

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA



EXTRACCIÓN DE BROMELINA DEL TALLO DE *Ananas comosus* sp. (PIÑA) Y
FABRICACIÓN DE UN GEL Y UNA CREMA EXFOLIANTE
Y DE UN GEL Y UNA CREMA DEPILATORIA.

Ana Mayté Carías Espina

Cecilia María Fernanda Choc Pacheco

Químicas Farmacéuticas

Guatemala Julio del 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA



EXTRACCIÓN DE BROMELINA DEL TALLO DE *Ananas comosus* sp. (PIÑA) Y
FABRICACIÓN DE UN GEL Y UNA CREMA EXFOLIANTE
Y DE UN GEL Y UNA CREMA DEPILATORIA.

Seminario de Investigación Presentado por:

Ana Mayté Carías Espina

Cecilia María Fernanda Choc Pacheco

Para optar al Título de Químicas Farmacéuticas

Guatemala Julio del 2015

JUNTA DIRECTIVA

Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda	Decano
Licda. Elsa Julieta Salazar Meléndez de Ariza, M.A.	Secretaria
M.Sc. Miriam Carolina Guzmán Quilo	VOCAL I
Dr. Sergio Alejandro Melgar Valladares	VOCAL II
BR. Michael Javier Mó Leal	VOCAL IV
BR. Blanqui Eunice Flores de León	VOCAL V

AGRADECIMIENTOS

A : Nuestra Alma Mater, la Universidad de San Carlos de Guatemala

A: La Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, quienes me dieron sus conocimientos para lograr este triunfo y enfrentarme a la vida dignamente.

A: Nuestro asesor, Lic Julio Chinchilla, por poner su confianza en nosotras, y por el apoyo y los consejos en cada etapa de este seminario.

A: Nuestra revisora, Licda. Julia García, por su valioso apoyo, paciencia y comprensión; así como las observaciones y consejos brindados para esta investigación.

A: Nuestros amigos y compañeros de estudio, quienes nos estuvieron apoyando en todo momento.

DEDICATORIA

Dedicatoria Mayte Carías

A Dios:

Pues tus ojos vieron mi cuerpo en gestación; todo estaba escrito en tu libro; todos mis días se estaban diseñando, aunque no existía uno solo de ellos. (Salmos 139:16). Porque tú sabes muy bien los planes que tienes para mí, planes de bien y no de mal a fin de darme un futuro y una esperanza.

A mis padres:

Oni porque este triunfo es por ti y para ti, gracias tu esfuerzo, cariño, dedicación, por las tantas noches sin dormir y llevarme de la mano hasta aquí, te amo.

A ti papi, por tu amor incondicional por creer y confiar en mí.

A mis hermanos:

Renato, por las tantas veces que me viste con el resto del circo como cariñosamente nos decías cuando nos juntábamos a estudiar y sé que eran celos de que compartía más con ellas que contigo. Más hoy dedico a ti a Andrea y José Isaac este triunfo, gracias hermano por ser incondicional conmigo.

Cinthy, mi hermana porque eso eres para mí, gracias por tus palabras de aliento y estar siempre para mi en las buenas y malas.

A mi futuro compañero de vida:

Manuel, por tus mil un detalles y amarme tal como soy. Gracias por tu apoyo y el ánimo que siempre me das y ésto solo es el inicio de nuestra historia. Te amo.

A mi familia:

Abuelos, Papá Noé Mama Rosa, Mama Tona , tíos y primos que siempre me aconsejan en el camino de la vida.

A mis amigos:

A Isa, Mary, Lin, Clau, Josean y Cecy , "los 1 de 10" y amigos de "Nueva Historia", porque son parte importante de mi vida , mil gracias por su amistad.

Dedicatoria Cecilia Choc

A Dios:

Por ser mi soporte principal, mi ayuda incondicional, mi ejemplo a seguir, por levantarme en cada caída y por permitirme llegar a este día acompañada de mis seres queridos.

A mis padres:

Lucrecia Pacheco y Germán Choc que me han brindado su apoyo en todo momento gracias por estar ahí para mí en todo el proceso desde que inicie mi carrera, sin sus consejos y ayuda no hubiera podido concluir este sueño que he tenido desde niña.

A mis hermanos:

Leslie, Daniel, Germán y Peter gracias por todo su apoyo y por alegrar mi hogar.

A mis abuelos, tíos y primos:

Que también forman parte importante de mi vida y sé que siempre han deseado lo mejor para mí.

A mis Amigos:

Claudia de León mi amiga incondicional, a lyn, Clau Mary, Isa, Alex y May, a mis amigos de Emmanuel, amigos de la Iglesia Hermano Pedro, amigos de cuatro cuerdas y a todos los que han estado conmigo durante estos años.

A mi novio Allan:

Que vivió conmigo cada dificultad y alegría presentada durante mi EPS y la elaboración del seminario, gracias por tus consejos, tus ánimos, tu amor y gracias por seguir viviendo conmigo las dificultades y alegrías del presente y futuro.

1. Contenido

2.	ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN	1
3.	RESUMEN	2
4.	ANTECEDENTES	3
4.1	La Piel	3
4.1.1	Dermis	5
4.1.2	Tejido subcutáneo.....	6
4.1.3	Fascia profunda.....	7
4.2	El vello.....	9
4.2.3	Color.....	10
4.2.4	Crecimiento	10
4.2.5	Crecimiento del vello según sexo:	11
4.2.6	Variaciones raciales:.....	12
4.2.7	Variaciones cronológicas:	12
4.3	Exfoliación o peeling.....	13
4.4	Depilación.....	14
4.5	Formas y áreas de exfoliación	15
4.6	Formas y áreas de depilación.....	16
4.7	La piña	20
4.7.1	Propiedades de la piña	20
4.8	Estudios de extracción de bromelina a partir de la piña (<i>Ananas Comosus sp</i>).....	21
4.9	Enzima.....	25
4.10	Bromelina	29
4.11	Formas cosméticas: gel – crema	30
4.11.2	Crema.....	33
4.12	Control de Calidad de las formas cosméticas	35
4.12.3.1	Parámetros de calidad microbiológica	36

5. JUSTIFICACIÓN.....	38
6. OBJETIVOS	39
6.1 General	39
6.2 Específicos.....	39
7. HIPÓTESIS.....	40
8. MATERIALES Y MÉTODOS.....	41
8.1 Universo	41
8.2 Muestra.....	41
8.3 Materiales.....	41
8.4 METODOLOGÍA.....	42
8.4.1 EXTRACCIÓN DE BROMELINA	42
8.4.1.2 Obtención del jugo del tallo de la piña	42
8.4.2 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN Y ACTIVIDAD ENZIMÁTICA.....	44
8.4.3 PROCEDIMIENTOS DE FORMULACIÓN	45
8.4.4 CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO	48
8.4.5 PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS	50
8.4.6 MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LOS COSMÉTICOS EN PERSONAS VOLUNTARIAS.....	50
9. RESULTADOS.....	53
10. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	65
11. CONCLUSIONES.....	70
12. RECOMENDACIONES	71
13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
14. ANEXOS.....	75

2. ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN

La piña es un producto altamente utilizado a nivel mundial, por la variedad de subproductos, como: jugos de piña, jaleas, vinagre, productos farmacéuticos, producción de cerveza y otros. Siendo el fruto de la piña el producto más utilizado como tal; pero los ejes de inflorescencia, cáscara y tallo que son los residuos producidos de este producto, algunas veces quedan en el abandono y no son utilizados; es el caso de los tallos de la piña. Por lo que el uso de material de desecho beneficia al medio ambiente al ser utilizado.

La bromelina contenida en el tallo de la piña se extrae con fines terapéuticos, industriales, entre otros. Sin embargo su uso en la cosmética se encuentra aún en investigación.

En la actualidad el uso de productos naturales con fines cosméticos, como lo son las enzimas procedentes de las plantas, se ha popularizado.

El presente estudio tiene como objetivo investigar las propiedades que la bromelina brinda a los cosméticos.

Siendo la bromelina una enzima proteolítica y debido a que la mayor parte de impurezas de la piel provienen de proteínas y el vello es queratina se pretende fabricar dos cremas y dos geles con estas propiedades, dependiendo de la concentración, será depilatoria o exfoliante.

3. RESUMEN

La bromelina es una enzima proteolítica que en el presente estudio se utilizó como principio activo de los cuatro productos cosméticos elaborados en, buscando determinar el efecto de su actividad proteolítica como exfoliante y depilatorio en crema y gel.

La bromelina se extrajo de los tallos de la piña, que se recolectaron en la finca Popoyá situada en Santa Lucia Cotzumalguapa, Mazatenango. Se cortaron 130 tallos de los cuales se obtuvieron 21 gramos de bromelina necesarios para la elaboración de cuatro cosméticos crema y gel exfoliante y crema y gel depilatorio. La actividad enzimática del extracto de bromelina fue evaluada por medio de una curva de calibración dando como resultado 1449.65 GDU/ g.

La elaboración de las fórmulas de los cosméticos fueron pruebas de ensayo y error hasta considerar la formulación apropiada. Se llevó a cabo la elaboración de los 20 kits, 10 kits de gel y crema depilatoria y 10 de gel y crema exfoliante junto con un trifoliar informativo donde se describieron las indicaciones de uso para cada producto.

Los efectos esperados utilizando bromelina en la formulación de los cosméticos fueron: para los exfoliantes, capacidad de exfoliación (luminosidad e hidratación); con respecto a los cosméticos depilatorios se buscó retrasar el crecimiento del vello sabiendo que la bromelina actuaría sobre los folículos capilares debilitando la proteína.

El resultado final luego de que los productos fueran evaluados por medio de una entrevista fueron que la crema y el gel exfoliante cumplieron con su función mejorando la capacidad de la hidratación de la piel además de proveerla de luminosidad y suavidad. La crema y el gel depilatorio cumplieron con el efecto buscado el cual fue disminuir el crecimiento de los vellos, concluyendo que los cosméticos cumplieron con su función siendo estos resultados exploratorios y preliminares.

4. ANTECEDENTES

4.1 La Piel

La piel es el mayor órgano del cuerpo humano o animal. Ocupa aproximadamente 2 m², y su espesor varía entre los 0,5 mm (en los párpados) a los 4 mm (en el talón). Su peso aproximado es de 5 kg. Actúa como barrera protectora que aísla al organismo del medio que lo rodea, protegiéndolo y contribuyendo a mantener íntegras sus estructuras, al tiempo que actúa como sistema de comunicación con el entorno, y éste varía en cada especie. (Martini, M. 1998)

La biología estudia tres capas principales que, de superficie a profundidad, son:

- la epidermis
- la dermis
- la hipodermis

En medicina, en histoanatómico y dermológico, a fines prácticos se estudian dos de las capas; la epidermis y la dermis. De la piel dependen ciertas estructuras llamadas anexos cutáneos, como son los pelos, las uñas, las glándulas sebáceas y las sudoríparas.

Está compuesta de corpúsculos: de Meissner (Georg Meissner) presentes en el tacto de piel sin pelos, palmas, plantas, yema de los dedos, labios, punta de la lengua, pezones, glándula y clítoris (tacto fino); de Krause, que generan la sensación de frío; de Paccini que dan la sensación de presión; de Ruffini, que registran el calor y de Merckel, el tacto superficial. (Martini, M. 1998)

La piel puede sufrir de varias enfermedades distintas, denominadas dermatitis, como la seborrea. Éstas son estudiadas por las disciplinas de la dermatología y la patología, principalmente. (Palastanga, N. 2000)

En el ser humano, la piel del varón produce más secreción sebácea que la de la mujer debido a la mayor cantidad de andrógenos (hormona sexual masculina) que produce el varón. Como consecuencia, la piel masculina es más gruesa y grasosa. (Martini, M. 1998)

La epidermis se compone en su mayoría por queratinocitos, que se encuentran segmentados en el estrato córneo, además de un factor importante que son los melanocitos o también llamados como los pigmentocitos, que dan la pigmentación a la piel y que se encuentran justamente sobre el estrato germinativo. En la piel se pueden apreciar bajo cortes histológicos células de Langerhans y linfocitos, que se encargan de dar protección inmunológica, además de hallar a los mecanorreceptocitos o células de Merckel. (Palastanga, N. 2000)

El estrato germinativo se compone de una capa de células cilíndricas bajas o cúbicas con núcleos ovales, su citosol demuestra la presencia de tonofibrillas, además que las células de dicho estrato se relaciona por la unión desmosómica, además de anclarse a la membrana basal por uniones hemidesmosómicas. (Palastanga, N. 2000)

El estrato espinoso se conforma por células con forma poligonal, los núcleos son redondos y el citosol es de características basofílicas. Tiene un mayor contenido de tonofibrillas que las del estrato germinativo. Las prolongaciones del citosol se asemejan a espinas, por lo que también reciben células espinosas, justamente porque las tonofibrillas son más numerosas en dichas prolongaciones dando la forma de espinas. (Palastanga, N. 2000)

El estrato granuloso se compone de 3 a 5 capas de células aplanadas, el citosol contiene gránulos basófilos denominados gránulos de queratohialina. La queratohialina es una sustancia precursora de la queratina. Cuando los queratinocitos llegan a la última capa de este estrato las células epidérmicas mueren y al morir vierten su contenido al espacio intercelular. (Palastanga, N. 2000)

El estrato lúcido se distingue por tener una zona muy delgada de características eosinófilas. Los núcleos comienzan a degenerar en las células externas del estrato granuloso y desaparecen en el estrato lúcido. (Palastanga, N. 2000)

El estrato córneo de células planas queratinizadas anucleadas, también llamadas células córneas. Esta capa se distingue como la más gruesa y eosinófila. El estrato córneo está formado por hileras aplanadas y muertas que son los corneocitos. Los corneocitos están compuestos mayormente por queratina. Todos los días se eliminan capas de corneocitos. (Palastanga, N. 2000)

El estrato disyunto es la continua descamación de las células córneas. Las células que migran desde el estrato germinativo tardan en descamarse alrededor de 4 semanas. Esto depende de la raza y género, así como también de la especie cuando se estudia en animales. Cabe decir que la mayoría de mamíferos comparte estas características estratales. Si la descamación está por menor de 2 semanas y por mayor de 4 se le considera patológico, y puede deberse a alteraciones congénitas. (Palastanga, N. 2000)

Una de las funciones vitales de la piel es el de cubrir todo el cuerpo, es este órgano el encargado de la protección del cuerpo, respiración, pasaje de la luz, reconocimiento de patógenos, etc. La tinción especial empleada en las técnicas histológicas, es la de hematoxilina y eosina. Para el estudio de la epidermis a mayores rasgos se requieren estudios de microscopía electrónica. Otra tinción bajo microscopía óptica no muy usual es la tinción de Matoltsy y Parakkal. (Palastanga, N. 2000)

4.1.1 Dermis

La dermis es una capa profunda de tejido conjuntivo en la cual se tienen la peculiaridad de la abundancia de las fibras de colágeno y elásticas que se disponen de forma paralela y que le dan a la piel la consistencia y elasticidad característica del órgano. Histológicamente se divide en 2 capas:

Estrato papilar: compuesto por tejido conectivo laxo, fibras de colágeno tipo III, y asas capilares.

Estrato reticular: compuesto por tejido conectivo denso, fibras de colágeno tipo I, fibras elásticas, en donde se encuentran microscópicamente mastocitos, reticulocitos y macrófagos. En su porción inferior se observa una capa de músculo liso que conforma al músculo piloerector. En la piel facial existe musculatura de tipo estriado en donde hay fijación de los músculos de la mímica en la dermis. (Palastanga,N. 2000)

En la dermis se hallan los siguientes componentes:

- Folículo piloso.
- Músculo piloerector.
- Terminaciones nerviosas aferentes (que llevan información).
- Glándulas sebáceas y Glándulas sudoríparas.
- Vasos sanguíneos y linfáticos.

La dermis es 20-30 veces más gruesa que la epidermis. En ella se encuentran los anexos cutáneos, que son de dos tipos: ·córneos (pelos y uñas); ·glandulares (glándulas sebáceas y sudoríparas). (Palastanga,N. 2000)

4.1.2 Tejido subcutáneo

Es un estrato de la piel que está compuesto de tejido conjuntivo laxo y adiposo, lo cual le da funciones a la piel de regulación térmica y de movimiento a través del cuerpo como el que se ve cuando se estira la piel de nuestro antebrazo hacia arriba, si no tuviera estos tipos de tejidos sería imposible moverla.

Los componentes propios que integran al tejido subcutáneo son:

- Ligamentos cutáneos.

