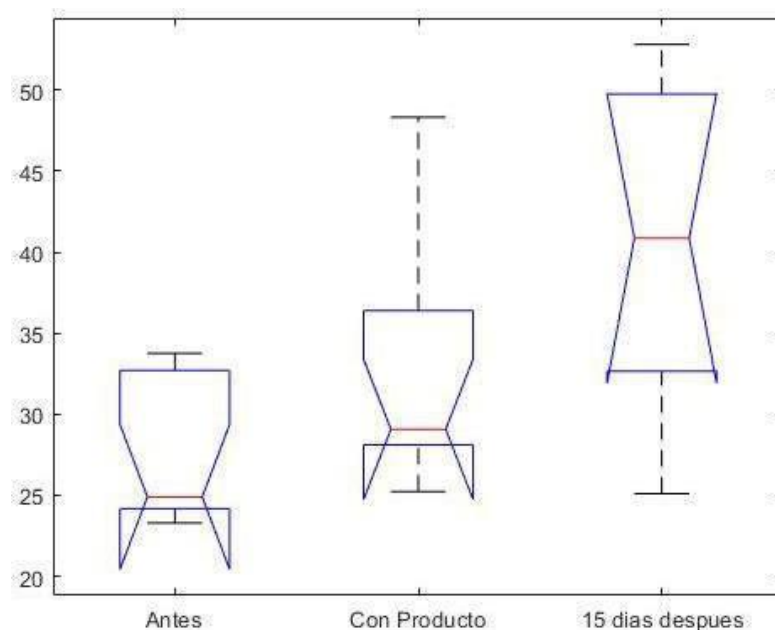
Tabla 33: ANOVA para porcentaje de humectación presente en la piel de hombres.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Prob>F
Entre grupos	832.37	2	416.183	7.41	0.0031
Dentro de los grupos	1348.41	24	56.184		
Total	2180.78	26			

Fuente: Autora

Con un valor P de 0.0031 el análisis de la varianza en la tabla 33 indicó que existen diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 95% en la determinación de humedad de la piel. Indicando que el producto posee un efecto positivo y cumple con su función de exfoliación.

Gráfico 20: Porcentaje de humectación presente en la piel de hombres



Fuente: Autora

Como se muestra en la gráfica 20 los resultados son positivos, ya que se observa un alto porcentaje de humectación en cuanto se hizo la prueba 15 días después, con uso constante del

jabón, incluso de manera general se determina que el grupo de voluntario de hombres tiene mayor porcentaje de humectación en comparación con el grupo de voluntarias mujeres.

4.3.2 Evaluación de la actividad exfoliante (Analizador digital de Piel)

Tabla 34: Datos obtenidos por pruebas in vivo en mujeres (Analizador digital de Piel)

Voluntario	Antes	Con producto	15 días después
V1	13.37%	13.53%	15.50%
V2	11.30%	12.73%	15.33%
V3	11.43%	13.33%	14.43%
V4	12.10%	13.50%	13.97%
V5	9.50%	13.00%	15.00%
V6	8.37%	12.17%	13.90%
V7	12.87%	14.37%	12.90%
V8	13.13%	13.87%	13.27%
V9	12.70%	13.97%	14.83%

Fuente: Autora

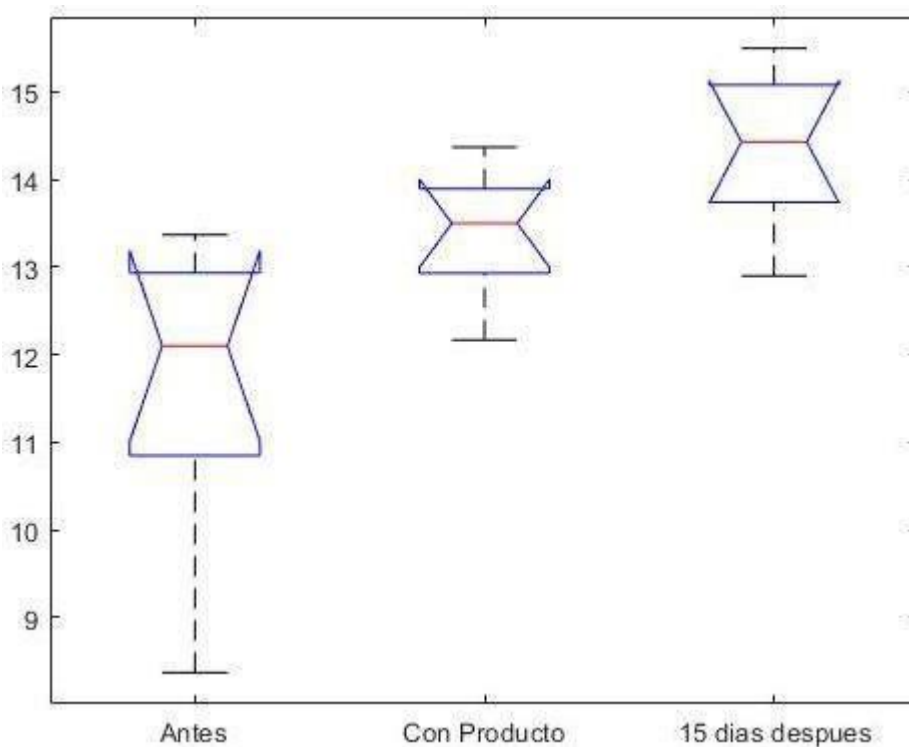
Tabla 35: ANOVA para porcentaje de aceite presente en la piel de mujeres

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Prob>F
Entre grupos	33.885	2	16.9425	12.07	0.0002
Dentro de los grupos	33.6897	24	1.4037		
Total	67.5747	26			

Fuente: Autora

En base a los resultados de la tabla 34 se pudo realizar el Análisis de Varianza presentados en la tabla 35, mediante el cual se logra apreciar el valor de $p < 0.05$ ($p = 0.00$); por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula de que el jabón no posee un efecto exfoliante en la piel, puesto que se muestran diferencias significativas entre las variables.