- Nervios cutáneos.
- Grasa.
- Vasos sanguíneos y linfáticos. (Martini, M. 1998)

4.1.3 Fascia profunda

La fascia profunda es una capa de tejido conjuntivo muy densa y organizada que reviste a las estructuras internas como los músculos, en los cuales crea compartimientos para que su expansión intrínseca no se propague más de lo que ella permite y así comprima a las venas. (Palastanga, N. 2000)

Los tres estratos más interrelacionados de la piel son la epidermis, la dermis y el tejido subcutáneo, que se relacionan a través de las estructuras que contienen. Las estructuras con las que se relacionan son:

- Folículo piloso.
- Músculos erectores del pelo.
- Vasos linfáticos y sanguíneos.
- Nervios cutáneos.
- Ligamentos cutáneos. (Palastanga, N. 2000)

Glándulas sebáceas, músculos erectores del pelo y folículos pilosos:

Las glándulas sebáceas relacionan los estratos epidermis y dermis a través de la función que realizan cuando el folículo piloso, es movido por el músculo erector del pelo que comprime a la vez la glándula sebácea que suelta su secreción oleosa al exterior de la o epidermis. (Palastanga, N. 2000)

- Glándulas sudoríparas: las glándulas sudoríparas relacionan los tres estratos ya que estas están a lo largo de los tres, tienen la capacidad de evaporar el agua y de controlar con ello la temperatura del

cuerpo, nacen en el tejido subcutáneo, se extienden en la dermis y sacan su secreción al exterior de la piel.

- Vasos linfáticos y sanguíneos: los vasos linfáticos y sanguíneos se extienden por el tejido subcutáneo y mandan pequeños plexos por la dermis para irrigarla.
- Nervios cutáneos: se localizan en el tejido subcutáneo y mandan ramos por la dermis y terminaciones nerviosas aferentes a la epidermis.
- Ligamentos cutáneos: se les llama también en conjunto retinacula cutis, relacionan la dermis con la fascia profunda, tienen la función de proporcionar a la piel el movimiento a través de la superficie de los órganos, nacen en la fascia profunda y se unen a la dermis, están particularmente desarrollados en las mamas.(Palastanga, N. 2000)

4.1.4 Morfología

Morfología de la piel o macro estructura es lo que se ve a simple vista. A simple vista parece lisa y llena, pero en realidad presenta pliegues, surcos, hendiduras y pequeñas salientes.

a) Pliegues y surcos: más menos acentuados, están siempre presentes en todos los individuos sobre la cara dorsal de ciertas articulaciones, incluso cuando estos están en extensión completa o están en articulaciones completas. Ejemplo: codos, rodillas, dedos, muñecas, etc.

b) Arrugas: pueden ser provocadas ya sea por contracción muscular, debido a un movimiento o por disposiciones estructurales de la piel. Ejemplo: pliegues de las articulaciones.

c) Poros cutáneos: son el orificio externo del canal de salida de la glándula sudorípara y sebácea, pero este último debe ser diferenciado por el nombre de *Ostium flicular*.^(Martini, M. 1998)

4.2 El vello

Es un tipo de pelo, corto, flexible y más o menos fino, que se encuentra prácticamente por toda la superficie corporal, excepto en las palmas de las manos, plantas de los pies, labios, pezones, ombligo, tercera falange de los dedos, y en las semimucosas anales y genitales. El pelo es un apéndice córneo en forma de filamento flexible que se encuentra en el folículo pilosebáceo, que es una invaginación tubular en dirección oblicua de la epidermis en la dermis, llegando a veces hasta la hipodermis. En el folículo desembocan además las glándulas sebáceas y las glándulas sudoríparas apocrinas, cuando las hay. ^(Calderón, E. 2009)

4.2.1 Estructura

En el pelo pueden apreciarse dos partes:

La raíz: es la parte del pelo que se encuentra dentro de la piel. Está formada por células vivas que en la parte más profunda constituyen el bulbo piloso, parte generadora del pelo, llamada así por su forma de cebolla. Las células matrices del bulbo se asientan sobre una papila dérmica a partir de cuyos capilares reciben los alimentos, ya que dicha papila está ricamente vascularizada e inervada. La raíz del pelo está rodeada por dos vainas epidérmicas, una interna y otra externa, que forman las paredes del folículo.

El tallo: es la parte visible del pelo formada por células muertas queratinizadas. En un corte transversal del tallo piloso se pueden distinguir tres capas que desde dentro hacia fuera son: la médula, el córtex o corteza y la cutícula. ^(Calderón, E. 2009)

4.2.2 Composición química

- 28% de proteínas, en su mayor parte queratina, que se halla sobre todo en las células corticales.
- 2% de lípidos
- 70% de agua y sales minerales además de urea, aminoácidos (cistina), etc. (Calderón, E. 2009)

4.2.3 Color

La coloración del pelo es debida a la melanina producida por los melanocitos que se encuentran en el bulbo y éstas transmiten a la corteza. La melanina contenida en el pelo tiene dos formas diferentes:

- Forma granulosa o eumelanina: responsable de la coloración negra y su degradación hasta la roja.
- Forma difusa o feomelanina: responsable de la coloración rojiza más o menos intensa hasta tonalidades muy claras o amarillentas.
- En el pelo blanco o canoso hay escasez o ausencia de pigmentos. (Calderón, E. 2009)

4.2.4 Crecimiento

El pelo es una estructura en continuo recambio, cada uno de ellos tiene un ciclo, denominado piloso, que consta de tres fases:

- Anágena: es la fase activa de formación y crecimiento del pelo. Dura entre 4 y 6 años.
- Catágena: Es el periodo de reposo, el crecimiento cesa y el pelo se separa del fondo del folículo, donde se encuentra la papila dérmica donde se apoya y de la cual se alimenta. Es la más corta de las tres fases, ya que no dura más de dos semanas.

-Telógena: Es la fase de atrofia final en la que la papila desaparece y el pelo cae, bien por sí solo o empujado por un nuevo pelo. Dura unos 90-100 días antes de que empiece a crecer un nuevo pelo en el mismo folículo. (Calderón, E. 2009)

Hay que señalar la presencia del músculo erector del pelo en el tercio superior-medio del folículo, que es el responsable de que el pelo se erice en respuesta a situaciones de ansiedad, frío o emocionales, provocando el fenómeno denominado “piel de gallina”.

Este músculo está regulado por el sistema nervioso autónomo y está formado por fibras musculares lisas, y se inserta por un lado a la protuberancia del folículo pilosebáceo y por el otro a la dermis papilar. A dicha protuberancia se le atribuye últimamente la presencia de unas células pluripotenciales, que darían lugar a un nuevo folículo después de concluido cada ciclo folicular y, por tanto, serían las responsables de la aparición de un nuevo pelo.

En general el grosor y longitud del pelo está en relación directa con la profundidad de penetración en la piel de los respectivos folículos, observándose que mientras que en los cabellos hay una penetración de 3.5 o 4 mm, en los vellos finos solo penetran 0.5mm. (Calderón, E. 2009)

4.2.5 Crecimiento del vello según sexo:

En el cuero cabelludo el pelo de la mujer es más grueso y la línea de implantación es más anterior, Respecto al pelo de cara y cuerpo la mujer tiene la misma cantidad de folículos pilosos y pelos que el hombre.

El ritmo de crecimiento también es distinto ya que la barba suele crecer solo en el varón y puede llegar a los 30cm. El vello del pubis que es curvo y retorcido alrededor de su eje, crece distinto en el hombre que en la mujer,

pues mientras que en la mujer tiene forma de triángulo de base superior, en el varón tienen forma de rombo. (Calderón, E. 2009)

4.2.6 Variaciones raciales:

Las razas negra y oriental tienen menos vellos que la raza blanca. Además el crecimiento de la barba de los caucásicos es mucho mayor que la de los asiáticos.

También hay variaciones en cuanto a la orientación de los pelos:

- Los pelos de los mongoloides son rectos porque los folículos están orientados verticalmente a la superficie cutánea.
- Los de los negros son espirales porque los folículos están curvados y casi tumbados.
- Los de los caucásicos pueden ser de cualquier forma aunque lo más frecuente es que sean rectos. (Calderón, E. 2009)

4.2.7 Variaciones cronológicas:

El primer vello que aparece es el del pubis que está completo a los 16 años. Después surge el axilar, que está completo a los 18 años. Le sigue el de la superficie anterior de las piernas, muslos, frente, abdomen, glúteos, mejillas, región lumbar y brazos.

En cuanto a la velocidad de crecimiento ésta es mayor entre los 16 y 46 años, disminuyendo claramente a los 50 años.

En la mujer, cuando ésta llega a la menopausia se produce una caída de las hormonas femeninas y esto se traduce en cierta virilización (alopecia en el cuero cabelludo, aparición del vello facial, en areolas o en abdomen) y se afina el vello axilar y púbico, disminuyendo también en densidad. (Calderón, E. 2009)

Tabla No.4.2.7 Crecimiento del vello:

Cabellos	0,37-0,44 mm	Espalda	0,13 mm
Barba	0,27 mm	Cejas	0,16 mm
Tórax	0,44 mm	Pubis	0,4 mm
Axilas	0,36 mm	Muslos	0,29 mm

*Tiempo por semana.

Fuente:(Calderón, E. 2009)

4.3 **Exfoliación o peeling**

La exfoliación cosmética es un proceso que somete a la piel a una frotación con productos granulados, para así realizar un fuerte proceso de limpieza. Muchos dermatólogos opinan en la actualidad que la piel del rostro puede someterse a un proceso de renovación de sus capas exteriores mediante la exfoliación, borrando así las líneas e imperfecciones existentes mediante la eliminación de células muertas de la epidermis, se obliga a la piel a auto renovarse, logrando que piel nueva y lisa emerja desde las capas más interiores de la dermis. (Gadet, M. 2005)

La piel de la mujer de edad avanzada es muchísimo más propensa a reaccionar, irritándose ante el uso de diversas sustancias, más aún cuando se le trata con procesos muy fuertes. En general, la exfoliación practicada con mucha fuerza sobre la piel es más perjudicial que beneficiosa a cualquier edad, ya que su fin primordial debe ser barrer las células muertas de la epidermis sin afectar las capas profundas. En algunos casos la exfoliación está contraindicada: concretamente en pieles con problemas de acné infectado, pieles con quemaduras (aunque sean solares y de poco relevancia), o si se está utilizando cremas que lleven incorporados ácidos frutales entre sus componentes. (Gadet, M. 2005)

Uno de los peelings más utilizados lleva incorporada una especie de arenilla que normalmente son compuestos naturales o pepitas de melocotón trituradas que ejercen una labor de arrastre. (Gadet, M. 2005)

4.3.1 Modo de Uso

Después de la aplicación, se deja actuar el producto durante un par de minutos y se elimina realizando movimientos circulares con las puntas de los dedos, suavemente, para no irritar la piel. El momento ideal para hacerse una exfoliación corporal es antes de darse un baño. Se debe frotar cuidadosamente las zonas más ásperas, como lo son los codos, rodillas y talones. Seguidamente debe de hidratarse la piel con una crema corporal.

(Gadet, M. 2005)

4.4 Depilación

La depilación es un proceso que se lleva a cabo para eliminar el pelo que recubre la piel. Lo habitual es que se desarrolle sobre ciertas regiones corporales que, por motivos estéticos, sociales o higiénicos, se pretenden mantener sin vello. Al depilarse, por lo tanto, el ser humano busca quitar el pelo que no desea que cubra su cuerpo. Las zonas a depilar varían según cada cultura y dependen del género, aunque también están vinculadas a las intenciones y las predilecciones de cada persona. Depilarse la axila, por ejemplo, puede resultar algo cotidiano para una mujer latinoamericana, poco habitual para una europea y casi inexistente en el caso de los hombres. (Corral, M. 2004)

Es posible desarrollar la depilación a través de distintas técnicas y haciendo uso de diversos instrumentos. Una opción es apelar a una máquina de depilar que, gracias a sus cuchillas, permite quitar el pelo de las piernas y de otras regiones. Otra alternativa es depilarse con cera o cremas que se colocan sobre el vello que se pretende eliminar. En los últimos años, por otra parte, se popularizó la depilación con láser. (Corral, M. 2004)

Cabe destacar que, cuando se trata de eliminar el pelo del rostro (es decir, el bigote y la barba), no suele utilizarse el concepto de depilación, sino que se habla de afeitarse o rasurarse. Tampoco se le dice depilación a la acción de cortar o quitar el cabello que cubre la cabeza. Esto permite afirmar que, por lo general, los hombres no se depilan: se afeitan. Aún son pocos quienes se depilan el pecho o la espalda por motivos estéticos, una práctica que suele vincularse a los nadadores y a otros deportistas por cuestiones de rendimiento.^(Corral, M. 2004)

Criterios de selección para elegir una técnica depilatoria:

- Estado de la piel
- Zona a depilar
- Cantidad de vello a eliminar
- Duración del resultado que se quiera conseguir. ^(Calderón, E. 2009)

En el método depilatorio químico su efecto es como el de la maquinilla, rasura el pelo de la superficie de la piel pero aplicando un producto sobre la misma. Su duración es de 2 a 4 días. Se debe tener cuidado con el tiempo de exposición, ya que pasarse del tiempo puede producir irritaciones. Se debe probar primero en zonas pequeñas. Si se utiliza en la cara, no se debe tomar directamente el sol, ya que podría producir manchas cutáneas. ^(Calderón, E. 2009)

4.5 Formas y áreas de exfoliación

La exfoliación cutánea tiene como objetivo provocar una epidermólisis del tejido y posterior regeneración a partir de los fibroblastos y células cutáneas.

4.5.1 Formas de exfoliación

Exfoliación química: consiste en uno o varios agentes químicos para producir lisis de la epidermis o dermis, según la profundidad, y regeneración posterior con remodelación del colágeno. Los agentes

químicos pueden ser: Fenol, Ácido tricloroacético , Alfa hidroxiácidos, Resorcina.

Exfoliación mecánica: consiste en el uso de un agente, que se accione por un movimiento rotatorio sobre la piel, lo cual permite la destrucción epidérmica, dérmica superficial y media. Ej: silicatos duros, diatomea, azúcar.

Exfoliación física: consiste en utilizar LÁSER o nitrógeno. (Marini, M,2007)

4.5.2 Áreas de Exfoliación

No existen áreas específicas de exfoliación, ya que puede realizarse sobre toda la piel del cuerpo y cara, sin embargo no se debe hacer sobre la piel irritada (por ejemplo, tras tomar el sol o tras un *peeling*, sea químico o de láser) o con heridas.

Tampoco es recomendable exfoliar áreas muy delicadas del cuerpo, como pueden ser el escote, los senos o el contorno de los ojos. (Marini, M.2007)

Se aconseja usar un producto facial específico para la exfoliación del rostro, de gránulos más suaves y menos agresivos, y otro para cuerpo, que resulta más rugoso.

Debe insistirse especialmente en las zonas más rugosas del cuerpo, tales como codos, rodillas o tobillos. (Marini, M.2007)

4.6 Formas y áreas de depilación

4.6.1 Formas de depilación

Máquina con hojas (rasuradora): El vello no se arranca de raíz, se corta a ras de piel. Existen maquinillas que llevan incorporadas una banda de aloe vera, para hidratar y evitar irritaciones.

Depilatorios químicos: su efecto es como el de la maquinilla, rasura el vello de la superficie de la piel pero aplicando un producto químico sobre la piel. Ej: Tioglicolato de potasio.

Maquinillas eléctricas de arranque: la máquina pinza el vello y lo arranca de raíz.

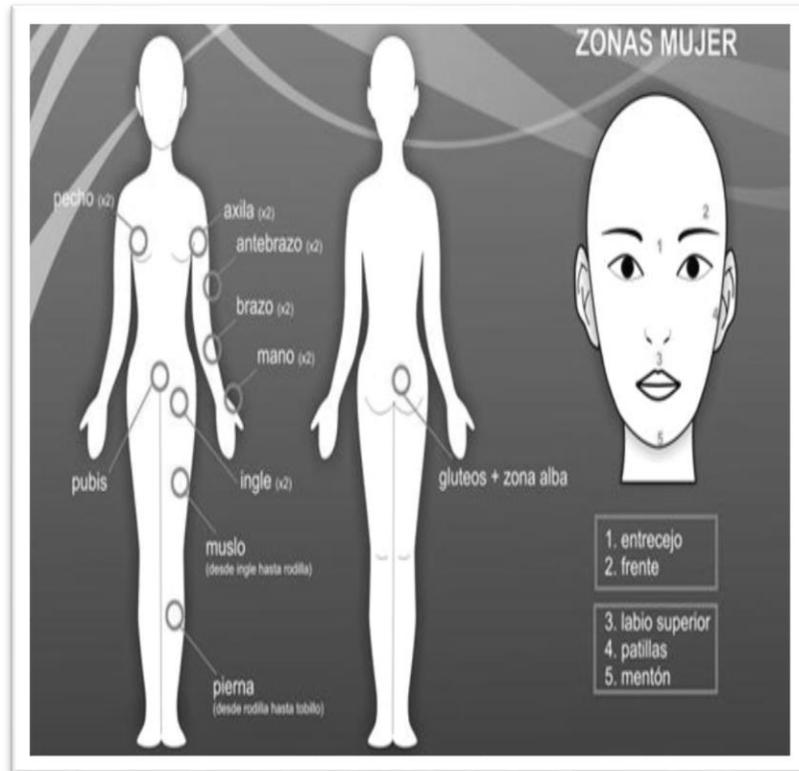
Ceras: este procedimiento se realiza con cera caliente, se extiende por la zona a depilar arrancándola cuando esta seca. Eliminando el vello de raíz.