Gráfico 21: Porcentaje de aceite presente en la piel de mujeres



Fuente: Autora

Mediante la representación gráfica 21 se comprueba el resultado estadístico realizado, puesto que se observan datos significativos y coherentes, por lo tanto, se cumple la hipótesis alterna, en el que determina que el jabón posee un efecto exfoliante.

Tabla 36: Datos obtenidos por pruebas in vivo en hombres (Analizador digital de Piel)

Voluntario	Antes	Con producto	15 días después
P1	12.93%	14.13%	15.30%
P2	13.93%	14.53%	16.60%
P3	13.23%	14.13%	11.83%
P4	13.13%	14.63%	16.17%
P5	14.10%	16.47%	14.50%
P6	12.93%	13.03%	15.73%
P7	12.27%	13.03%	13.67%
P8	13.03%	13.90%	14.77%
P9	12.10%	13.33%	15.23%

Fuente: Autora

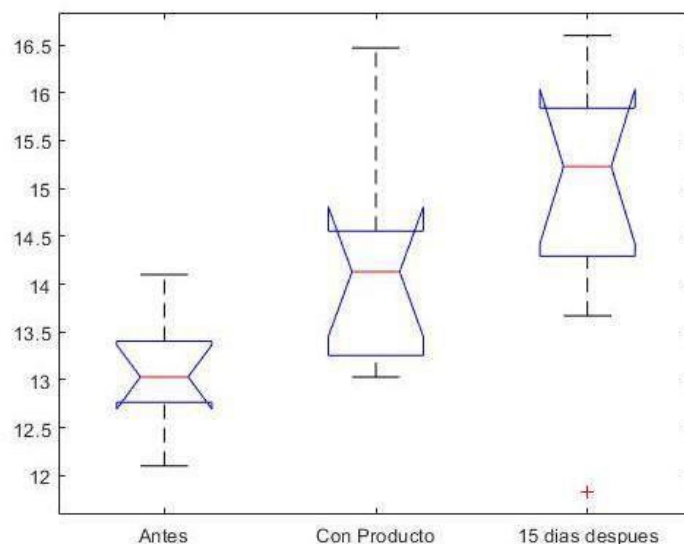
Tabla 37: ANOVA de porcentaje de aceite presente en la piel de hombres

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Prob>F
Entre grupos	14.647	2	7.32348	6.06	0.0074
Dentro de los grupos	29.0152	24	1.20897		
Total	43.6622	26			

Fuente: Autora

Se realiza un estudio donde se va controlando la evolución de la piel sin producto y al usarlo durante 15 días, en el cual se obtiene los datos en la tabla 36. Según los datos estadísticos expuestos en la tabla 37, se comprueba que existen diferencias significativas y se rechaza la hipótesis nula, puesto que el valor de p es menor a 0.005.

Gráfico 22: Porcentaje de aceite presente en la piel de hombres



Fuente: Autora

Mediante la gráfica 22, se puede observar con mayor claridad el alto porcentaje de aceite presente en la piel del grupo de voluntarios hombres, comprobando una vez más el cumplimiento de la hipótesis alterna.

Para la evaluación *in vivo*, se debe tomar en cuenta que el grado de exfoliación se determinó de manera indirecta y mediante un análisis estadístico se puede evidenciar el aumento de la media tanto en el caso de la humectación de la piel ($24,07,7 < 35,27\%$) como en la presencia de aceite ($12,01 < 14,43\%$) en el caso de mujeres, mientras que el caso de hombres se presencia un ($24,9 < 40,87\%$) en el caso de humedad y ($13,03 < 15,23\%$) de aceite en la piel. Dando como resultado el cumplimiento de la H_1 en el que determina que el jabón a base de borra de café tiene un efecto exfoliante en la piel.

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- En la ciudad de Cuenca se observa el uso de jabones tradicionales y comunes que con el tiempo se han demostrado poca efectividad, en la presente investigación se propone el uso de un jabón sintético natural que cumple con las necesidades de la piel, que evita el envejecimiento celular en la piel y mejora su apariencia. Su uso continuo muestra un cambio positivo y saludable tanto en hombres como mujeres, demostrando así un grado exfoliante evidente en las pruebas *in vivo* puesto que se obtuvo un porcentaje superior de 78% de aceptación total de la piel en las personas voluntarias, determinando de tal manera que el grupo de hombres poseen un mayor porcentaje de aceptación 88.89% y en mujeres 55.56%, por lo tanto, la borra de café puede ser utilizado como ingrediente exfoliante en formulaciones cosméticas como cremas y jabones.
- Mediante estudios bibliográficos y experimentales elaboradas para examinar el tipo de café adecuado como insumo del producto, se puede concluir que la borra de café tipo arábica es el más apto, debido a su fácil accesibilidad y el contenido de compuestos bioquímicos importantes para esta investigación, contando con un porcentaje de humedad menor al 6% y cumpliendo con los protocolos microbiológicos y físico químicos estandarizados. Por otra parte, el café robusta es un tipo de café cultivado exclusivamente para la exportación, por lo que llega a ser un producto poco accesible para el consumo nacional.

- Se definió que la formulación con ingredientes de tipo natural fue el más aceptable, en cuanto al producto terminado y mediante ensayos prueba-error se determinó que el tratamiento a una concentración de 2.5% de borra de café como principio activo cumplió con todos los parámetros solicitados en las normas INEN 841:2016 e INEN 2867:2015, mostrando de tal manera que la concentración de micro gránulos influyó en el pH de cada tratamiento.