Láser: consiste en quemar el folículo del pelo a través de la luz que emite el láser. Se aplica directamente sobre el pelo en fase de crecimiento. (Marini, M.2007)

4.6.2 Áreas de depilación

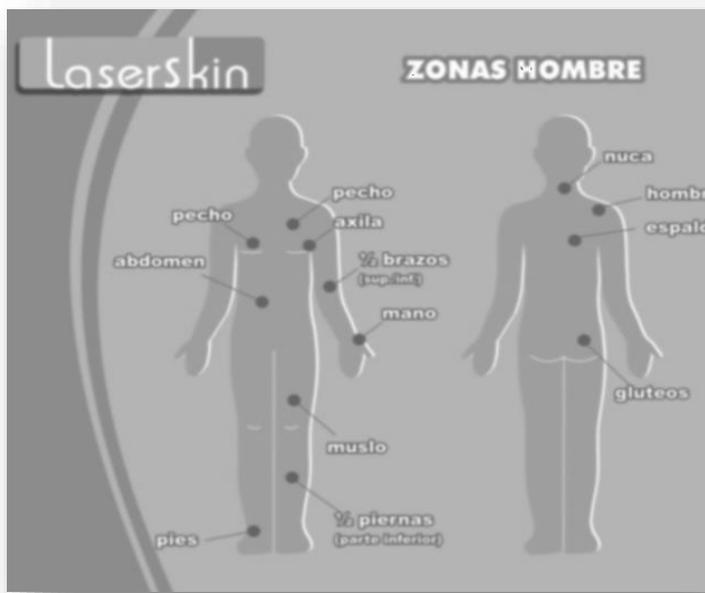
- Axilas
- Abdomen
- Espalda
- Ingle
- Muslos
- Piernas
- Rostro (Marini, M.2007)

Imagen 1 : áreas de depilación en la mujer



Fuente: Marini, 2007

Imagen 2: áreas de depilación en el hombre



Fuente: Marini, M. 2007

4.7 La piña

Reino: Planta

Filo: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida, Commelinidae

Orden: Poales

Familia: Bromeliaceae, Bromelioideae

Tribu: -

Género: *Ananas*

Especie: *A. comosus*

La Piña es una fruta tropical originaria de Brasil. Allí la encontraron los españoles durante la conquista de América. Los indígenas la llamaban Ananas, que significa “fruta excelente”. Todos los países la llaman así excepto en España. La piña es una fruta de la familia de las *Bromeliáceas*, son plantas *herbáceas*, que necesitan de un clima tropical para crecer en su estado óptimo y además debe madurar en el árbol, sino está ácida y no madura fuera. (Wesley, J. 1983; Montilla, I. 1997)

4.7.1 Propiedades de la piña

La piña contiene un 85% de agua, Hidratos de Carbono y Fibra. Es excelente para las dietas adelgazantes

En cuanto al aporte nutricional, es un alimento que destaca por su contenido en agua, vitamina C e hidratos de carbono. El resto de nutrientes presentes en este alimento, ordenados por relevancia de su presencia, son: vitamina B, potasio, fibra, vitamina B6, magnesio, calorías, calcio, yodo, vitamina B9, hierro, vitamina B2, carotenoides, vitamina B3, cinc, vitamina E, fósforo, ácidos grasos poliinsaturados, proteínas, selenio, grasa, sodio, vitamina A, ácidos grasos monoinsaturados y ácidos grasos saturados. (Wesley, J. 1983)

Tiene propiedades beneficios para:

- Problemas de retención de líquidos (diurético).
- Problemas de tránsito intestinal, estreñimiento (gran poder laxante)
- Hipertensión.
- Estrés.
- Colesterol.
- Anemia.
- Desintoxicante y depurador, etc. (Wesley, J.1983)

Existen unas 1.400 especies de la familia de *Bromeliáceas* y 3 variedades de esta planta *herbácea*:

- Var. Sativus
- Var. Comusus
- Var. Lucidus (Wesley, J. 1983)

4.8 Estudios de extracción de bromelina a partir de la piña (Ananas Comusus)

En la Universidad de Ciego de Ávila, Cuba, se diseñó y perfeccionó una tecnología original, eficiente y económica en la que mediante la protección de los grupos -SH del centro activo de la enzima y la manipulación adecuada de factores del medio como su naturaleza, pH y fuerza iónica, se lograron rendimientos altos en términos de proteína y actividad específica al tiempo que se logró evitar la proteólisis durante el proceso de obtención. La tecnología desarrollada se aplicó a diferentes desechos de la planta (tallos, coronas, hojas), se evaluaron los rendimientos obtenidos y se comprobó que de los tallos se obtuvo el preparado más activo.

(Hernández, M. 2003)

El material vegetal (0.5 kg de tallo/lote) lavado y cortado en pequeños fragmentos se homogeneizó con tampón de extracción que contenía agua acidulada y sulfuro

de sodio en una proporción 1:1.5 (m/v). A los productos se les determinó concentración de proteínas y actividad enzimática. El extracto crudo se llevó a sequedad por liofilización. (Hernández, M. 2003)

El perfeccionamiento de la tecnología demostró que se alcanzan rendimientos de 20,8 g de producto/kg. de tallos y 3,9 g de proteínas/kg de tallos, con una actividad específica de 1,36 U/mg. El procedimiento de extracción se puede escalar y tanto en planta piloto como a escala industrial se logran rendimientos en términos de actividad superiores al 72% de los obtenidos en el laboratorio. El producto aislado es muy activo y estable, con una fracción proteolítica mayoritaria de masa molar de 24 500 Da, pH óptimo cercano a 7 frente a hemoglobina y buena estabilidad en un rango de pH de 3 a 9 y temperaturas de hasta 50 °C. La purificación mediante la combinación de métodos cromatográficos hizo factible el aislamiento, a partir del preparado crudo de tallo, de una proteína mayoritaria que caracterizada sobre la base del tiempo de retención en RP-HPLC, masa molar, pH isoeléctrico y secuencia de amino ácidos de la región amino terminal se demostró que era bromelina de tallo. (Hernández, M. 2003)

Se utilizó un preparado de bromelina semipurificado por cromatografía de intercambio iónico en carboximetil celulosa-52, para realizar un estudio toxicológico y farmacológico del producto como antitumoral. Se demostró por primera vez en el mundo la actividad antitumoral de la bromelina. (Hernández, M. 2003)

Resultados: El perfeccionamiento del procedimiento demostró que se alcanzaron rendimientos de hasta 20,8 g de extracto crudo/kg de tallos, 4,85 mg de proteínas/mL de extracto y una actividad enzimática de 6,6 U/mL de extracto (6 000 U/kg de tallos), resultados superiores a los obtenidos en diferentes países con otras tecnologías publicadas y/o patentadas.

4.8.1 Obtención de bromelina a nivel industrial

La descripción del proceso revela un proceso eficiente y automático para la producción de bromelina. Los tallos de piña, después de cosechados, primero son limpiados, triturados y prensados a través de una prensa de tornillo. El jugo de los tallos colectado desde la prensa de tornillo es mezclado con metanol para precipitar las impurezas en el tanque de mezcla. Después de la separación de las impurezas disueltas originalmente en el jugo de los tallos de piña, la solución limpia es nuevamente mezclada con una solución de metanol y dejada en reposo para su asentamiento. La lechada de bromelina pura concentrada obtenida desde el decantado es luego secada. El metanol ligero en su fase líquida desde el separador de decantado es recuperado en una torre de absorción. Los desechos de metanol diluidos reforzados con desechos de metanol desde la prensa de filtrado y decantado son destilados y con el metanol puro recuperado son reciclados a través del proceso. (Turnkey, 1983)

El capital de inversión, el consumo de energía, el personal de ingeniería con altos conocimientos tecnológicos y el terreno requerido para la planta de producción de bromelina descrito en este estudio son relativamente pequeños en comparación a otras muchas plantas industriales petroquímicas. El proceso de manufactura no es complicado, y es fácil de controlar. El control de la polución, y el mantenimiento y reparación de las maquinarias y equipos también son fáciles. Para aquellas naciones de clima tropical y subtropical abundante en piñas, hacen a esta planta de producción factible cuya inversión puede ser proyectada como una industria orientada a la exportación. (Turnkey, 1983)

4.8.2 Descripción del proceso

Existen varios pasos en la manufactura de bromelina: Pre tratamiento, secado de los residuos, purificación, ultrafiltración, destilación, concentración, secado del producto, y empaque. (Turnkey 1983)

A. Pre tratamiento: Las piñas son cosechadas en diferentes localidades y en diferentes épocas del año. La bromelina en el interior de los tallos de piña es extremadamente perecedera, especialmente si es alternativamente congelada y deshelada. Por lo tanto debe ser procesado inmediatamente después de cosechado excepto si emplea extraordinarios y costosos medios de almacenamiento. Los tallos de piña, después de ser peladas, son transportados a la planta de producción de bromelina. Una limpieza minuciosa es requerida cuando llegan a la planta. Excesos de tierra, piedras y basura son removidos. Después de la limpieza, los tallos de piña son pasados a través de un transportador de cadena y lavados por caída en un limpiador de transporte de malla rociando vapor de agua. Luego, ellos son raspados y cortados en trozos para un fácil manejo en la posterior extracción de jugos de tallos. El jugo es separado desde los tallos pasando a través de la prensa de tornillo. (Turnkey, 1983)

C. Purificación: El jugo de los tallos de piña es tamizado, para eliminar impurezas flotantes, y luego es tratado con una solución de metanol para la parte coagulada de la materia coloidal, precipitando algunas de las impurezas y cambiando el valor del pH en un tanque de solución amortiguadora. Luego, la solución es mezclada con aditivos y asentado en grandes asientos continuos o espesadores. El jugo de los tallos de piña recuperados desde los asientos o espesadores es filtrado. (Turnkey ,1983)

E. Destilación: Los líquidos de fase ligera desde el decantado conteniendo metanol son recuperados en una torre de absorción y destilado, luego es reciclado a través del proceso. (Turnkey, 1983)

G. Secado del producto y empaquetado: Los líquidos de fase pesada desde el decantado son secados y pulverizados como polvo de bromelina. Los cristales secos pasan a través de una serie de tamices o filtros. Varias máquinas de pesado y empaque automáticas empaquetan la bromelina en bolsas y cajas. (Turnkey, 1983)

Tabla No 4.8.2: Resultados obtenidos para la cantidad de bromelina por gramo de muestra

MUESTRA	MUESTRA CONCENTRACIÓN DE BROMELINA (mg/g)
Tallo	7.55
Follaje	1.87
Fruto	1.87

Fuente: Turnkey, 1983

4.9 Enzima

Las enzimas son moléculas de naturaleza proteica y estructural que catalizan reacciones químicas, siempre que sean termodinámicamente posibles: una enzima hace que una reacción química que es energéticamente posible, pero que transcurre a una velocidad muy baja, sea cinéticamente favorable, es decir, transcurra a mayor velocidad que sin la presencia de la enzima. En estas reacciones, las enzimas actúan sobre unas moléculas denominadas sustratos, las cuales se convierten en moléculas

diferentes denominadas productos. Casi todos los procesos en las células necesitan enzimas para que ocurran a unas tasas significativas. A las reacciones mediadas por enzimas se las denomina reacciones enzimáticas. (Fersht, A. 1980)

Una reacción que se produce bajo el control de una enzima, o de un catalizador en general, alcanza el equilibrio mucho más deprisa que la correspondiente reacción no catalizada. (Fersht, A. 1980)

La actividad de las enzimas puede ser afectada por otras moléculas. Los inhibidores enzimáticos son moléculas que disminuyen o impiden la actividad de las enzimas, mientras que los activadores son moléculas que incrementan dicha actividad. Asimismo, gran cantidad de enzimas requieren de cofactores para su actividad. Muchas drogas o fármacos son moléculas inhibidoras. Igualmente, la actividad es afectada por la temperatura, el pH, la concentración de la propia enzima y del sustrato, y otros factores físico-químicos. (Fersht, A. 1980)

Algunas enzimas son usadas comercialmente, por ejemplo, en la síntesis de antibióticos y productos domésticos de limpieza. Además, son ampliamente utilizadas en diversos procesos industriales, como son la fabricación de alimentos, distinción de jeans o producción de biocombustibles. (Fersht, A. 1980)

4.9.1 Enzimas proteolíticas

Las enzimas que hidrolizan enlaces peptídicos son designadas como proteasas, proteinasas, peptidasas o enzimas proteolíticas. La proteólisis juega un rol importante en muchos procesos biológicos tales como la digestión, el recambio de proteínas y la defensa de patógenos. En los tejidos vegetales, la mayor parte de la investigación se ha centrado en el rol de las peptidasas en la movilización de las reservas proteicas, en la

activación de proenzimas y en la degradación de proteínas defectuosas.

(Barrett, A. 2004)

4.9.1.1 Clasificación y mecanismos

Las peptidasas se clasifican de acuerdo con el sitio de acción sobre el sustrato en endopeptidasas y exopeptidasas. Las exopeptidasas pueden, a su vez, ser amino- o carboxipeptidasas. Las endopeptidasas son clasificadas por dicha comisión en base al mecanismo catalítico en serínicas, cisteínicas, aspárticas y metaloendopeptidasas. (Barrett, A. 2004) Para la degradación total de las proteínas hasta sus aminoácidos libres se requiere la acción coordinada de numerosas enzimas de especificidades diferentes. Las endopeptidasas o proteasas hidrolizan enlaces peptídicos en el interior de las cadenas polipeptídicas. Estas enzimas “reconocen” y fijan pequeñas secuencias parciales del sustrato y luego hidrolizan enlaces relativamente específicos entre ciertos residuos de aminoácidos. (Barrett, A. 2004)

Las exopeptidasas atacan a los péptidos desde el terminal Nitrógeno (N) o desde el terminal Carbono (C), las que actúan sobre el terminal N se llaman aminopeptidasas mientras que las que reconocen el terminal C se denominan carboxipeptidasas. También existen las dipeptidasas que hidrolizan solamente péptidos. (Koolman, J. 2004)

Las proteasas, presentes en todos los organismos vivos, son enzimas que catalizan la hidrólisis de los enlaces peptídicos de las proteínas. Se agrupan según los residuos de aminoácidos del centro activo y los mecanismos de acción en cinco grupos: serino, cisteíno, aspártico, metalo proteasas y peptidasas de mecanismo catalítico desconocido. Existen varias familias de cisteíno peptidasas de ellas los miembros más estudiados pertenecen a la familia papaina. Las

plantas de la familia Bromeliaceae son una fuente natural rica en estas proteasas, de esta familia las más estudiadas son: la *bromelina de tallo*, la *bromelina de fruto*, la *ananaina*, y la *comasaina* obtenidas a partir de *Ananas comosus*.^(Pérez, A. 2006)

Estas biomoléculas se han utilizado tradicionalmente como ablandadoras de carnes. Además, se utilizan como complemento alimenticio.^(Piñeiro, E. 2006) Se ha descrito que muestran varias acciones farmacológicas: aumentan la absorción de otros medicamentos, se han utilizado en tratamientos de desórdenes digestivos, en enfermedades virales y en la formulación de vacunas. Tienen potencialidades como antiedematosas, antiinflamatorias, antitrombóticas y fibrinolíticas. Recientemente, se demostró la posible actividad antitumoral de cisteíno-proteasas como la bromelina.^(Pérez, A. 2006)

4.9.2 Enzimas como agente exfoliante

A diferencia de los exfoliantes AHA (Ácido Alfa Hidróxido), las enzimas asimilan únicamente las células muertas de la superficie. Los exfoliantes con enzimas superficiales son suaves. La exfoliación con AHA es mucho más fuerte que la de enzimas.

La exfoliación con enzimas utiliza enzimas queratolíticas, que ayudan a acelerar la desintegración de la queratina, la proteína de la piel. Una enzima utilizada con frecuencia es la papaína, derivada de la papaya. Otra de las enzimas usadas es la pancreatina (derivada de los productos de carne de res).

La exfoliación con enzimas es un tratamiento exfoliante para personas ultrasensibles, que tienen una piel sensible a exfoliaciones con ácido glicólico.^(Wilkinson, J.B. Moore, R.J. 1990)

4.9.3 Enzimas como agente depilatorio

Se han desarrollado preparados depilatorios basados en la enzima queratinasa, que no tienen el olor desagradable del sulfuro e incluso de los depilatorios tioglicolatos, y no son irritantes. Sin embargo, no son suficientemente efectivos. La queratinasa fue aislada de *Streptomyces fradiae* por Noval y Nickerson y se demostró capaz de digerir la queratina.