5.2 Recomendaciones

- Caracterizar los micro gránulos, de tal manera en la que se compruebe la importancia de obtener un porcentaje de humedad mínimo para evitar la proliferación de microorganismos y tenga un período de vida útil prolongado.
- Realizar la evaluación de la actividad antioxidante utilizando un solvente alcohólico para obtener un mejor resultado.
- Pese a que los tratamientos con concentraciones diferentes poseen similares porcentajes de humedad y sólidos totales, se recomienda el uso del tratamiento con concentración mínima ya que se obtiene un efecto exfoliante aceptable y menos abrasivo.
- Desarrollar formulaciones nuevas con el principio activo en el cual se debe tomar en cuenta el protocolo de las Buenas Prácticas de Manufactura.

REFERENCIAS

- Allevato, M. (2006). *Actualizaciones Terapéuticas Dermatológicas y Estéticas*. 200-208.
- Alvarado, M., & Rojas, G. (2007). *Cultivo y beneficiado del café*. EUNED.
<https://tinyurl.com/2n29y2kb>
- Alvarez, M., & Pallazhco, R. (2018). *Recuperación de componentes bioactivos a partir de borra de café*. <https://tinyurl.com/2fuxuhcw>
- Amezquita, K., Blanco, A., Rios, N., & Macías, M. (2018). Extracción, caracterización y cuantificación de bebidas energéticas más populares de México, y su consumo por estudiantes del CUCEI de la Universidad de Guadalajara. *Revista de Aplicación Científica y Técnica*, 4(13), 18-27.
- Amores Puyutaxi, F. M., Duicela Guambi, L., Corral, R., Guerrero Castillo, H. E., Vasco Medina, S. A., Motato, N., Solórzano Larrea, G. R., Zambrano A., L., Aveiga Z., T., & Guedes C., R. (2004). *Variedades mejoradas de café arábigo una contribución para el desarrollo de la caficultura en el Ecuador*. <https://tinyurl.com/3pef3wn9>
- Arcila, J., Buhr, L., Bleiholder, H., & Hack, H. (Eds.). (2001). Aplicación de la escala BBCH ampliada para la descripción de las fases fenológicas del desarrollo de la planta de café (*Coffea sp.*). *Boletín Técnico*. <https://tinyurl.com/mr4d2yyb>
- Ayala-Zavala, J. F., Silva-Espinoza, B. A., Cruz-Valenzuela, M. R., Villegas-Ochoa, M. A., Esqueda, M., González-Aguilar, G. A., & Calderón-López, Y. (2012). Antioxidant and

- antifungal potential of methanol extracts of *Phellinus* spp. From Sonora, Mexico. *Revista Iberoamericana de Micología*, 29(3), 132-138. <https://doi.org/10.1016/j.riam.2011.09.004>
- Azcona, L. (2006). Exfoliación. *Farmacia Profesional*, 20(7), 56-59.
- Ballesteros, L. F., Teixeira, J. A., & Mussatto, S. I. (2014). Chemical, Functional, and Structural Properties of Spent Coffee Grounds and Coffee Silverskin. *Food and Bioprocess Technology*, 7(12), 3493-3503. <https://doi.org/10.1007/s11947-014-1349-z>
- Banquez, A. (2019). *Manual de Buenas Prácticas de Manufactura en empresa Tejada Trading y Cia S.A.S Línea Cosméticos* [Fundación Universidad de América]. <https://tinyurl.com/26ysv5nt>
- Bonilla, J. (2017). Los beneficios del consumo de café. *Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud Universidad del Cauca*, 19(2), 47-48.
- Brea, I., Denia, R., Crespo, L., & Rivas, P. (2014). *Curso de Experto Universitario en Cosmética y Dermofarmacia*. <https://tinyurl.com/bp5e4j4t>
- Cárdenas, J. P., & Pardo, J. D. (2014). *Caracterización de las etapas de fermentación y secado del café la primavera*. <https://tinyurl.com/26ww6uxn>
- CK electronic. (2015). *Information and Operating Instruction for the Multi Probe Adapter MPA Systems*. <https://tinyurl.com/ybtvm53h>
- Coa Urbaez, M., Silva-Acuña, R., Méndez Natera, J. R., & Mundarain Padilla, S. (2015). Fenología de la floración del cafeto var. Catuaí Rojo en el municipio Caripe del estado Monagas, Venezuela. *Idesia (Arica)*, 33(1), 59-67.

- Condalab. (2019). *Análisis Microbiológico en la Industria Cosmética*.
<https://tinyurl.com/ykme3cac>
- Cortés, S., & Ramírez, L. (2017). *Determinación de antioxidante en subproductos de café producido y comercializado en Risaralda (Colombia)*. <https://tinyurl.com/2p8ua4bt>
- Cruz, A. (2018). *Evaluación de los parámetros fisicoquímicos de control de calidad en jabones de tocador comercializados en México*. <https://tinyurl.com/mjzfk7h>
- Diaz, M., Gonzales, L., Ramírez, L., Olano, M., Vargas, A., Rojas, M. L., & Linares, G. (2017). Fenólicos a partir de residuos de café: Optimización del proceso de extracción. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 19(4), 405-410. <https://doi.org/10.18271/ria.2017.315>
- Duicela, L. A., Velásquez, S. del R., & Farfán, D. (2017). Calidad Organoléptico de cafés arábigos en relación a las variedades y altitudes de las zonas de cultivo, Ecuador. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 18(1), 67-77.
- Estelita, S. (2016). Comportamiento en vivero de nueve variedades de café injertada sobre *Coffea canephora* en San Ramón (Chanchamayo). *Universidad Nacional Agraria La Molina*.
<https://tinyurl.com/dd7rwuvd>
- Franco, H. A., Rocha, M. V. de C., & Thode Filho, S. (2020). Impacto Ambiental do Extrato Solubilizado de Borra de Café sobre Organismo Terrestre. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, 9(1), 404-413. <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2020v9i1.p404-413>

- García, D. (2017, junio 1). *Adiós a las microesferas de plástico en los cosméticos*. Cuaderno de Cultura Científica. <https://tinyurl.com/2p8kt5ks>
- García, J., & Alonso, P. (2021). *Anatomía y fisiología de la piel*. <https://tinyurl.com/5n7xwudt>
- Garrido, C. (2015, enero 25). *Los beneficios del café para la salud*. abc. <https://tinyurl.com/mpvr682j>
- Gonzalez Mendez, R. V. (2018). *Diagnóstico y análisis de la cadena de valor del café ecuatoriano durante el periodo 2010 2015*. <https://tinyurl.com/yckjmat2>
- Gualotuña, C. E. (2016). *Adaptación de dos variedades de café robusta (Coffea canephora Pierre ex Froehner) con tres distancias de plantación Pedro Vicente Maldonado*. <https://tinyurl.com/2p9xcjzy>
- Hernández, J. R., & Pardo, J. D. (2015). *Estudio monográfico del uso y aplicación de productos naturales en la industria cosmética natural y ecológica*. <https://tinyurl.com/2p87uwrs>
- lica, S. S. (El S., Consejo Salvadoreño del Café, S. S. (El S., Unión Europea, M. (España), & Catholic Relief Services, S. S. (El S. (2020). *Guía práctica de caficultura*. <https://tinyurl.com/ym9bh8f3>
- Jiménez, A., & Massa, P. (2015). Producción de café y variables climáticas: El caso de Espíndola, Ecuador. *Economía*, XL(40), 117-137.
- Lagunes, Y., Ramírez, A., Suárez, Á., & Olivares, T. de J. (2019). *Análisis de parámetros del cultivo y procesos de la transformación del café*. 3(Revista de Ingeniería Biomédica y Biotecnología), 18-30. <https://doi.org/10.35429/JBEB.2019.7.3.18.30>

- Lay, K., Gonzalez, V., Serrano, A., & Mojica, T. (2020). Jabones artesanales a base de cacao como beneficio orgánico para la salud. *Revista de Iniciación Científica*, 6. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v6.0.3152>
- Marquez Guerrero, G. (2018). *Estudio de la oferta cafetera y sus variedades en la ciudad de Guayaquil*. [Thesis, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química]. <https://tinyurl.com/2p8umsx4>
- Martínez, J. (2012, abril 14). *Cosmetología. Tema 3: Los Cosméticos: Características Generales*. <https://tinyurl.com/2ejhekjk>
- Martinez, R. (2010). *Diagnóstico de sistemas de producción de café (Coffe arabica L.) En San Juan Metaltepec Mixe, Oaxaca*. [Universidad Autónoma Agraria «Antonio Narro»]. <https://tinyurl.com/36rxh2zy>
- Microcaya. (2016). *Corneometer CM-825. Hidratación cutánea*. <https://tinyurl.com/2p88sybf>
- Moncada, J. (2018). *Determinación de cafeína en café de grano comercial*. <https://tinyurl.com/5c8zd9kb>
- Montes, R., Perez, M., Rojas, J. L., Tovar, F., & Triveño, L. (2019). *Jabón exfoliante de café y frutos rojos*. <https://tinyurl.com/2p9cueh3>
- Morocho, K. (2017). *Proyecto de exportación de café arábigo hacia el mercado de Trenton—New Jersey para la Asociación de Productores Agropecuarios del cantón Chaguarpamba “APACCH”, provincia Loja, cantón Chaguarpamba, período 2015-2016*. <https://tinyurl.com/bu799ytw>

Navarrete, G. (2003). *Histología de la piel*. 46. <https://tinyurl.com/2m6srvkc>

NORMATIVA TÉCNICA ECUATORIANA, 841. (2016). *Productos Cosméticos. Jabón de tocador en barra. Requisitos*. <https://tinyurl.com/mucmua9s>

Normativa Técnica Ecuatoriana (841). (2016, enero). <https://tinyurl.com/mucmua9s>

Palomino García, L. R., & Del Bianchi, V. L. (2015). Capacidade antioxidante em resíduos da indústria cafeeira. *Brazilian Journal of Food Technology*, 18, 307-313. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.5015>

Pérez-Soto, F., Godínez-Montoya, L., & Figueroa-Hernández, E. (2015). *La producción y el consumo del café*. <https://tinyurl.com/yckmta8k>

Pozo, M. A. (2014). Análisis de los factores que inciden en la producción de café en el Ecuador 2000-2011. *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*. <https://tinyurl.com/ysmkhxuj>

Puerta, G. (2006). *Buenas Prácticas agrícolas Para el café*. <https://tinyurl.com/hyrvtfcx>


Ramírez, V. (2014). *La fenología del café, una herramienta útil para apoyar la toma de decisiones* [Technical Report]. Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé). <https://tinyurl.com/2kv2ffu4>

Rathinavelu, R., & Graziosi, G. (2005). *Posibles usos alternativos de los residuos y subproductos del café*. <https://tinyurl.com/3v7spknt>

Rey, L. (2018). *Evaluación de los parámetros físicoquímicos de control de caalidad en jabones de tocador comercializados en México* [Instituto Politécnico Nacional]. <https://tinyurl.com/yts9kdbk>