La queratinasa se emplea en preparados depilatorios en forma purificada, tamponada a un pH comprendido entre 7-8 con actividad de 200k¹ unidades por miligramo. (Wilkinson, J.B. Moore, R.J. 1990)

1. La unidad K se define como la cantidad de enzima que digerirá queratina de lana.

4.10 Bromelina

La bromelina es una enzima proteolítica encontrada inicialmente en las hojas y en el tallo de las plantas *Ananas comosus*.

Posteriormente, se constató su presencia en el fruto de la misma planta y en otras especies pertenecientes a la familia Bromeliaceae. Su presencia en la piña fue detectada por vez primera por el farmacéutico venezolano Mercano en 1891. (Gregory S. Kelly, N. 1996)

En principio, bajo la denominación de “bromelina” se conocía la enzima extraída y purificada del tallo de la planta de *Ananas comosus*, aunque luego, al detectarse su presencia en el fruto, se denominó a la primera “*Stem Bromelian*” y a la segunda “*Fruit Bromelian*”. La enzima purificada del fruto es un cisteín proteasa de carácter ácido, perteneciente a la misma familia que la papaína, extraída de la papaya (*Carica papaya L.*). Se trata de una glicoproteína, aparentemente homogénea. (Lopez, I. Diaz, J. 1996) La bromelina del fruto (*Fruit Bromelian*) actúa sobre otras proteínas como la caseína, la hemoglobina y la gelatina. El pH óptimo de actuación de la enzima sobre la caseína y la hemoglobina desnaturalizada es, respectivamente, de 8.3 y 8.0. La pérdida de actividad puede ser recuperada con concentraciones crecientes de

cisteína. La bromelina de tallo “*stem bromelian*” es, por el contrario, una proteína de carácter básico, con un contenido en carbohidratos del 1.46% y con menor actividad sobre la caseína. (Bartholomew, D. Paul, R. 2002) La actividad enzimática de la bromelina se indica por GDU (gelatin digestive units) que son las unidades digestivas de gelatina por cada gramo de bromelina o las unidades de gelatina digeridas por gramo de bromelina. (Salut, M. 2002)

4.11 Formas cosméticas: gel – crema

4.11.1 Gel

Un gel es un sistema coloidal donde la fase continua es sólida y la dispersa es líquida. Los geles presentan una densidad similar a los líquidos, sin embargo su estructura se asemeja más a la de un sólido. El ejemplo más común de gel es la gelatina comestible.

Ciertos geles presentan la capacidad de pasar de un estado coloidal a otro, es decir, permanecen fluidos cuando son agitados y se solidifican cuando permanecen inmóviles. Esta característica se denomina tixotropía. El proceso por el cual se forma un gel se denomina gelación. Reemplazando el líquido con gas es posible crear aerogeles, materiales con propiedades excepcionales como densidades muy bajas, elevada porosidad y excelente aislamiento térmico. (Feum, 1994)

La gelificación depende:

- De la temperatura
- De la concentración de la sustancia gelificante
- Del peso molecular de la sustancia gelificante

4.11.1.1 Clasificación de geles

Comportamiento frente al agua

- Geles hidrófilos o hidrogeles
- Geles hidrófobos (lipogeles u oleogeles)

Por su viscosidad

- Geles fluidos
- Geles semisólidos
- Geles sólidos (formulación de los sticks desodorantes y colonias sólidas)

Por el número de fases

- Geles monofásicos: el medio líquido formado por una sola fase o líquidos miscibles: agua, alcohol, solución hidroalcohólica, aceite, etc.
- Geles bifásicos: dos fases líquidas inmiscibles, formando una estructura transparente con propiedades de semisólido.

Por su estructura

- Geles elásticos
- Geles no elásticos

4.11.1.2 Estabilidad de Geles

Los factores desencadenantes de la inestabilidad de un gel son:

- Temperatura
- Cambios de pH
- Agitación violenta
- Electrolitos

Los geles con el tiempo pierden su condición de tal y su estructura puede llegar a romperse. La estabilidad de un gel depende de su correcta formulación. (Feum, 1994)

Un gel base es una preparación cosmética, fluida o semilíquida, algo viscosa elaborado con gelificantes.

Estos gelificantes pueden ser de origen sintético o derivados del petróleo: carbopolímeros (carbopol), carbómeros , parafinas, estearinas, entre otros .

También está la alternativa natural más saludable son los geles elaborados con sustancias coloidales vegetales (derivados de la celulosa o polisacáridos naturales) como la goma xantán, de tragacanto, goma esclerótica, guar, agar, entre otros.

4.11.1.3 Usos

Se utilizan para elaborar preparaciones refrescantes y livianas, especialmente indicados para pieles grasas o pieles enrojecidas y sofocadas. También, por su ligereza, permiten elaborar productos para el contorno de ojos o geles para la circulación venosa, geles para el dolor, traumatismos o golpes, etc. (Feum, 1994)

Pueden ser clasificados en las categorías siguientes:

- 100% Naturales: formados con gomas naturales, tienen poco tiempo de conservación.
- Predominantemente naturales: contienen algún ingrediente sintético, como el carbopol (acrylates, poliacylates, carbopolymer, etc), aunque no representan un riesgo importante para la salud de la piel.

- Predominantemente sintéticos: contienen gran concentración de ingredientes sintéticos y aditivos que implican algún riesgo importante para la salud de la piel. Por ejemplo, parabenos, carbopolímeros. (Melendez, J. 2010)

4.11.2 Crema

Preparación líquida o semisólida que contiene el o los principios activos y aditivos necesarios para obtener una emulsión generalmente aceite en agua con un contenido de agua superior al 20%. Son formas farmacéuticas constituidas por dos fases, una lipofílica y otra acuosa. Tienen consistencia blanda y flujo newtoniano o pseudoplástico por su alto contenido acuoso. (Moore, W.1990)

4.11.2.1 Clasificación de las Cremas según su formulación:

Hidrófobas – Emulsión agua en aceite (Emulsiones W/O):

La fase continua o externa es la fase lipofílica debido a la presencia en su composición de tensoactivos tipo W/O. En casos de piel seca o dermatosis crónica se recomienda el uso de emulsiones de este tipo. La fase interna consiste en gotitas de agua rodeadas por la fase oleosa, no se absorben con tanta rapidez en la piel, tienen un efecto oclusivo que reduce la pérdida transepidérmica de agua en la piel. Son adecuadas para liberar principios activos en la piel y no pueden ser lavadas con agua sola. (Decker, M. 1989)

Hidrófilas – Emulsión aceite en agua (Emulsiones O/W):

La fase externa es de naturaleza acuosa debido a la presencia en su composición de tensoactivos tipo O/W, tales como jabones sódicos o de alcoholes grasos sulfatados y polisorbatos, a veces

combinados en proporciones convenientes con tensoactivos tipo W/O. En casos de piel normal o presencia de ligera resequedad se recomienda el uso de una emulsión de O/W ya que las gotitas oleosas de la preparación se sitúan dentro de la fase acuosa, se absorben rápidamente en la piel sin dejar un rastro oleoso, la parte acuosa se evapora generando un efecto refrescante, la fase oleosa engrasa la piel y son solo levemente oclusivas. (Decker, M. 1989)

4.11.2.2 Clasificación según el grado de penetración del excipiente:

- Epidérmicas: poco o ningún nivel de penetración, afectaciones epidérmicas. Se desea acción emoliente o protectora.
- Dérmicas: Poder de penetración mayor hasta capas profundas de la piel.
- Subdérmicas: Poseen el poder de atravesar totalmente la piel y llegar a otros tejidos incluso a la circulación. (Decker, M. 1989)

4.11.2.3 Características de las cremas :

- Buena tolerancia (no irritación, o sensibilización)
- Inercia frente al principio activo (compatibilidad física y química), así como frente al material de acondicionamiento
- Estabilidad frente a factores ambientales para garantizar su conservación
- Consistencia conveniente para que su extensión sobre la piel sea fácil y puedan dispensarse en tubos.
- Caracteres organolépticos agradables
- Capacidad para incorporar sustancias solubles en agua y en aceite.
- Capacidad para actuar en piel grasa o seca

- Facilidad para transferir rápidamente a la piel las sustancias activas.
- No deshidratar, ni desengrasar la piel (Decker, M. 1989)

4.12 Control de Calidad de las formas cosméticas

4.12.1 Cualidades que debe cumplir un producto cosmético:

- Respetar la integridad de la piel
- Mantener su pH fisiológico o permitir un rápido retorno a la normalidad.
- Ser bien tolerada y de una perfecta inocuidad toxicológica y microbiana para quien la utilice.
- Tener una textura agradable.
- Ser de fácil utilización (Martini, M. 1998)

4.12.2 Pruebas Fisicoquímicas para Formas Cosméticas Crema- Gel

Apariencia: es una evaluación visual, la emulsión se debe colocar en un baño de María y después de un tiempo se observan las partes no solubles.

Color: es una prueba visual, observando si el color es homogéneo en toda la mezcla, y si el color es el que corresponderá a las especificaciones del producto.

pH: Define la alcalinidad o acidez del producto final.

Olor: es una prueba organoléptica, el método es comparar el olor con el deseado.

Viscosidad: esta propiedad se debe medir por medio de la resistencia a resbalar por un tubo capilar, comparando al tiempo de la viscosidad deseada.

4.12.3 Pruebas Microbiológicas para Formas Cosméticas Crema- Gel

4.12.3.1 Parámetros de calidad microbiológica

En Guatemala no existen parámetros de cumplimiento obligatorio respecto a los niveles permisibles de bacterias en productos cosméticos, sin embargo laboratorios como LAFYM trabaja según las normas de la RTCA 71.03.45.07 la cual maneja los siguientes parámetros:

Recuento total de Mesófilos aerobios	$\leq 10^3$ UFC/g ó mL
Recuento de Mohos y Levaduras	$\leq 10^2$ UFC/ g ó mL
Recuento Coliformes totales	NPL
Recuento de Coliformes Fecales	NPL
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausencia
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia

La Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA), recomienda el análisis microbiológico, fisicoquímico y toxicológico de los productos cosméticos. El examen microbiológico incluye la dilución y el plaqueo con medios de cultivo que inactiven los preservantes utilizados en la fabricación, luego se realiza el recuento total, la investigación de mohos y levaduras, el recuento e identificación *Staphylococcus aureus* y el recuento de microorganismos anaerobios . Además, deben estar

ausentes por gramo o mililitro de muestra: *Pseudomonas aeruginosa*, *Estafilococcus aureus*, coliformes totales y fecales y clostridios sulfito reductores, estos últimos exclusivamente para talcos (Mercosur.1998).

5. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, la demanda de productos mejorados, en donde se beneficie al consumidor, la industria y el medio ambiente, incentiva al estudio e investigación de nuevas tecnologías, materias primas, excipientes, métodos, entre otros para lograr dicha meta.

Guatemala es un país rico en recursos naturales, como es la biodiversidad de plantas con principios activos aplicados. Entre estas plantas está la piña, de la cual se consume y/o utiliza el fruto desechándose el tallo. Las principales zonas donde se cultiva piña en Guatemala se encuentran los departamentos de Santa Rosa y Escuintla.

En este trabajo se realiza la propuesta de utilizar el tallo de la piña que es desechado para la extracción de bromelina, y así preparar productos cosméticos, que consiste en un gel depilatorio, gel exfoliante, crema depilatoria y crema exfoliante.

Ya que el tallo es material de desecho representa una oportunidad de la cual debe aprovecharse para utilizarla como materia prima y así reducir los costos en materia prima fabricando productos cosméticos de calidad, representando una alternativa viable que además brinda beneficios ambientales.

Dado que la bromelina es una enzima proteolítica, propone su utilización para la fabricación de un gel depilatorio y crema exfoliante. Ya que el vello y la piel cuentan con un alto porcentaje de proteínas y al agregar la bromelina a la formulación del cosmético como principio activo ayudará a remover el vello y células muertas de la piel.

6. OBJETIVOS

6.1 General

- 6.1.1 Comprobar la capacidad exfoliante y depilatoria de los productos fabricados con bromelina extraída del tallo de la piña (*Annanas comosus*) en personas voluntarias.

6.2 Específicos

- 6.2.1 Evaluar la actividad enzimática y cuantificación de la bromelina, por medio de una curva de calibración
- 6.2.2 Formular un gel y una crema con propiedades exfoliantes utilizando como principio activo la bromelina.
- 6.2.3 Formular un gel y una crema con propiedades depilatorias utilizando como principio activo la bromelina.
- 6.2.4 Realizar pruebas de control de calidad fisicoquímicas y microbiológicas de las cremas y geles fabricados a partir de la bromelina.
- 6.2.5 Evaluar la aceptación de los cuatro cosméticos en personas voluntarias.

7. HIPÓTESIS

7.1 La bromelina extraída del tallo de la piña (*Annanas comosus*) como principio activo en cosméticos tiene propiedades exfoliantes y depilatorias.

8. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1 Universo

Personas voluntarias de la ciudad de Guatemala, Guatemala.

Tallos de *Ananas comosus* sp (piña) cultivado en la finca Popoyá – Santa Lucía Cotzumalguapa.

8.2 Muestra

Mujeres voluntarias seleccionadas para probar el producto, entre la edad 18-55 años.
(20 personas)

Muestra de 500 tallos de piña de la finca Popoyá en Santa Lucía Cotzumalguapa.

8.3 Materiales

8.3.1 Equipo e instrumentos

- Balanza analítica
- Horno
- balones aforados
- beakers
- filtro buchner
- bomba de vacío
- Papel filtro
- Termómetro
- Varillas de vidrio
- Extractor de jugo
- Centrifugadora
- Tubos de Falcon
- Cápsulas de porcelana

- Refrigeradora
- Tiras de pH

8.3.2 Reactivos y materia prima

- Ortofosfato monosódico
- Ortofosfato disódico
- Bromelina comercial
- Bromelina extraída
- Leche en polvo
- Alcohol etílico al 70%
- Alcohol etílico al 95%
- Agua desmineralizada
- Aceite mineral
- Carboximetilcelulosa
- Glicerina
- Preservantes.

8.4 Metodología

FASE I

8.4.1 Extracción de bromelina

8.4.1.1 Obtención de los tallos de la piña

La recolección de los tallos de la piña se realizará cuando sea el tiempo de cosecha de la piña.

8.4.1.2 Obtención del jugo del tallo de la piña

Se lava el tallo de la piña con agua potable para eliminar impurezas, luego se desinfecta con alcohol al 70% y por último se enjuaga con agua destilada para eliminar los residuos de alcohol.

Al estar libres de contaminantes físicos se removerá la cáscara de los tallos para que sea más fácil moler los trozos de tallo en un extractor de jugos.

Obteniendo el jugo este se filtrará por gravedad con papel filtro whatman.

8.4.1.3 Extracción de bromelina

Con una probeta medir el volumen obtenido del jugo de piña y añadir Etanol al 95% 1.5 veces más que el volumen de piña obtenido. (Solución 1:1.5). y almacenar en frascos de plástico la muestra en el congelador a -10°C , por 7 días.

Pasado los 7 días se debe centrifugar la muestras colocarlas en tubos de Falcon a 4500rpm por 20 min. Se elimina el sobrenadante y el precipitado se transfiere a un vaso de precipitación. (Dalgo, 2012)

8.4.1.4 Concentración de la bromelina

Este procedimiento se realizará por medio de secado del precipitado obtenido.

Secar el precipitado, pesar una cápsula de porcelana en una balanza analítica y adicionar la muestra de concentrado de bromelina; registrar el peso. Poner a secar la muestra en el horno a 40°C durante 48 horas.

Sacar las muestras del horno y enfriar en un desecador durante 10 minutos. Pesar las muestras secas si es posible hasta peso constante, si no, regresar las muestras al horno por 10 min y enfriar nuevamente. Calcular el porcentaje de humedad. Almacenar el concentrado en una refrigeradora a 5°C . (Dalgo, 2012)

8.4.2 Determinación de la concentración y actividad enzimática

8.4.2.1 Curva de calibración

La curva de calibrado es un método de química analítica empleado para medir la concentración de una sustancia en una muestra por comparación con una serie de elementos de concentración conocida.

Para la elaboración de la curva de calibración se debe preparar una solución de buffer de fosfatos pH 7. Así como solución de leche, 10g de leche en polvo y agua c.s.p. 100mL en un balón aforado.

Se debe pesar 0.0312, 0.0625g, 0.125g, 0.25g, 0.5g, 1g y 1.5 g de bromelina comercial.

A los gramos pesados de bromelina agregar en 10 mL de solución buffer de fosfatos pH 7 y agitar la solución y calentar hasta 40°C. y luego Agregar 10mL de leche en un beacker y calentar hasta 40°C y mezclar.

Filtrar la solución después de 20 segundos, en un filtro buchner. Al terminar de filtrar las 7 soluciones, se debe introducir los papeles filtros al horno 20min a 100°C , para eliminar el agua.