- Rivas, A. (2016). *Utilización de desechos de café en dos formulaciones (crema y jabón en barra) de tipo exfoliante para uso cosmético* [UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA]. <https://tinyurl.com/33m577fu>
- Rodríguez, I. (1998). Agentes promotores de la permeación percutánea. *Revista Cubana de Farmacia*, 32(1), 68-75.
- Rojas, J. (2012). *Densidad aparente—INTA Centro Regional Chaco Formosa Estación Experimental Agropecuaria Sáenz Peña*. StuDocu. <https://tinyurl.com/5n7zd6hh>
- RT en Español. (2014, mayo 19). *Microgránulas de plástico en los cosméticos amenazan al mundo acuático*. RT en Español. <https://tinyurl.com/2p9x3jbr>
- Sabater, I., & Mourelle, L. (2012). *Cosmetología para estética y belleza*. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.L. <https://tinyurl.com/3d7b6ry7>
- Sánchez, A. M., Vayas, T., Mayorga, F., & Freire, C. (2019). Sector Cafetero Ecuatoriano. *Observatorio Económico y Social de Tungurahua*. <https://tinyurl.com/yckjceya>
- Sánchez, L. (2018). *Absorción Percutánea*. 28(2). <https://tinyurl.com/5n8ar6x4>
- Santiana Ayala, G. F. (2013). *Proyecto de factibilidad para creación de una microempresa dedicada a la producción y comercialización de café molido lojano en la ciudad Quito*. <https://tinyurl.com/5n8uz5f5>
- Santistevan Méndez, M., Julca Otiniano, A., Borjas Ventura, R., & Tuesta Hidalgo, O. (2014). Caracterización de fincas cafetaleras en la localidad de Jipijapa (Manabí, Ecuador). *Ecología Aplicada*, 13(2), 187-192.

- Saura, F. (1981). Biomasa y agroenergía. *Maina*, 4, 12-16.
- Serna-Jiménez, J. A., Torres-Valenzuela, L. S., Cortínez, K. M., & Sandoval, M. C. H. (2018). Aprovechamiento de la pulpa de café como alternativa de valorización de subproductos. *Revista ION*, 31(1), 37-42. <https://doi.org/10.18273/revion.v31n1-2018006>
- Servicio de Acreditación Ecuatoriano. (2018, noviembre 22). *Técnicas de control microbiológico para elaboración de cosméticos – Servicio de Acreditación Ecuatoriano*. <https://tinyurl.com/2escdns2>
- Ticliahuanca, S. N., & Ramos, L. (2020). *Efecto de la Deshidratación Sobre los Fenoles Totales en la Obtención de Harina de Pulpa de Café (Coffea Arabica) Variedad Catimor* [Universidad de Jaen]. <https://tinyurl.com/mtmt8dca>
- Torres, Y. (2017). *ELABORACIÓN DE UNA CREMA CON ACTIVIDAD EXFOLIANTE CON CÁSCARA DE CACAO (Theobroma cacao L.), PROVENIENTE DE LA PROVINCIA DE MANABÍ*. <https://tinyurl.com/3u2bf4yc>
- Tovar del Río, J. (2013). *Determinación de la actividad antioxidante por DPPH y ABTS de 30 plantas recolectadas en la ecoregion Cafétera*. <https://tinyurl.com/2p9em85m>
- Urbano, I. R. (2017). *Desarrollo de una crema con características exfoliantes a base del polvo proveniente de la semilla de Phytelphas aequatorialis Spruce*. <https://tinyurl.com/3w57etue>
- Urquieta, M. (2020, abril 23). *Haz tu propio exfoliante natural con café y dile adiós a la celulitis*. Vogue. <https://tinyurl.com/3pdvm54v>

- Valenzuela, A. (2010). El café y sus efectos en la salud cardiovascular y en la salud materna. *Revista chilena de nutrición*, 37(4), 514-523. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182010000400013>
- Vanegas, F. (2016, agosto 31). Taxonomía del café. / *Coffee Media* . <https://tinyurl.com/ubf6ujfh>
- Vega, M. A. (2015). *Evaluación de la eficacia del aceite esencial de Curcuma longa L. como conservante en una formulación cosmética orgánica*. <https://tinyurl.com/2p8jvb8n>
- Venegas, S., Orellana, D., & Pérez, P. (2018). La realidad Ecuatoriana en la producción de café. *RECIMUNDO*, 2(2), 72-91. [https://doi.org/10.26820/recimundo/2.\(2\).2018.72-91](https://doi.org/10.26820/recimundo/2.(2).2018.72-91)
- Vivanco, G. E. (2016). *Investigación y desarrollo gráfico de productos cosméticos*. <https://tinyurl.com/bdzc4496>
- Yzarra, W. J., & López, F. M. (2017). Manual de observaciones fenológicas. *Repositorio Institucional - SENAMHI*. <https://tinyurl.com/bdfbv65>
- Zumalacárregui, B., & Ferrer, C. (2021). Elaboración de crema exfoliante con aceite y cáscara de semillas de Moringa Oleífera Ecotipo Plain. *Centro Azúcar*, 48(1), 22-34.

ANEXOS

ANEXO I. Propiedades químicas de la borra de café

Componentes	%p/p	Componente	%p/p	Componente	%p/p
Humedad	7-8	Ácido tánico	0.90	Valina	9.0
Proteína cruda	10-12	Ácido palmítico	43.2	Metionina	2.0
Fibra cruda	35-44	Ácido palmitoléico	0.40	Isoleucina	6.3
Nitrógeno libre	13-18	Ácido esteárico	9.70	Leucina	13.4
Ceniza	0.25-1.0	Ácido oleico	14.0	Tirosina	4.2
Calcio	0.08	Ácido linoleico	37.0	Fenilalanina	8.3
Magnesio	0.01	Ácido arachídico	3.8	Lisina	2.9
Potasio	0.04	Ácido gadoléico	0.4	Histidina	2.2
Sodio	0.03	Ácido behénico	0.2	Arginina	Trazas
Fósforo	0.01	Ácidos grasos libres	7.6	Hidroxiprolina	1.0
Manganeso	26.8 ppm	Yodo	85-93	Glicina	7.6
Zinc	10.0 ppm	No. de saponificación	185-193	Serina	1.9
Cobre	35 ppm	Peróxido	11-17	Acidoglutámico	18.6
Cloruros	-	Aminoácidos (proteína)	-		
Selenio	0.26 ppm	Alanina	6.2		

Nota. Recuperado de Valorización de los residuos de café tostado y molido (borra de café), generados en el campus central de la Universidad de El Salvador (p.67), por Morales y Pérez, 2020.