Sacarlo del horno y anotar el peso del papel filtro con la muestra. Para obtener una curva de calibración con un 95% de nivel de confianza se repetirá 3 veces cada punto de la gráfica.(Alvarado, 2012)

FASE II

8.4.3 PROCEDIMIENTOS DE FORMULACIÓN

Se realizará las formulaciones de los 4 productos, el gel exfoliante y el gel depilador, la crema exfoliante y crema depilador haciendo varias repeticiones hasta obtener la formulación deseada.

Tabla No. 8.4.3.1: Formulación de la crema exfoliante

Materia prima	Cantidad	Función
Extracto de bromelina	2.5 %	Principio Activo
Acido esteárico	8 %	Emulsificante
Alcohol cetílico	6 %	Emulsificante
Miristato de isopropilo	1.40 %	Emulsificante
Monoestearato de glicerilo	2.0 %	Emulsificante
Vaselina	7.0 %	Humectante
Metilparaben	0.2 %	Preservante
Propilparaben	0.2 %	Preservante
Ácido cítrico	0.10 %	Emulsificante
Carbomero 940	0.30 %	Viscosante
Trietanolamina	2.40 %	Modificador de pH
Agua destilada C.s.p	100%	Vehículo

Fuente: Datos experimentales

Tabla No. 8.4.3.2: Formulación de la crema Depilatoria

Materia prima	Cantidad	Función
Extracto de bromelina	7.5 %	Principio Activo
Acido esteárico	8 %	Emulsificante
Alcohol cetílico	6 %	Emulsificante
Miristato de isopropilo	1.40 %	Emulsificante
Monoestearato de glicerilo	2.0 %	Emulsificante
Vaselina	7.0 %	Humectante
Metilparaben	0.2 %	Preservante
Propilparaben	0.2 %	Preservante
Ácido cítrico	0.10 %	Emulsificante
Carbomero 940	0.30 %	Viscosante
Trietanolamina	2.40 %	Modificador de pH
Agua destilada c.s.p	100 %	Vehículo

Fuente: Datos experimentales

Tabla No. 8.4.3.3: Formulación del Gel Exfoliante

Materia Prima	Cantidad	Función
Extracto de bromelina	2.5 %	Principio Activo
CMC 940	4.22 %	Viscosante
Metilparaben	0.04 %	Preservante
Propilparaben	0.04 %	Preservante
Propilenglicol	7.05 %	Humectante
Trietanolamina	4.22 %	Regulador del pH
Agua destilada c.s.p.	100 %	Vehículo

Fuente: Datos experimentales

Tabla No. 8.4.3.4: Formulación del Gel Depilatorio

Materia Prima	Cantidad	Función
Extracto de bromelina	7.5 %	Principio Activo
CMC 940	4.22 %	Viscosante
Metilparaben	0.04 %	Preservante
Propilparaben	0.04 %	Preservante
Propilenglicol	7.05 %	Humectante
Trietanolamina	4.22 %	Regulador del pH
Agua destilada c.s.p.	100 %	Vehículo

Fuente: Datos experimentales

Procedimiento de Crema:

Fase oleosa:

Pesar ácido esteárico, el alcohol etílico, miristato de isopropilo, monoestearato de glicerilo, vaselina, metilparaben y propilparaben.

Preparar baño maría y fundir el ácido esteárico, agregar el alcohol cetílico y dejar fundir, agregar el miristato de isopropilo, monoestearato de glicerilo, vaselina y mezclar por último agregar los parabenos.

Fase acuosa:

Pesar el ácido cítrico, carbomero, la trietanolamina y el extracto de bromelina, medir el agua destilada. Agregar el agua, la bromelina, y el ácido cítrico en un recipiente grande y agitar vigorosamente, agregar el carbomero poco a poco y continuar mezclando, cuando la mezcla sea homogénea agregar la trietanolamina y continuar mezclando.

Unión de Fases

Agregar a la fase acuosa la fase oleosa con agitación constante hasta que quede homogénea. Dejar reposar la crema hasta temperatura ambiente.

Procedimiento de Gel

Pesar el metilparaben, el propilparaben, el extracto de bromelina, el carbomero, luego medir el propilenglicol, la trietanolamina y el agua.

Disolver los parabenos en propilenglicol con agitación.

Añadir el carbomero al agua y agitar suavemente, incorporar la mezcla de parabenos y la bromelina, agitar hasta que esté uniforme.

8.4.4 CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO

Se utilizará una prueba de hipótesis binomial a un nivel $\alpha = 0.5$ para cada variable.

Criterio global: deben de cumplir con todos los ensayos, con un mínimo de 5 repeticiones de las pruebas.

8.4.4.1 Crema – emulsión

Apariencia: se realizará por medio de una evaluación visual, la emulsión se debe colocar en un baño de María y después de un tiempo se observan las partes no solubles.

Color: es una prueba visual, observando si el color es homogéneo en toda la mezcla, y si el color es el que corresponderá a las especificaciones del producto.

pH: Definir la alcalinidad o acidez del producto final. El pH óptimo de la enzima se encuentra entre el rango de 6 a 8. (clavijo,2012)

Olor: ya que es una característica organoléptica, el método es comparar el olor con el deseado.

Viscosidad: esta propiedad se debe medir por medio de la resistencia a resbalar por un tubo capilar, comparando al tiempo de la viscosidad deseada.

8.4.4.2 Gel

Apariencia: se realizará por medio de una evaluación visual, la emulsión se debe colocar en un baño de María y después de un tiempo se observan las partes no solubles.

Color: es una prueba visual, observando si el color es homogéneo en toda la mezcla, y si el color es el que corresponderá a las especificaciones del producto.

pH: Definir la alcalinidad o acidez del producto final. El pH óptimo de la enzima se encuentra entre el rango de 6 a 8. (clavijo,2012)

Olor: ya que es una característica organoléptica, el método es comparar el olor con el deseado.

Viscosidad: esta propiedad se debe medir por medio de la resistencia a resbalar por un tubo capilar, comparando al tiempo de la viscosidad deseada.

8.4.5 Pruebas microbiológicas

La presencia de microorganismos en los productos cosméticos puede producir cambios en el aspecto físico, color, olor y textura. Por lo que se realizaron pruebas microbiológicas a los cuatro cosméticos, para esto se enviaron las muestras de producto al laboratorio de análisis fisicoquímicos y microbiológicos LAFYM.

FASE III:

8.4.6 Métodos de evaluación de los cosméticos en personas voluntarias

Se les entregó un consentimiento informado en el cual aceptaron formar parte de la investigación. (Anexo No.2)

Se entregó un kit que incluía dos de los cuatro cosméticos elaborados (crema y gel exfoliante ó crema y gel depilatorio).

Las voluntarias probaron los cosméticos por un período de 1 mes.

Al cabo del mes se les entrevistó por medio de una encuesta por cada cosmético probado. (Anexo No.3)

8.4.7 Diseño estadístico de la investigación

FASE I:

Se evaluó la regresión de la curva de calibración. Con la bromelina comercial se hicieron 3 repeticiones de cada una de las concentraciones de la curva (0.0312g, 0.0625g, 0.125g, 0.25g, 0.5g, 1g y 1.5g) para obtener 21 puntos en la gráfica.

Se realizó la prueba de hipótesis para la regresión, 95% de nivel de confianza.

FASE II:

Control de calidad de los cosméticos

Se realizaron pruebas fisicoquímicas (apariencia, olor, color, pH y viscosidad) y pruebas microbiológicas.

Se utilizó una prueba de hipótesis binomial la cual es una prueba exacta de la significación estadística de las desviaciones de una distribución teóricamente prevista de observaciones en dos categorías, el uso más común de la prueba binomial es en el caso donde la hipótesis nula y la hipótesis estadística son igualmente probables de ocurrir.

La prueba binomial se utilizó a un nivel $\alpha = 0.5$ para cada variable para evaluar aspectos microbiológicos y fisicoquímicos.

HIPÓTESIS:

$H_0: P \leq 0.5$

$H_a: P > 0.5$

Criterio global: deben de cumplir con todos los ensayos, con un mínimo de 5 repeticiones de las pruebas.

Si una muestra no cumple con alguno de los ensayos se rechazará el lote del producto.

FASE III:

Evaluación de los productos

Se entregaron 20 kits de 2 productos cada uno. 10 kits de gel y crema depilatoria con una rasadora y los otros 10 kits de gel y crema exfoliante junto con un trífoliar informativo de los cosméticos.

Cantidad: 10 personas por 2 productos

Total : 20 personas.

Evaluación: se utilizó una encuesta que constó de preguntas con respuestas en escala ordinal tipo Lickert, la cual consiste en un conjunto de ítems bajo la forma de afirmaciones o juicios ante los cuales se solicita la reacción de los individuos.

Se realizó usando la estadística descriptiva, utilizando la respuesta obtenida de los voluntarios analizando según escala de Lickert.

- Punteo mínimo aceptable crema exfoliante: 23/35
- Punteo mínimo aceptable crema depilatoria: 30/45
- Punteo mínimo aceptable gel exfoliante: 29/40
- Punteo mínimo aceptable gel depilatorio:32/45

Los resultados se analizaron descriptivamente, conforme al punteo mínimo aceptable establecido con el fin de obtener un producto de calidad.

9. RESULTADOS

A continuación se presenta los resultados de la evaluación enzimática y cuantificación de la bromelina. La tabla 9.1 indica los resultados del porcentaje de rendimiento de bromelina, la cual se extrajo del jugo del tallo de piña (*Ananas comosus sp.*)

Tabla No. 9.1: Porcentaje de rendimiento de bromelina

Cantidad de tallos de piña utilizados	130 tallos
Mililitros de extracto obtenidos de los tallos de piña	4000 mL
Cantidad total de bromelina obtenida de la extracción en mililitros	550 mL
Cantidad total de bromelina obtenida de la extracción equivalente en gramos	21 gramos
% Rendimiento de gramos de bromelina / mL extracto obtenido	0.521 %

Fuente: Datos experimentales

Para evaluar la actividad enzimática de la bromelina se realizó una curva de calibración, de la cual se hicieron 3 repeticiones de cada una de las concentraciones (0.0312g, 0.0625g, 0.125g, 0.25g, 0.5g, 1g y 1.5g) para obtener 21 puntos en la gráfica.

Tabla No. 9.2: Establecimiento de Actividad enzimática respecto a la concentración.

Promedio de gramos de bromelina Comercial		Actividad enzimática en GDU* de bromelina comercial		Promedio de gramos de caseína precipitado	
0.0314	g	78.125	GDU	0.0363	G
0.0624	g	156.25	GDU	0.0600	G
0.1247	g	312.5	GDU	0.1009	G
0.2517	g	625	GDU	0.1752	G
0.5021	g	1250	GDU	0.2733	G
1.0097	g	2500	GDU	0.4930	G
1.5007	g	3750	GDU	0.7217	G

*GDU: Unidades de disolución de gelatina

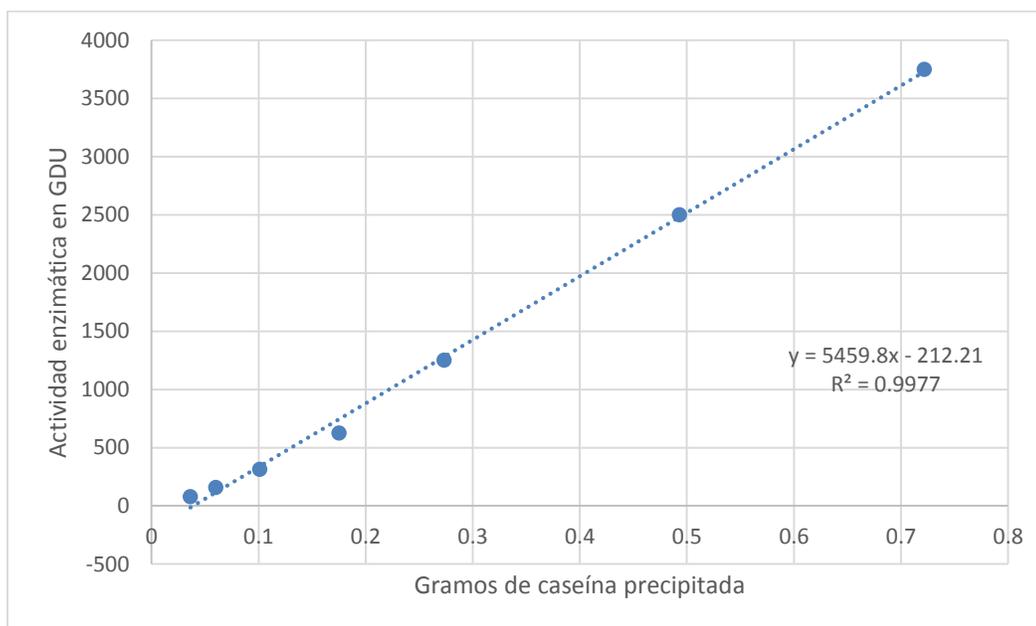
Fuente: Datos calculados y presentados en la tabla 14.1

Tabla No. 9.3: Curva de calibración de los gramos de caseína precipitada versus la actividad enzimática en GDU*.

Ecuación de la curva	Coefficiente de Determinación
$y = 5459.8x - 212.21$	$R^2 = 0.9977$

*GDU: Unidades de disolución de gelatina

Fuente: Datos experimentales

Gráfica No 9.3: Gráfica de la Curva de Calibración

Fuente: Datos experimentales

Tabla No. 9.4 Actividad enzimática (GDU*) en bromelina extraída experimentalmente

Muestra de bromelina extraída	Caseína Precipitada	Actividad enzimática (GDU*)
0.42 gramos	0.3049 gramos	1452.48 GDU/10mL

*GDU: Unidades de disolución de gelatina

Fuente: Datos experimentales

Se formularon un gel y una crema con propiedades exfoliantes y un gel y crema con actividades depilatorias utilizando como principio la bromelina a las cuales se les realizaron pruebas de control de calidad.

A continuación se detallan los resultados de las pruebas de control de calidad aplicadas a los cuatro productos cosméticos elaborados, las especificaciones fueron establecidas por las formuladoras como productos nuevos.

Tabla No. 9.5: Pruebas fisicoquímicas del gel exfoliante

PRUEBA	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO
Apariencia	Gel homogéneo sin partículas extrañas	CUMPLE
Color	Incoloro	CUMPLE
pH	7	CUMPLE
Olor	Cítrico	CUMPLE

Fuente: Datos experimentales

Tabla No. 9.6: Pruebas fisicoquímicas de la crema exfoliante

PRUEBA	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO
Apariencia	Semisólida	CUMPLE
Color	Amarillo pálido	CUMPLE
pH	7	CUMPLE
Olor	Cítrico	CUMPLE

Fuente: Datos experimentales

Tabla No. 9.7: Pruebas fisicoquímicas del gel depilatorio

PRUEBA	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO
Apariencia	Gel homogéneo sin partículas extrañas	CUMPLE
Color	Incoloro	CUMPLE
pH	7	CUMPLE
Olor	Cítrico	CUMPLE

Fuente: Datos experimentales

Tabla No. 9.8: Pruebas fisicoquímicas de la crema depilatoria

PRUEBA	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO
Apariencia	Semisólida	CUMPLE
Color	Amarillo pálido	CUMPLE
pH	7	CUMPLE
Olor	Cítrico	CUMPLE

Fuente: Datos experimentales

Resultados microbiológicos realizados a los cosméticos donde se detalla la prueba realizada y la especificación basada en el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 71.345.07)

Tabla No. 9.9: Resultados microbiológicos del gel exfoliante.

PRUEBA	ESPECIFICACIÓN según RTCA 71.345.07	RESULTADO
Recuento total de Mesófilos aerobios	$\leq 10^3$ UFC ¹ /g	10^2 UFC/g
Recuento total de Mohos y Levaduras	$\leq 10^2$ UFC ¹ /g	<10 UFC/g
Recuento de Coliformes totales	NPL ²	<10 UFC/g
Recuento de Coliformes Fecales	NPL ²	<10 UFC/g
Escherichia coli	Ausencia	Ausencia
Staphylococcus aureus	Ausencia	Ausencia
Pseudomonas aeruginosa	Ausencia	Ausencia

1. UFC: Unidades Formadoras de Colonias 2. NPL: No presenta límites

Fuente: laboratorio de análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos LAFYM

Tabla No. 9.10: Resultados microbiológicos del Crema Exfoliante.

PRUEBA	ESPECIFICACIÓN según RTCA 71.345.07	RESULTADO
Recuento total de Mesófilos aerobios	$\leq 10^3$ UFC ¹ /g	6.0×10^2 UFC/g
Recuento total de Mohos y Levaduras	$\leq 10^2$ UFC ¹ /g	<10 UFC/g
Recuento de Coliformes totales	NPL ²	<10 UFC/g
Recuento de Coliformes Fecales	NPL ²	<10 UFC/g
Escherichia coli	Ausencia	Ausencia
Staphylococcus aureus	Ausencia	Ausencia
Pseudomonas aeruginosa	Ausencia	Ausencia

1. UFC: Unidades Formadoras de Colonias 2. NPL: No presenta límites

Fuente: Laboratorio de análisis Físicoquímicos y Microbiológicos LAFYM

Tabla No. 9.11: Resultados microbiológicos del Gel Depilador.