ANEXO II. Clasificación de los productos cosméticos

CLASIFICACIÓN	PRODUCTOS	
Cosméticos para niños	<ul style="list-style-type: none"> • Talcos • Champús • Aceites 	<ul style="list-style-type: none"> • Jabones • Cremas • Lociones
Cosméticos para el área de los ojos	<ul style="list-style-type: none"> • Pestañinas • Delineadores • Cremas 	<ul style="list-style-type: none"> • Geles • Sombras • Lápices
Cosméticos para la piel	<ul style="list-style-type: none"> • Cremas • Limpiadoras • Nutritivas • Humectantes • Protectoras de uso diario • Manos y cuerpo • De noche • Polvos faciales sueltos y compactos • Talcos 	<ul style="list-style-type: none"> • Polvos en suspensión • Cápsulas • Lociones tónicas y astringentes • Productos para afeitar • Espuma • Jabones • Geles • Lociones
Cosméticos para los labios	<ul style="list-style-type: none"> • Labiales • Delineadores 	<ul style="list-style-type: none"> • Brillos • Lápices
Cosméticos para el aseo e higiene corporal	<ul style="list-style-type: none"> • Jabones (líquidos o en barra) 	<ul style="list-style-type: none"> • Baños espumosos • Geles
Desodorantes y antitranspirantes	<ul style="list-style-type: none"> • Cremas • Roll-on • Barras 	<ul style="list-style-type: none"> • Lociones • Aerosoles
Cosméticos capilares	<ul style="list-style-type: none"> • Tinturas • Productos para ondular, alisar y aclarar el cabello 	<ul style="list-style-type: none"> • Fijadores • Rinses o enjuagues

	<ul style="list-style-type: none"> • Champús • Acondicionadores • Brillantinas 	<ul style="list-style-type: none"> • Tónicos, masajes, mascarillas y tratamientos capilares
Cosméticos para las uñas	<ul style="list-style-type: none"> • Esmaltes • Endurecedores • Removedores y disolventes 	<ul style="list-style-type: none"> • Removedores de cutícula • Cremas
Productos para la higiene bucal y dental	<ul style="list-style-type: none"> • Cremas dentales 	<ul style="list-style-type: none"> • Aromatizantes bucales que no tienen flúor ni antisépticos
Cosméticos de perfumería	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas de colonia • Colonia • Loción • Agua de toilette • Agua de perfume 	<ul style="list-style-type: none"> • Perfume • Extractos • Cremas • Aceites
Productos para el bronceado, protección solar y autobronceadores	<ul style="list-style-type: none"> • Productos antisolares, bronceadores y de autobronceado 	<ul style="list-style-type: none"> • Cremas
Depilatorios	<ul style="list-style-type: none"> • Productos depilatorios 	<ul style="list-style-type: none"> • Ceras
Productos para el blanqueo de la piel	<ul style="list-style-type: none"> • Mascarillas faciales 	<ul style="list-style-type: none"> • Productos exfoliantes

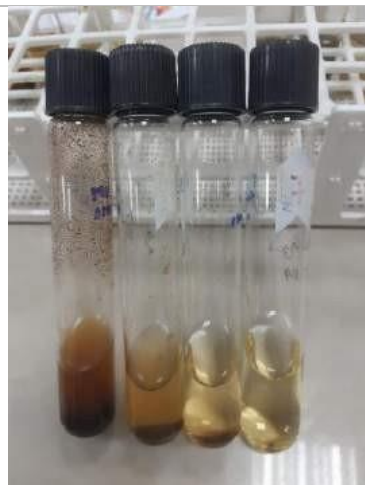
Nota. Recuperado de *Estudio monográfico del uso y aplicación de productos naturales en la industria cosmética natural y ecológica* (p.16), por Hernández y Pardo, 2015.

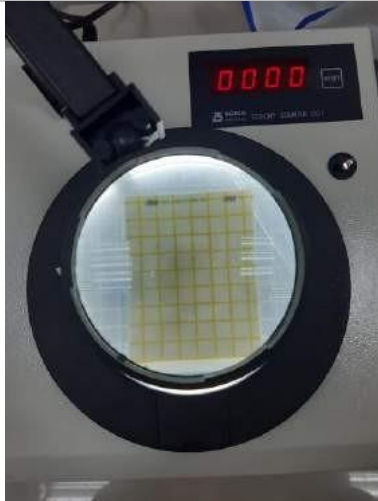
ANEXO III. Requisitos y límites microbiológicos de los productos cosméticos

Área de aplicación y fase etaria	Requisito	Límites de aceptabilidad	Método de ensayo de referencia
<ul style="list-style-type: none"> • Cosméticos para niños • Cosméticos para el área de los ojos • Cosméticos que entran en contacto con las membranas de las mucosas 	Microorganismos mesófilos aerobios totales	Recuento de microorganismos mesófilos aerobios totales. Límite máximo 5×10^2 ufc*/g o mL	NTE INEN-ISO 21149
	<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Ausencia de <i>Pseudomona aeruginosa</i> en 1 g ó mL	NTE INEN-ISO 22717
	<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia de <i>Staphylococcus aureus</i> en 1 g o mL	NTE INEN-ISO 22718
	<i>Escherichia coli</i>	Ausencia de <i>Escherichia coli</i> en 1 g o mL	NTE INEN-ISO 21150
Demás productos cosméticos susceptibles a contaminación microbiológica	Microorganismos mesófilos aerobios totales	Recuento de microorganismos mesófilos aerobios totales. Límite máximo 5×10^3 ufc*/g o mL	NTE INEN-ISO 21149
	<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Ausencia de <i>Pseudomona aeruginosa</i> en 1 g o mL	NTE INEN-ISO 22717

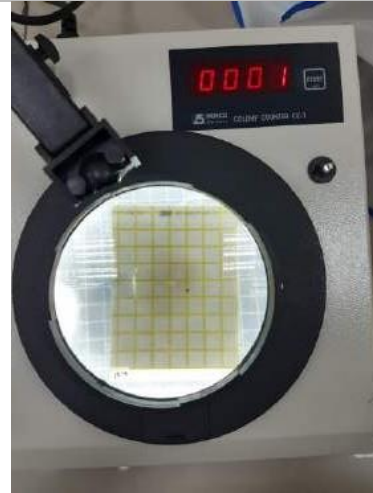
	<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia de <i>Staphylococcus aureus</i> en 1 g o mL	NTE INEN-ISO 22718
	<i>Escherichia coli</i>	Ausencia de <i>Escherichia coli</i> en 1 g o mL	NTE INEN-ISO 21150
Productos cosméticos para utilizar en los órganos genitales externos	<i>Candida albicans</i>	Ausencia	NTE INEN-ISO 18416

Nota. Obtenido de Norma técnica ecuatoriana INEN 2867. Productos cosméticos. Requisitos (p.2), por Servicio Ecuatoriano de Normalización (2015).

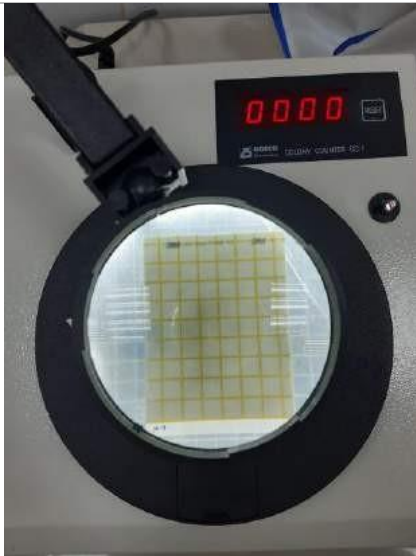
ANEXO IV. Siembra en placas Petrifilm de aerobios mesófilos**Preparación de los medios de cultivo****Materiales para la siembra en placa de aerobios mesófilos****Preparación de la solución madre para la posterior dilución seriada****Dilución seriada de la borra de café**



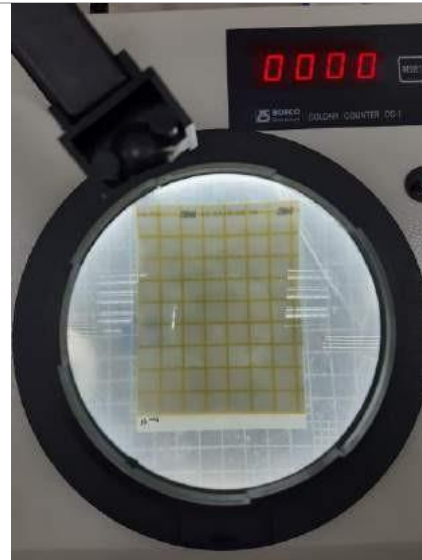
Placa Petrifilm 10^{-1} sin colonias



Placa Petrifilm 10^{-2} colonia presente



Placa Petrifilm 10^{-3} sin colonias



Placa Petrifilm 10^{-4} sin colonias

Fuente: Autora

ANEXO V. Procedimiento en la elaboración de jabón exfoliante

Se derrite la glicerina a 60-70 °C



Adición de la borra de café



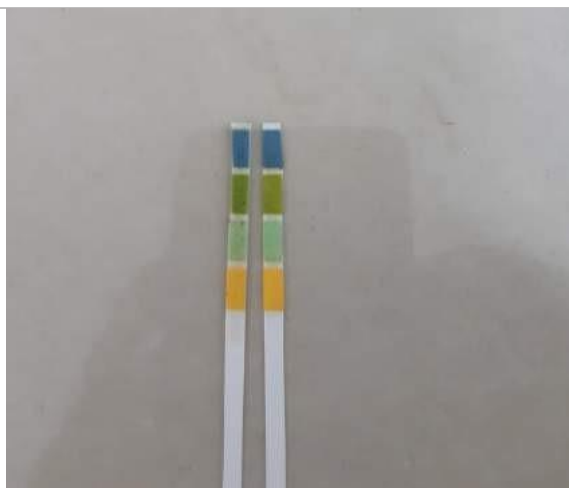
Borra de café en glicerina derretida transparente



Mezcla de los ingredientes utilizando las Buenas Prácticas de Manufactura



Mezcla completa de glicerina blanca



Medida de pH en cada una de las mezclas



Jabones colocados en los respectivos moldes para su posterior solidificación



Ejemplares de jabones exfoliantes a base de borra de café

Fuente: Autora

**ANEXO VI. Pruebas microbiológicas del jabón. Ausencia de *Staphylococcus aureus*,
Recuento de mesófilos aerobios, *Escherichia coli*, *Pseudomona aeruginosa***