PRUEBA	ESPECIFICACIÓN según RTCA 71.345.07	RESULTADO
Recuento total de Mesófilos aerobios	$\leq 10^3$ UFC ¹ /g	<10 UFC/g
Recuento total de Mohos y Levaduras	$\leq 10^2$ UFC ¹ /g	<10 UFC/g
Recuento de Coliformes totales	NPL ²	<10 UFC/g
Recuento de Coliformes Fecales	NPL ²	<10 UFC/g
Escherichia coli	Ausencia	Ausencia
Staphylococcus aureus	Ausencia	Ausencia
Pseudomonas aeruginosa	Ausencia	Ausencia

1. UFC: Unidades Formadoras de Colonias 2. NPL: No presenta límites

Fuente: Laboratorio de análisis Físicoquímicos y Microbiológicos LAFYM

Tabla No. 9.12: Resultados microbiológicos del Crema Depilatoria.

PRUEBA	ESPECIFICACIÓN según RTCA 71.345.07	RESULTADO
Recuento total de Mesófilos aerobios	$\leq 10^3$ UFC ¹ /g	8.0×10^6 UFC/g
Recuento total de Mohos y Levaduras	$\leq 10^2$ UFC ¹ /g	<10 UFC/g
Recuento de Coliformes totales	NPL ²	<10 UFC/g
Recuento de Coliformes Fecales	NPL ²	<10 UFC/g
Escherichia coli	Ausencia	Ausencia
Staphylococcus aureus	Ausencia	Ausencia
Pseudomonas aeruginosa	Ausencia	Ausencia

1. UFC: Unidades Formadoras de Colonias 2. NPL: No presenta límites

Fuente: Laboratorio de análisis Físicoquímicos y Microbiológicos LAFYM

Para la evaluación de aceptación de los cuatro cosméticos en personas voluntarias se elaboró una encuesta. Las siguientes tablas describen los resultados obtenidos de las encuestas contestadas por las voluntarias después de 1 mes del uso de los productos cosméticos, las encuestas constaron de preguntas con respuestas en escala ordinal tipo Likert, la cual consiste en un conjunto de ítems bajo la forma de afirmaciones o juicios ante los cuales se solicita la reacción de los individuos.

Tabla No. 9.13: Resultados de la encuesta de Gel Depilatorio

CARACTERÍSTICA EVALUADA	PUNTUACIÓN MÍNIMA ACEPTABLE	RESULTADO
Apariencia	3	3.70
Color	3	4.00
Aroma	3	3.28
Consistencia	5	3.28
Preferencia entre usar solo rasuradora o rasuradora + gel	5	3.40
Remoción de los vellos	3	3.42
Resultado final: suavidad	3	3.57
Presentación	3	4.71
Retardo en el crecimiento	3	3.85
Aceptabilidad	5	3.85
Punteo final	Puntuación máxima: 50	37.06
	Puntuación mínima aceptable: 33	

Fuente: Datos experimentales

Tabla No. 9.14: Resultados de la encuesta de Crema Depilatoria

CARACTERÍSTICA EVALUADA	PUNTUACIÓN MÍNIMA ACEPTABLE	RESULTADO
Apariencia	3	4.30
Color	3	4.10
Aroma	3	3.88
Consistencia	3	3.11
Preferencia entre usar solo rasuradora o rasuradora + gel	5	3.80

Remoción de los vellos	3	3.28
Resultado final: suavidad	3	4.28
Presentación	3	5.85
Retardo en el crecimiento	3	4.42
Aceptabilidad	5	5.00
Punteo final	Puntuación máxima: 50	42.02
	Puntuación mínima aceptable: 34	

Fuente: Datos experimentales

Tabla No. 9.15: Resultados de la encuesta de Gel Exfoliante

CARACTERÍSTICA EVALUADA	PUNTUACIÓN MÍNIMA ACEPTABLE	RESULTADO
Apariencia	3	3.375
Color	3	4.125
Aroma	3	3.75
Consistencia	5	4.0
Suavidad	3	3.75
Capacidad de exfoliación (luminosidad, hidratación)	3	4
Presentación	3	4.5
Aceptabilidad	5	3.5
Punteo final	Puntuación máxima: 40	31
	Puntuación mínima aceptable: 28	

Fuente: Datos experimentales

Tabla No. 9.16: Resultados de la encuesta de Crema Exfoliante

CARACTERÍSTICA EVALUADA	PUNTUACIÓN MÍNIMA ACEPTABLE	RESULTADO
Apariencia	3	4.30
Color	3	4.25
Aroma	3	4.75
Consistencia	3	3.00
Suavidad	3	4.00
Capacidad de exfoliación (luminosidad, hidratación)	3	4.10
Presentación	3	4.75
Aceptabilidad	5	5.00
Punteo final	Puntuación máxima: 40	34.15
	Puntuación mínima aceptable: 26	

Fuente: Datos experimentales

Tabla No. 9.17: Resultado de la preferencia entre los dos cosméticos depilatorios

Descripción de pregunta	Depilación	
	Crema	Gel
Preferencia entre crema y gel depilatorio.	80%	20%

Fuente: Datos experimentales

Tabla No. 9.18: Resultado de la preferencia entre los dos cosméticos exfoliantes

Descripción de pregunta	Exfoliación	
	Crema	Gel
Preferencia entre crema y gel exfoliante.	100%	0%

Fuente: Datos experimentales

10. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para la obtención de la bromelina se cortaron 130 tallos de Piña (*Ananas comosus sp*) obteniendo de 4,000 mL de jugo, al cual luego se le agregó alcohol al 95% en relación 1:1.5 y se dejó en refrigeración, se centrifugó y se obtuvo 550 mL equivalentes 21 gramos de bromelina dando un porcentaje de rendimiento de 0.521% (ver tabla 9.1).

Se obtuvo un bajo rendimiento ya que el método de extracción no fue el ideal, el método usual es llevar el extracto crudo a sequedad por liofilización y no se contó con el equipo necesario por ser costoso y complejo para realizar éste proceso por lo que se realizó una extracción alcohólica, la cual aumenta el porcentaje de pérdida de la enzima. Otra de las razones de éste resultado es que la concentración de bromelina se afectó por el grado de madurez de la piña que puede ser: verde, pintona y madura.

A pesar del porcentaje de rendimiento obtenido, los 21 gramos de bromelina fueron suficientes para la elaboración de los cosméticos y llevar a cabo la presente investigación.

En la Tabla 9.2 se muestra la actividad enzimática determinada mediante la elaboración de una curva de calibración de caseína (proteína de la leche) precipitada versus la actividad enzimática en GDU* de la bromelina comercial utilizada como estándar. Luego las soluciones se llevaron a temperatura de 40° C. Los datos se analizaron mediante una prueba de hipótesis para la regresión con un 95% de nivel de confianza, obteniendo finalmente como resultado la ecuación de la recta $y = 5450.8x - 212.21$ con un coeficiente de determinación $R^2 = 0.9977$, lo que nos indica que sí hay relación entre los gramos de caseína precipitada y la actividad enzimática. (ver gráfica 9.3)

Con la ecuación obtenida se procedió a evaluar la actividad enzimática a partir de los gramos de bromelina obtenidos para lo que se tomó una muestra de 0.42 gramos y se obtuvo 0.3049 gramos de caseína precipitada, lo cual equivale a 1452.48 GDU/10mL.

En cuanto a los cosméticos se procedió a realizar varias pruebas hasta obtener las fórmulas deseadas para la elaboración de cada uno de ellos, para la crema se hicieron dos

formulaciones “A” y “B” donde se observó que “B” era inestable y que las fases se separaban después de unos minutos mientras que “A” fue la de mejor consistencia, apariencia y estabilidad tabla 8.4.3.1 (2.5 % de bromelina) y 8.4.3.2 (2.5 % de bromelina). La formulación “A” se repitió tres veces más, la primera sin principio activo, la segunda con bromelina comercial para verificar que no ocurriera ningún cambio físico en la crema y finalmente la tercera a la cual se le agregó el extracto de bromelina experimental.

En cuanto al gel se realizaron 2 formulaciones “A” y “B”, inicialmente se trabajó con la formulación “A” de alginato de sodio, citrato de calcio, metilparabeno, glicerina y agua destilada esta quedaba muy bien sin el principio activo pero al agregar la bromelina comercial se formaban grumos. Luego se realizaron pruebas con la formulación “B” descrita en la tabla 8.4.3.3 y 8.4.3.4 la cual fue estable y con buena apariencia.

Ya establecida la fórmula final se procedió a elaborar los cosméticos los cuales fueron: Gel exfoliante, Crema exfoliante, Gel depilatorio y Crema depilatoria, agregando 3% de bromelina para los depilatorios y 1% de bromelina para los exfoliantes considerando el objetivo buscado para cada uno de los cosméticos, finalizada la manufactura se procedió a analizar las características fisicoquímicas y microbiológicas de los cosméticos mediante una prueba binomial.

Respecto a la formulación no se agregó ningún coadyuvante de la depilación pues se buscaba crear un producto natural el cual se utilizara como complemento en la depilación del vello con el objetivo de que penetrara en la piel hasta llegar al folículo capilar debilitando el vello y retardando su crecimiento.

Los resultados de los cosméticos se muestran en las tabla 9.5, 9.6, 9.7 y 9.8 la cuales indican que cumplen con todas las pruebas fisicoquímicas siendo las mismas apariencia, color, olor y pH.

Las pruebas fisicoquímicas del gel exfoliante y el gel depilatorio cumplieron con las especificaciones, gel homogéneo sin partículas extrañas, incoloro y olor cítrico, pH= 7, las

especificaciones fueron establecidas de acuerdo a la opinión de las formuladoras como productos nuevos, pues no existen referencias a excepción del pH.

Al igual que los geles, la crema exfoliante y crema depilatoria cumplieron con las especificaciones establecidas, apariencia semisólida, color amarillo pálido, olor cítrico y pH =7.

Muestras de los cuatro tipos de cosméticos fueron enviados al laboratorio LAFYM, Laboratorio de análisis fisicoquímicos y microbiológicos, para su análisis microbiológico, en los que se evaluaron respecto a los límites establecidos por el reglamento técnico centroamericano RTCA 71.345.07, confirmando la inocuidad de los mismos como se observan en las tablas 9.9, 9.10, 9.11 y 9.12.

Se elaboraron 20 kits de 2 productos cada uno, 10 kits de gel y crema depilatoria y 10 de gel y crema exfoliante junto con un trifoliar informativo (ver anexo 8) donde se describieron las indicaciones de uso para cada producto.

Los kits de los cosméticos fueron entregados a las 20 voluntarias las cuales utilizaron los productos por un mes, al cabo de éste tiempo se evaluaron los resultados utilizando una encuesta formulada con respuestas en escala ordinal tipo Likert, la encuesta no fue validada por los resultados obtenidos son preliminares y exploratorios. Los resultados se detallan en las tablas No 9.13, 9.14, 9.15 y 9.16 donde las características evaluadas para depilatorios fueron: apariencia, color, aroma, consistencia, capacidad de depilación, remoción de los vellos, suavidad de la piel, tiempo entre depilación, presentación y aceptabilidad. En cuanto a los exfoliantes se evaluó: apariencia, color, aroma, consistencia, suavidad de la piel, capacidad de exfoliación, presentación y aceptabilidad.

Respecto a los resultados de la encuesta de gel depilatorio la puntuación final fue de 37.06 estando la misma entre la puntuación máxima (50) y la puntuación mínima aceptable (33) por tanto Cumple con calidad y satisfacción respecto a lo esperado del producto cosmético. La característica mayormente aceptada del producto fue la presentación, las voluntarias comentaron que el kit entregado estaba completo ya que además de

contener los dos productos cosméticos incluía una rasuradora y un trifoliar informativo donde podían llevar un control del uso del producto, también les pareció que el producto tenía un diseño profesional por las etiquetas y envases utilizados. La característica menos aceptada fue la consistencia del gel ya que obtuvo un punteo debajo del mínimo aceptado. El gel depilatorio tuvo como objetivo final ser un coadyuvante de la depilación y retardar el crecimiento del vello. Según el resultado de la encuesta la mayoría de las voluntarias prefirieron utilizar la rasuradora + gel depilatorio que únicamente la rasuradora porque el tiempo entre depilación aumento y dejo suave la piel.

En la tabla No. 9.14 se describe los resultados de la encuesta de crema depilatoria, el punteo final fue de 42.02, siendo la puntuación máxima (50) y la puntuación mínima aceptable (34), al igual que el gel, la característica más aceptada fue la presentación y la de menor aceptación fue la consistencia. La crema obtuvo un mayor punteo respecto al retardo del crecimiento y la suavidad de la piel después de uso.

Entre los dos cosméticos depilatorios el de mayor aceptación fue la crema depilatoria (ver tabla No. 9.17) con un 80% de preferencia, las voluntarias manifestaron que al dejar el gel actuar por 15 minutos éste se secaba y les resultaba difícil depilarse con la rasuradora por otro lado la crema les ayudó en aumentar el tiempo entre cada depilación y les dejó la piel humectada y sin irritación.

El gel exfoliante tuvo un resultado final de 31, siendo la puntuación máxima 40 y la mínima 28, por tanto cumple con calidad y satisfacción respecto a lo esperado del producto cosmético. La característica que mayor puntuación obtuvo fue la presentación y la menor la apariencia argumentando que la reología no era la adecuada.

En cuanto a la crema exfoliante el resultado final fue de 34.15, siendo la puntuación máxima 40 y la mínima 26, por tanto cumple con calidad y satisfacción respecto a lo esperado del producto cosmético. La característica mejor evaluada fue la de aceptación, refiriéndose a que el producto cumple con las características requeridas para su compra. De los cuatro productos este fue el que mejor puntuación obtuvo en esta característica.

Entre los dos cosméticos exfoliantes el más aceptado fue la crema con un porcentaje de aceptación del 100% ya que durante su uso las participantes reportaron haber obtenido una sensación agradable al tacto y una mayor exfoliación mientras que el gel se secaba y les resultaba difícil su remoción, esto pudo deberse a la formulación del gel la cual constaba únicamente de un polímero y de la bromelina.

11. CONCLUSIONES

- 11.1 Se obtuvo 21 gramos de bromelina del tallo de la piña por medio de una extracción alcohólica, el porcentaje de rendimiento fue de 0.521 %, correspondiendo a la bromelina extraída con una actividad enzimática de 1452.48 GDU/10 mL.
- 11.2 La formulación y producción de los cosméticos cumplieron con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos establecidos.
- 11.3 La evaluación de los cosméticos fue por medio de una entrevista tipo Lickert no validada por lo que los resultados acerca de la función de los cosméticos son exploratorios.
- 11.3 La crema y el gel exfoliante mostraron mejoras en la piel de las voluntarias ya que las mismas refirieron tener mayor hidratación, luminosidad y suavidad en su piel.
- 11.4 La crema y el gel depilatorio mostraron efectos positivos siendo coadyuvantes de la depilación y retardando el crecimiento de los vellos, las voluntarias prefirieron utilizar ambos porque el tiempo entre depilación aumentó y además les proporciono suavidad a la piel.

12. RECOMENDACIONES

- 12.1 Extraer la bromelina utilizando el método de liofilización para obtener un mayor porcentaje de rendimiento.
- 12.2 Prolongar el tiempo de aplicación de la crema depilatoria para observar su efecto a largo plazo.
- 12.3 Disponer de un grupo control, para obtener resultados comparativos.
- 12.4 Utilizar los exfoliantes en otras partes del cuerpo.
- 12.5 Continuar con el desarrollo y mejora del producto para su comercialización.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, E. (2012). Evaluación de la actividad enzimática de la bromelina presente en el eje de inflorescencia del fruto deshidratado de piña (*Ananas comosus*). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Arriola, L. (2002). Metodologías de análisis de cosméticos. Laboratorio Nacional de Salud. Comunicación personal.
- Bartholomew, D. Paul, R. (2002) *The pineapple botany, production and uses*. Estados Unidos de América. 301p
- Barrett, A.. Woessner, F. et.al.(2004). *Handbook of Proteolytic Enzymes*, Volumen Reino Unido (Elsevier).
- Calderón, E. (2009). Depilación mecánica y técnicas complementarias. España.: Club Universitario
- Clavijo, D. et.al. Cinética de la bromelina obtenida a partir de la piña perolera (**Ananas Comosus sp**) de Lebrija-Santander. *Bistua:Revista de la Facultad de Ciencias Basicas*. 2012 .10 (2):41-49.
- Corral, M. (2004). Depilación. España: Editorial Videocinco. Disponible en: http://books.google.com.gt/books?id=TQspQAAACAAJ&dq=corral+depilaci%C3%B3n&hl=es&sa=X&ei=EDlaU_S5DMv1owHhtIHIBg&ved=oCCsQ6AEwAA
- Dalgo, V. (2012). Obtención de un concentrado con bromelina a partir de piña (**Ananas comosus sp**), y determinación de su actividad enzimática en sustratos proteínicos. Ecuador.
- Decker, M. (1989). *formas farmacéuticas de sistemas dispersos*, USA.
- Fersht, A. (1980). *Estructura y mecanismo de las enzimas*. España :Reverté.
- Feum. (1994). *Farmacopea de los estados unidos Mexicanos* 6ta ed. México.
- Gadet, M. (2005). *Secretos de la belleza natural*. España: Debolsillo.
- Gregory S. Kelly, N. (1996). *Bromelain: A Literature Review and Discussion of its Therapeutic Applications*. 1 (4), 243-245.

- Harris, D. C. (2003). *Quantitative chemical analysis*. San Francisco: W.H. Freeman.
- Hernández, M., Chávez, M. et.al. (2003) Nueva tecnología para la obtención de un preparado de bromelina de tallo de piña (*Ananas comosus*). *Biotecnología Aplicada*. 20 (3), 180-182.
- Koolman, J. (2004). *Bioquímica: textos y atlas*. España: Medica Panamericana.
- López, I. Díaz, J. (1996). La bromelina: una proteasa de interés comercial. 1 (2), 17-21.
- Martini M.(1998). *Dermatología y Cosmetología*. Volumen 3.
- Marini M. , et al. (2007) *Consenso sobre los procesos dermatológicos*. Argentina. 17-23.
- Melendez, M.J. (2010) *Hágase sus propios cosméticos*, España. Cap 58
- MERCOSUR. 1998. *Parámetros de Control Microbiológico para productos de Higiene Personal, Cosméticos y Perfumes*. Argentina 6 (51), 32-35.
- Montilla, I. (1997). *El cultivo de la piña en Venezuela*. Venezuela: Fona.
- Moore, W. (1990). *Cosmetología de Harry*. España: Díaz de Santos S,A.
- Palastanga, N. (2000). *Anatomía y movimiento humano. Estructura y funcionamiento*. España:Paidotribo
- Pérez, A., Carvajal, C. et.al. (2006). *Actividad proteolítica de extractos enzimáticos obtenidos de plantas de la familia Bromeliacea*. *Rev Cubana Plant Med* , 11(2)
- Piñeiro, E. (2009). *La bromelina de piña un nuevo complemento dietético*. Disponible en:<http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/tendencias/2009/07/16/186>
- Robayo, D. (2011). *Extracción, concentración y cuantificación de la actividad enzimática a partir de la piña*. Ecuador. 16-17.
- Salut, M. (2002) *Bromelina Sura Vitasan*, Barcelona , España. Disponible en: <http://amatusalud.es/producto/bromelina-2400-30-capsulas-sura-vitasan>
- Turnkey Taiwan Project Association (1983). *Proyectos preliminares para las plantas industriales*. *The Taiwan External Trade Development Council (TAITRA)*. Disponible en: <http://turnkey.taiwantrade.com.tw/default.asp>

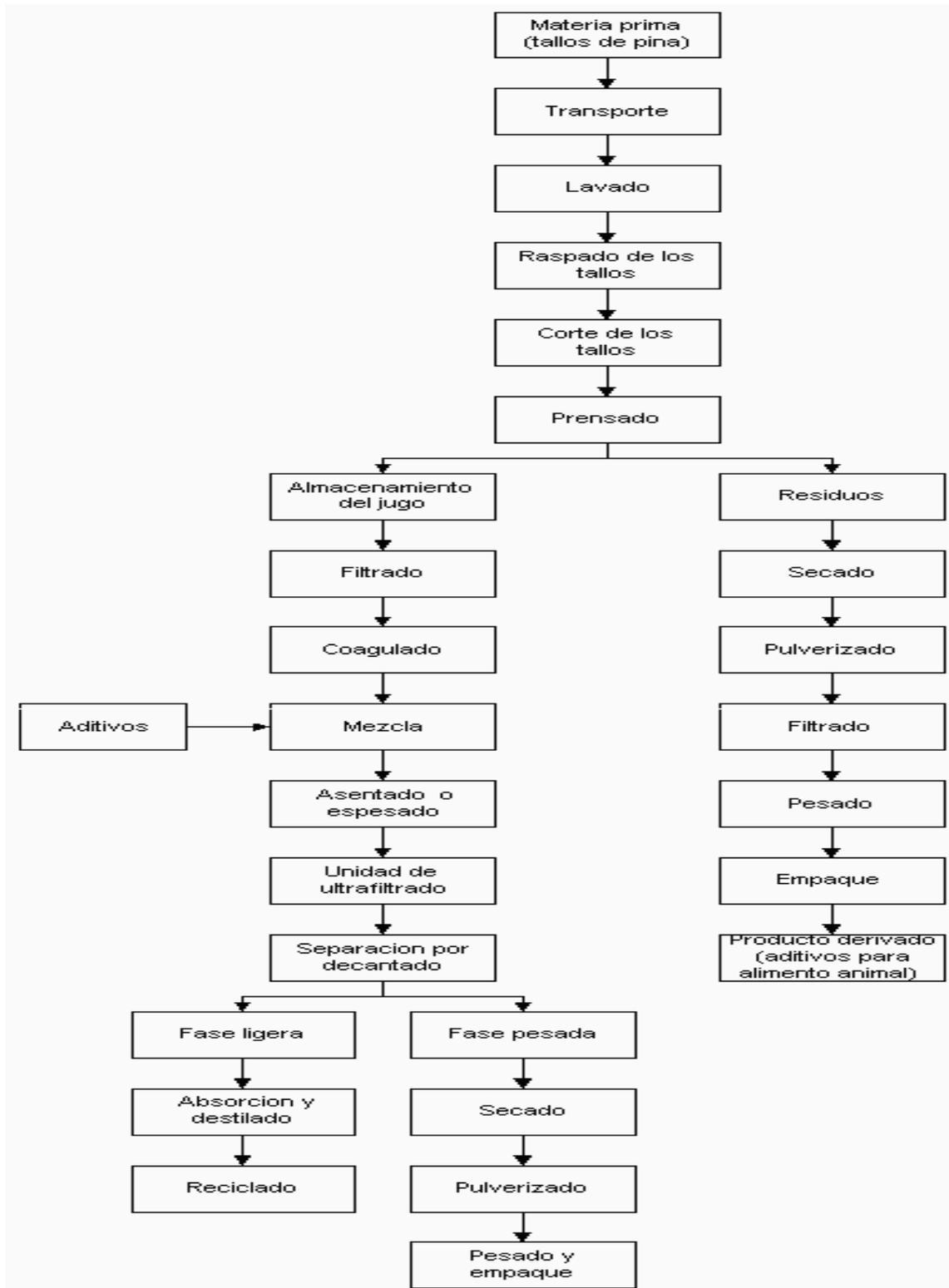
FDA, (1991). Food & Drug Administration. Center for Food Safety & Applied Nutrition. Microbiological Methods for Cosmetics. Chapter 23. Disponible en: www.USFDA.com

Wesley, J. (1983). La piña. Nicaragua: Bib. Orton IICA/CATIE.

Wilkinson, J.B. Moore, R.J. (1990) Cosmetología de Harry. España 57p, 159p.

14. ANEXOS

Anexo No. 1 Obtención de Bromelina a nivel industrial



(Turnkey, 1983)

Anexo No.2
CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA DEPILACIÓN
MEDIANTE 2 COSMÉTICOS A BASE DE BROMELINA DEL TALLO DE PIÑA

YO _____ con
DPI No. _____ Tel _____

1.- **AUTORIZO** a (Cecilia Choc y Mayté Carias), estudiantes seminaristas de la carrera de Química Farmacéutica, que me proporcionen 2 cosméticos : una crema y un gel depilatorio para realizarme voluntariamente el procedimiento de depilación en las siguientes áreas:
únicamente en extremidades inferiores y/o superiores.

2.-**CONFIRMO** que se me ha explicado detalladamente, el efecto y la naturaleza del procedimiento a realizar:

La depilación se realizarán con una crema y gel depilatorios naturales a base de un extracto del tallo de la piña, llamado bromelina la cual es una enzima proteolítica.

La enzima bromelina del tallo tiene un amplio espectro para la ruptura de proteínas, y dado que el vello consta de 28% de proteínas, en su mayor parte queratina, La crema y gel depilatorios disolverán el vello en lugar de cortarlo, de manera que el vello indeseado tardará más tiempo en reaparecer que con la cuchilla y no crecerá de punta.

La depilación es un proceso que se lleva a cabo para **eliminar el pelo** que recubre la **piel**.

-El objetivo de la depilación mediante una enzima degradadora de proteínas es comprobar la capacidad depilatoria de los productos fabricados en personas voluntarias.

- La periodicidad de las sesiones de depilación será de 1 vez por semana, mínimo. El cumplimiento de esta periodicidad es indispensable para la obtención de los resultados deseados.

-Antes de la depilación se hará una prueba sobre una pequeña área de la piel, para evaluar cualquier reacción alérgica y/o efecto adverso.

- la duración del efecto de la depilación mediante la crema y gel a base de la bromelina de la piña se espera que tenga una duración aproximada de 1 semana pudiendo ser variable de una persona a otra, influyendo en la reaparición del pelo factores hereditarios, hormonales (menopausia, embarazo, tratamiento hormonales, estrés, etc.)

-Al aplicar los productos cosméticos podría percibir alguna sensación de irritación y enrojecimiento, lo cual dependerá de que tan sensible sea su piel, que se esperaría que remitan en 24 a 48 horas o antes.

El producto deberá dejarse actuar por 15min, sin embargo, en algunas personas se necesitarán unos minutos más para un resultado óptimo no excediendo los 20 min.

- No existen estudios previos acerca del uso de la bromelina como agente depilatorio y/o exfoliante, sin embargo su uso es seguro y sin mayores efectos secundarios que los anteriormente citados dada la concentración a la que se encuentra en los productos proporcionados.

- No he omitido ningún dato de mi estado actual de salud que contraindique el procedimiento. Si en algún momento este estado actual se modificara, lo pondré en conocimiento de las seminaristas Mayté Carias y Cecilia Choc para que ellas tomasen las medidas oportunas.

- Los productos se proporcionarán gratuitamente, comprometiéndome a informar acerca de los resultados obtenidos tanto los esperados como los adversos (si hubiesen) mediante una encuesta.

- Han sido contestadas satisfactoriamente todas las preguntas que libremente he formulado acerca de todo el procedimiento, por lo que en conciencia firmo el presente consentimiento.

3.-OBSERVACIONES

Área a Depilar: _____

Razones de abandono: _____

Dado en la ciudad de Guatemala a los ____ días del mes de _____ del año ____.

Firma voluntario/a

Firma Seminaristas

Cecilia Choc

Mayté Carias

**CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA EXFOLIACIÓN
MEDIANTE 2 COSMÉTICOS A BASE DE BROMELINA DEL TALLO DE PIÑA**

YO _____ con
DPI No. _____ Tel _____

1.- **AUTORIZO** a (Cecilia Choc y Mayté Carias), estudiantes seminaristas de la carrera de Química Farmacéutica, que me proporcionen 2 cosméticos : una crema y un gel exfoliante para realizarme voluntariamente el procedimiento de exfoliación en las manos.

2.-**CONFIRMO** que se me ha explicado detalladamente, el efecto y la naturaleza del procedimiento a realizar:

La exfoliación se realizará con una crema y gel exfoliatorio naturales a base de un extracto del tallo de la piña, llamado bromelina la cual es una enzima proteolítica .

La enzima bromelina del tallo tiene un amplio espectro para la ruptura de proteínas, y dado que el vello consta de 28% de proteínas, en su mayor parte queratina.

-El objetivo de la exfoliación mediante una enzima degradadora de proteínas es remover las células muertas de la capa externa de la piel dejándola tersa, lo cual ayuda a generar nuevas células en la piel.

- La periodicidad de las sesiones de exfoliación de 3 veces por semana. El cumplimiento de esta periodicidad es indispensable para la obtención de los resultados deseados.

-Antes de la exfoliación se hará una prueba sobre una pequeña área de la piel, para evaluar cualquier reacción alérgica y/o efecto adverso.

-Al aplicar los productos cosméticos podría percibir alguna sensación de irritación y enrojecimiento, lo cual dependerá de que tan sensible sea su piel, que se esperaría que remitan en 24 a 48 horas o antes.

El producto deberá dejarse actuar por 5min, sin embargo, en algunas personas se necesitarán unos minutos más para un resultado óptimo no excediendo los 10 min.

- No existen estudios previos acerca del uso de la bromelina como agente depilatorio y/o exfoliante, sin embargo su uso es seguro y sin mayores efectos secundarios que los anteriormente citados dada la concentración a la que se encuentra en los productos proporcionados.

- No he omitido ningún dato de mi estado actual de salud que contraindique el procedimiento. Si en algún momento este estado actual se modificara, lo pondré en conocimiento de las seminaristas Mayté Carias y Cecilia Choc para que ellas tomasen las medidas oportunas.

- Los productos se proporcionarán gratuitamente, comprometiéndome a informar acerca de los resultados obtenidos tanto los esperados como los adversos (si hubiesen) mediante una encuesta.

- Han sido contestadas satisfactoriamente todas las preguntas que libremente he formulado acerca de todo el procedimiento, por lo que en conciencia firmo el presente consentimiento.

3.-OBSERVACIONES

Indicar en qué mano se aplicará el gel y la crema:

Mano Izquierda –

Mano Derecha --

Razones de abandono: _____

Dado en la ciudad de Guatemala a los ____ días del mes de _____ del año ____.

Firma voluntario/a

Firma Seminaristas

Cecilia Choc

Mayté Carias

Anexo No.3

Entrevista Crema Exfoliante

1. En cuanto a la apariencia de la crema exfoliante, usted considera que es:
Excelente (5) Muy Buena (4) Buena (3) Mala (2) Muy Mala (1)
2. Entre las características del color usted considera que es:
Excelente (5) Muy Buena (4) Buena (3) Mala (2) Muy Mala (1)
3. El aroma de la crema exfoliante lo calificaría como:
Excelente (5) Muy Buena (4) Buena (3) Mala (2) Muy Mala (1)
4. Al tacto la crema la consideraría :
Muy grasosa (5) Grasosa (4) Normal (3) Seca (2) Muy seca (1)
5. Después de la aplicación del exfoliante su piel se siente:
Muy tersa (5) Tersa (4) Igual (3) Seca (2) Muy seca (1)
6. La capacidad de exfoliación de la crema la consideraría:
Excelente (5) Muy Buena (4) Buena (3) Mala (2) Muy Mala (1)
7. En cuanto a la presentación del producto a usted le parece:
Excelente (5) Muy Buena (4) Buena (3) Mala (2) Muy Mala (1)
8. Consideraría que el producto cumple con las características requeridas para su compra:
Sí (5) No (1) ¿Por qué? _____

Puntuación Máxima : 40

Puntuación mínimo Aceptable :26

Anexo No.5

Entrevista Crema depilatoria

1. En cuanto a la apariencia de la crema depilatoria, usted considera que es:
Excelente (5) Muy Buena (4) Buena (3) Mala (2) Muy Mala (1)
2. Entre las características del color usted considera que es:
Excelente (5) Muy Buena (4) Buena (3) Mala (2) Muy Mala (1)
3. El aroma de la crema depilatoria lo calificaría como:
Excelente (5) Muy Buena (4) Buena (3) Mala (2) Muy Mala (1)
4. Al tacto la crema la consideraría :
Muy grasosa (5) Grasosa (4) Normal (3) Seca (2) Muy seca (1)
5. ¿ Que prefiere usar ?
Rasuradora o rasuradora + gel depilatorio rasuradora + gel depilatorio (5)
Rasuradora (1)
6. La capacidad depilatoria de la crema la consideraría:
Excelente (5) Muy Buena (4) Buena (3) Mala (2) Muy Mala (1)
7. La remoción de los vellos usted lo considera:
Total (5) Parcial (3) Nula (1)
8. Después la aplicación de la crema depilatoria su piel se siente:
Muy tersa (5) Tersa (4) Igual (3) Seca (2) Muy seca (1)
9. En cuanto a la presentación del producto a usted le parece:
Excelente (5) Muy Buena (4) Buena (3) Mala (2) Muy Mala (1)
10. Consideraría que el producto cumple con las características requeridas para su compra:
Sí (5) No(1) ¿Por qué? _____