Preparación de los medios para el análisis de los diferentes microorganismos



Adición de 1 mL de la solución madre en la caja petri



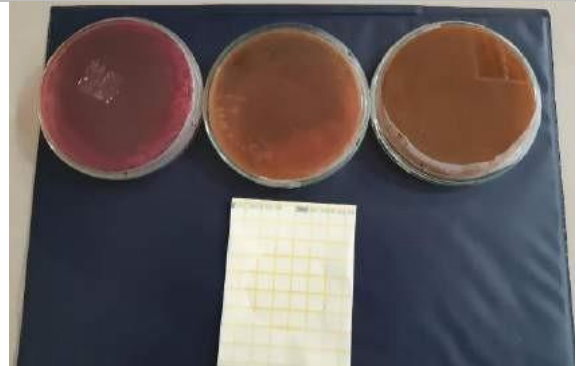
Agar Manitol y Agar Macconkey para determinar la presencia o ausencia de *Staphylococcus aureus* y *Pseudomona aeruginosa* respectivamente



Técnica vertido en placa, esperando la solidificación de los agares



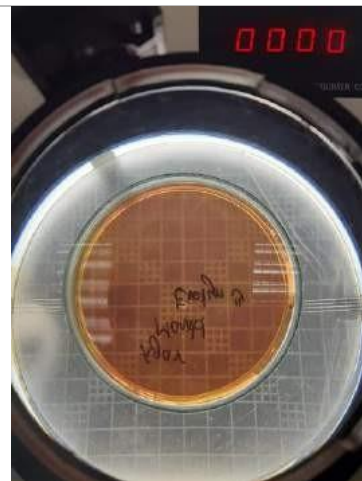
Ausencia de microorganismos en el producto terminado a una concentración de 2.5%



Ausencia de microorganismos en el producto terminado a una concentración de 3.5%



Ausencia de microorganismos en el producto terminado a una concentración de 5.5%



Agar Manitol para determinar la ausencia de *Staphylococcus aureus*

Fuente: Autora

ANEXO VII. Pruebas fisicoquímicas de las muestras de jabón



Pesaje del producto terminado para las diferentes pruebas fisicoquímicas



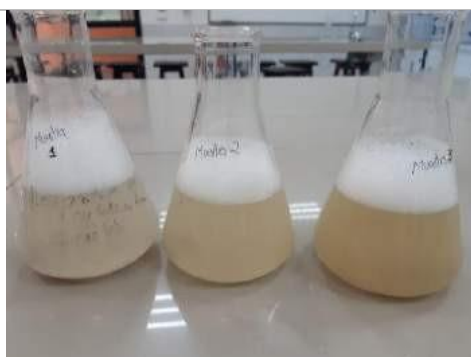
Pruebas fisicoquímicas en los productos terminados con diferentes concentraciones



Tiempo de espera indicado



Proceso por triplicado en cada una de las pruebas



Prueba de solubilidad



Prueba de espuma

Fuente: Autora

ANEXO VIII: Cuestionario de apariencia

Nombre:

Edad:

A continuación, te pido que respondas un breve cuestionario. Por favor sé lo más sincero/a posible en las respuestas. Tu colaboración es muy valiosa para el éxito de esta investigación.

Cada pregunta se responde con un valor de un rango del 1 al 5, tomando en cuenta lo siguiente:

5: Totalmente satisfecho

4: Satisfecho

3: Algo satisfecho

2: Insatisfecho

1: Totalmente insatisfecho

ÍTEM	ESCALA				
	1	2	3	4	5
La envoltura del producto está bien sellada, la impresión es de buena calidad, es fácil de abrir, contiene los ingredientes declarados.					
La forma del jabón está bien definida, no se encuentra adherido a la envoltura					
El olor del producto es agradable					
El color del producto es uniforme o va de acuerdo con el diseño del jabón					
El producto no viene maltratado					

Firma: _____

ANEXO IX. Evaluación in vivo de la exfoliación corporal

Elección de la zona de interés para las pruebas *in vivo*



Prueba *in vivo* con el analizador digital SK-8



Analizador digital SK-8 con datos del porcentaje de humedad y porcentaje de aceite en la piel



Uso del equipo Corneómetro® para el análisis de humedad presente en la piel



Prueba *in vivo* con el Corneómetro®



Proceso por triplicado del análisis de humedad mediante el programa MPA

Fuente: Autora

ANEXO X. Carta de compromiso

Proyecto: Evaluación de la capacidad exfoliante de un jabón cosmético corporal a base de la borra de café

Tesista tratante: Evelyn Fernanda Coello Fernández

Carrera: Ingeniería en Biotecnología de los Recursos Naturales

Datos del voluntario/a

Nombres y apellidos: _____

Edad: _____ Sexo: _____

Cédula de identidad o pasaporte: _____

1. Yo, _____ declaro que me han explicado y he comprendido satisfactoriamente la naturaleza y propósitos del tratamiento corporal que se me va a realizar por parte de la tesista tratante. He sido informado/a que el tratamiento corporal tiene como fin ofrecer una piel limpia, libre de células muertas las cuales dan una apariencia de resequeidad y tonificada, previniendo el envejecimiento, activando la circulación y devolviendo un aspecto más uniforme y suave a la piel.
2. He informado que no tengo alergias a los productos cosméticos, productos cosméticos artesanales y sus componentes, que la tesista tratante podría emplear, así como también se me ha instruido sobre posibles reacciones en el empleo no invasivo de los mismos.

3. He sido informado que debo seguir instrucciones para lograr un buen resultado en cuanto a la efectividad del producto y recomendaciones en caso de presentarse agravamiento o persistencia en la que debo informar a la tesista tratante para que esta pueda referir a un médico especialista para que me sean realizados los exámenes de diagnóstico y los tratamientos pertinentes.
4. Doy consentimiento para recibir el tratamiento corporal que me ha sido indicado por parte de la tesista tratante Evelyn Fernanda Coello Fernández con cédula de identidad o pasaporte N° 0605440080

Firma del voluntario/a _____