Puntuación Máxima : 50

Puntuación mínimo Aceptable :34

Anexo No.6

Entrevista Gel depilatorio

1. En cuanto a la apariencia del Gel depilatorio, usted considera que es:
Excelente (5) Muy Buena (4) Buena (3) Mala (2) Muy Mala (1)
2. Entre las características del color usted considera que es:
Excelente (5) Muy Buena (4) Buena (3) Mala (2) Muy Mala (1)
3. El aroma del gel depilatorio lo calificaría como:
Excelente (5) Muy Buena (4) Buena (3) Mala (2) Muy Mala (1)
4. Al tacto el gel lo consideraría como :
 fluido / viscoso(5) seco/ rígido (1)
5. ¿ Que prefiere usar ?
Rasuradora o rasuradora + gel depilatorio rasuradora + gel depilatorio (5)
Rasuradora (1)
6. La capacidad de depilación del gel depilatorio la consideraría:
Excelente (5) Muy Buena (4) Buena (3) Mala (2) Muy Mala (1)
7. La remoción de los vellos usted lo considera:
 Total (5) Parcial (3) Nula (1)
8. Después la aplicación de la gel depilatoria su piel se siente:
Muy tersa (5) Tersa (4) Igual (3) Seca (2) Muy seca (1)
9. En cuanto a la presentación del producto a usted le parece:
Excelente (5) Muy Buena (4) Buena (3) Mala (2) Muy Mala (1)
10. Consideraría que el producto cumple con las características requeridas para su compra:
 Sí (5) No(1) ¿Por qué? _____
11. Entre los dos cosméticos cual consideraría mejor la crema depilatoria o el gel depilatorio ¿Por qué? _____

Puntuación Máxima : 50

Puntuación mínimo Aceptable :33

Anexo No.7 Frascos y etiquetas

Imagen No.3 Envase de crema exfoliante y depilatoria



Imagen No.4 Etiqueta de crema exfoliante

<p>Cont. Neto 25 gr.</p>	<p>Crema exfoliante</p>	<p>Producto Natural</p> <p>Extractos de Bromelina</p>	<p>MODO DE USO: Aplicar sobre las manos con suaves masajes. Luego retirar con abundante agua y listo!</p> <p>ADVERTENCIA: Sólo para uso externo. No aplicar sobre la piel irritada. Evitar el contacto con los ojos, si es así, enjuagar con abundante agua. Mantener fuera del alcance de los niños. Si observa alguna reacción desfavorable suspender su uso, en caso persista consultar al médico.</p> <p>INGREDIENTES: Ácido cítrico, Ácido esteárico, Agua Desmineralizada, Alcohol cetílico, Carbomelo, Metilparabeno, Propilparaben, Miristato de Isopropilo, Monoestereato de glicerilo, Trietanolamina, Vaselina Líquida, Alcohol etílico, Bromelina.</p>	<p>F/ 27/11/2013 V/ 03/2014</p> <p>Producto Centroamericano hecho en Guatemala por Laboratorios Line, S.A Vía 3, 5-56 zona 10, Ciudad de Guatemala, Guatemala.</p>
------------------------------	-------------------------	---	---	--

Imagen No.5 Etiqueta de crema depilatorio

<p>Cont. Neto 25 gr.</p>	<p>Crema Depiladora</p>	<p>Producto Natural</p> <p>Extractos de Bromelina</p>	<p>MODO DE USO: Aplicar sobre el área a depilar, dejar que el gel actúe por 15min. Una vez transcurrido el tiempo, con una rasuradora remover el gel y el vello. En caso necesario dejar actuar el gel SIN EXCEDER NUNCA LOS 20min. Enjuagar con abundante agua.</p> <p>ADVERTENCIA: Sólo para uso externo. No aplicar sobre la piel irritada. Evitar el contacto con los ojos, si es así, enjuagar con abundante agua. Mantener fuera del alcance de los niños. Si observa alguna reacción desfavorable suspender su uso, en caso persista consultar al médico.</p> <p>INGREDIENTES: Ácido cítrico, Ácido esteárico, Agua Desmineralizada, Alcohol cetílico, Carbomelo, Metilparabeno, Propilparaben, Miristato de Isopropilo, Monoestereato de glicerilo, Trietanolamina, Vaselina Líquida, Alcohol etílico, Bromelina.</p>	<p>F/ 27/11/2013 V/ 03/2014</p> <p>Producto Centroamericano hecho en Guatemala por Laboratorios Line, S.A Vía 3, 5-56 zona 10, Ciudad de Guatemala, Guatemala.</p>
------------------------------	-------------------------	---	--	--

Imagen No.6 Envase de gel exfoliante y depilatoria



Imagen No.7 Etiqueta de gel exfoliante

Imagen No.7 Etiqueta de gel depilatorio

 Gel Exfoliante	<p>MODO DE USO: Aplicar sobre los brazos con movimientos suaves. Luego retirar con abundante agua y jabón.</p> <p>ADVERTENCIA: Sólo para uso externo. No aplicar sobre la piel irritada. Evitar el contacto con los ojos, si es así, enjuagar con abundante agua. Mantener fuera del alcance de los niños. Si observa alguna reacción desfavorable suspender su uso, en caso persista consultar al médico.</p> <p>INGREDIENTES: Carbopoli, Trietanolamina, Propilparabeno, Metilparabeno, Alcohol, Bromelina, Agua Cap.</p> <p>F/ 27/11/2013 V/ 03/2014</p> <p>Producto Natural</p> <p>Extractos de Bromelina</p> <p style="text-align: center;">  </p> <p>Cont. Neto 25 gr.</p>
---	--

 Gel Exfoliante	<p>MODO DE USO: Aplicar sobre los brazos con movimientos suaves. Luego retirar con abundante agua y jabón.</p> <p>ADVERTENCIA: Sólo para uso externo. No aplicar sobre la piel irritada. Evitar el contacto con los ojos, si es así, enjuagar con abundante agua. Mantener fuera del alcance de los niños. Si observa alguna reacción desfavorable suspender su uso, en caso persista consultar al médico.</p> <p>INGREDIENTES: Carbopoli, Trietanolamina, Propilparabeno, Metilparabeno, Alcohol, Bromelina, Agua Cap.</p> <p>F/ 27/11/2013 V/ 03/2014</p> <p>Producto Natural</p> <p>Extractos de Bromelina</p> <p style="text-align: center;">  </p> <p>Cont. Neto 25 gr.</p>
--	---



Exfoliante

Comentarios y Observaciones:	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme

Comentarios y Observaciones:

Comentarios y Observaciones:	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10
	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme

Comentarios y Observaciones:

Comentarios y Observaciones:	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	Día 15
	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme

Comentarios y Observaciones:

Comentarios y Observaciones:	Día 16	Día 17	Día 18	Día 19	Día 20
	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme

Comentarios y Observaciones:

Comentarios y Observaciones:	Día 21	Día 22	Día 23	Día 24	Día 25
	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme

Comentarios y Observaciones:

Comentarios y Observaciones:	Día 26	Día 27	Día 28	Día 29	Día 30
	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme	<input type="checkbox"/> Crema Exfoliante Bromme <input type="checkbox"/> Gel Exfoliante Bromme

Comentarios y Observaciones:

Bibliografía

1. Godet M. (2005). Secretos de la belleza natural. España: DeBolsillo.
2. Marini M., et al. (2007) Consenso sobre los procesos dermatológicos. Argentina. 17-23.
3. Tausig S, Batkin S. (2007) Bromelain, the enzyme complex of pineapple (Ananas comosus) and its clinical application. 22:191-203.
4. <http://therapyepnet.com/nat/GetContent.asp?chunkid=124925>
5. <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/druginfo/natural/895.html>

Producto Centroamericano
hecho en Guatemala por
Laboratorio Line, S.A.
Vía 3, 5-56 zona 10

Ciudad de Guatemala
Guatemala

PBX. 2345-5500
laboratorioline@productos.com

¿Qué es bromelina?

BROMELINA:

La bromelina es una enzima que se encuentra en el jugo de piña y en el tallo de la piña.

Su principal uso comercial es como una ayuda digestiva para la gente que tiene problemas para digerir proteínas. Sin embargo, las enzimas proteolíticas también parecen reducir el dolor y la inflamación y también contiene sustancias químicas que interfieren con el crecimiento de las células.

Su actividad como enzima proteolítica, degrada proteínas eliminando así las células muertas de la piel. Debido a que el vello está compuesto de proteínas en su mayoría la bromelina debilita el vello desde la raíz.



¿En qué consiste la exfoliación?

La exfoliación contribuye a mejorar la capacidad de la piel para retener la hidratación. La piel resultará suave y luminosa, la tez más clara y radiante y las líneas no serán tan evidentes. Utilizándola con regularidad, le saldrán menos granos y manchas, al no estar los poros obstruidos por células cutáneas superficiales muertas.

Existen 3 tipos de exfoliación:

1. Mecánica:

Lleva incorporada una especie de arenilla que normalmente son compuestos naturales o pepitas de melocotón trituradas que ejercen una labor de arrastre. (Gadet, M, 2005)

2. Química:

Consiste en el uso de uno o varios agentes químicos para producir lisis de la epidermis o dermis, según la profundidad, y regeneración posterior con remodelación del colágeno. Los agentes químicos pueden ser: Fenol, Ácido tricloroacético, Alfa hidroxiácidos, Resorcina.

3. Enzimática:

Consiste en utilizar enzimas proteolíticas, como es en el caso de Bromme Crene y Bromme Gel, que en su fórmula tiene como principio Bromelina, enzima extraída de la piña.

MODO DE USO:

Aplicar sobre las manos con suaves masajes. Luego retirar con abundante agua y listo!

ADVERTENCIA:

Sólo para uso externo. No aplicar sobre la piel irritada. Evitar el contacto con los ojos, si es así, enjuagar con abundante agua. Mantener fuera del alcance de los niños. Si observa alguna reacción desfavorable suspender su uso, en caso persista consultar al médico.





Bromme
Crème & Gel

Depilador

Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5
<input type="checkbox"/> Crema Depiladora Bromme				
<input type="checkbox"/> Gel Depilador Bromme				

Comentarios y Observaciones:

Dia 6	Dia 7	Dia 8	Dia 9	Dia 10
<input type="checkbox"/> Crema Depiladora Bromme				
<input type="checkbox"/> Gel Depilador Bromme				

Comentarios y Observaciones:

Dia 11	Dia 12	Dia 13	Dia 14	Dia 15
<input type="checkbox"/> Crema Depiladora Bromme				
<input type="checkbox"/> Gel Depilador Bromme				

Comentarios y Observaciones:

Dia 16	Dia 17	Dia 18	Dia 19	Dia 20
<input type="checkbox"/> Crema Depiladora Bromme				
<input type="checkbox"/> Gel Depilador Bromme				

Comentarios y Observaciones:

Dia 21	Dia 22	Dia 23	Dia 24	Dia 25
<input type="checkbox"/> Crema Depiladora Bromme				
<input type="checkbox"/> Gel Depilador Bromme				

Comentarios y Observaciones:

Dia 26	Dia 27	Dia 28	Dia 29	Dia 30
<input type="checkbox"/> Crema Depiladora Bromme				
<input type="checkbox"/> Gel Depilador Bromme				

Comentarios y Observaciones:

Bibliografía

1. Codet M. (2005). Secretos de la belleza natural. España: Debolillo.
2. Marini M., et al. (2007) Consenso sobre los procesos dermatológicos. Argentina. 17-23.
3. Toussig SJ, Botkin S. (2007) Bromelain, the enzyme complex of pineapple (Ananas comosus) and its clinical application. 22:191-203.
4. <http://therapyepnet.com/nat/GetContent.asp?chunkid=124925>
5. <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/druginfo/natural/895.html>

Producto Centroamericano
hecho en Guatemala por
Laboratorio Line, S.A.
Vía 3, 5-56 zona 10
Ciudad de Guatemala
Guatemala
PBX. 2345-5500
laboratorioline@productos.com

¿Qué es bromelina?

BROMELINA:

La bromelina es una enzima que se encuentra en el jugo de piña y en el tallo de la piña.

Su principal uso comercial es como una ayuda digestiva para la gente que tiene problemas para digerir proteínas. Sin embargo, las enzimas proteolíticas también parecen reducir el dolor y la inflamación y también contiene sustancias químicas que interfieren con el crecimiento de las células.

Su actividad como enzima proteolítica, degrada proteínas eliminando así las células muertas de la piel. Debido a que el vello está compuesto de proteínas en su mayoría la bromelina debilita el vello desde la raíz.



¿En qué consiste la depilación?

La depilación es un proceso que se lleva a cabo para eliminar el pelo que recubre la piel. Lo habitual es que se desarrolle sobre ciertas regiones corporales que, por motivos estéticos, sociales o higiénicos, se prefieren mantener sin vello.

Formas de depilación

Maquina con hojas (rasuradora): El vello no se arranca de raíz, se corta a ras de piel. Existen maquinillas que llevan incorporadas una banda de aloe vera, para hidratar y evitar irritaciones.

Depilatorios químicos: Su efecto es como el de la maquinilla, rasura el vello de la superficie de la piel pero aplicando un producto químico sobre la piel. Ej: Tioglicolato de potasio.

Maquinillas Eléctricas de Arranque: la maquina pinza el vello u lo arranca de raíz.

Ceras: Este procedimiento se realiza con cera caliente, se extiende por la zona a depilar arrancándola cuando este seca. Eliminando el vello de raíz.

Láser: consiste en quemar el folículo del pelo a través de la luz que emite el láser. Se aplica directamente sobre el pelo en fase de crecimiento.

MODO DE USO:

Aplicar sobre el área a depilar, dejar que el gel actúe por 1.5min. Una vez transcurrido el tiempo, con una rasuradora remover el gel y el vello. En caso necesario dejar actuar el gel SIN EXCEDER NUNCA LOS 20min. Enjuagar con abundante agua.

ADVERTENCIA:

Solo para uso externo. No aplicar sobre la piel irritada. Evitar el contacto con los ojos, si es así, enjuagar con abundante agua. Mantener fuera del alcance de los niños. Si observa alguna reacción desfavorable suspender su uso, en caso persista consultar al médico.



Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Laboratorio de Análisis Físicoquímicos
y Microbiológicos LAFYM

1

Informe de Resultados de Análisis Microbiológico en Cosméticos

No. de ingreso:	280	No. De muestra: 1 (una)
Dirigido a:	Mayte Carillas	Ingreso: 28/02/14
Nombre del producto:	GEL EXFOLIANTE	Inicio de análisis: 03/03/14
Presentación:	Envase comercial	Reporte final: 14/03/14
Lote:	Sin número de lote	

Análisis	Resultado	Dimensional	RTCA 71.03.45:07
Recuento total de Mesófilos aerobios	1.0×10^2 UFC/g	UFC/g (Agar Lethen modificado, 48 horas/32.5 ± 2.5°C)	$\leq 10^3$
Recuento de Mohos y Levaduras	< 10 UFC/g	UFC/g (Caldo y Agar Saboraud dextrosa, 7 días/22.5 ± 2.5°C)	≤ 10
Recuento Coliformes Totales	< 10 UFC/g	UFC/g Caldo Lethen modificado, Agar VRB 35°C y 48 horas incubación)	NPL
Recuento de Coliformes Fecales	< 10 UFC/g	UFC/mL Caldo Lethen modificado Agar VRB, 44°C y 48 horas incubación)	NPL
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Sin dimensionales (Caldo Lactosado, Agar McK, 4 días/32.5 ± 2.5°C)	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Sin dimensionales (Caldo Tripticasa soya, Agar VJ, 4 días/32.5 ± 2.5°C)	Ausencia
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausencia	Sin dimensionales (Caldo Tripticasa soya Agar Cetrimida, 4 días/32.5 ± 2.5°C)	Ausencia

CONCLUSIÓN:

La muestra recibida y analizada en el laboratorio, satisface los criterios microbiológicos.

*Métodos de Referencia: Pharmacopea USP, año 2,007

Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano

*Prohibida la parcial o total reproducción por el cliente u otra persona, sin la debida autorización escrita por parte del laboratorio LAFYM

*Estos informe pertenecen única y exclusivamente a la persona que los genera, como fue recibida en el laboratorio.



3ª. Calle 6-47 zona 1 C. A.
TeleFax: 33554119
lafymusac@intelnit.com

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Laboratorio de Análisis Físicoquímicos
y Microbiológicos LAFYM

2

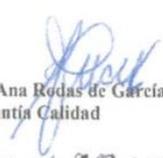
Informe de Resultados de Análisis Microbiológico en Cosméticos

I. Nomenclatura utilizada:

UFC/g	Unidades Formadoras de Colonia por gramo	McK	Agar Mac Conkey
PCA	Plate Count Agar	BPLS	Agar Bilis Lactosa Sacarosa
PDA	Agar Papa Dextrosa	VJ	Agar Vogel Johnson
NPL	No presenta límites		


Omar Sermeño, QB
Analista




Lic. Ana Rodas de García, QB
Garantía Calidad

Linda Ana R. Rodas de García
Calle 6-47 zona 1
Ced. 2323

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Laboratorio de Análisis Físicoquímicos
y Microbiológicos LAFYM

1

Informe de Resultados de Análisis Microbiológico en Cosméticos

No. de ingreso:	282	No. De muestra: 1 (una)
Dirigido a:	Mayte Carillas	Ingreso: 28/02/14 Inicio de análisis: 03/03/14
Nombre del producto:	CREMA EXFOLIANTE	Reporte final: 14/03/14
Presentación:	Envase comercial	
Lote:	Sin número de lote	

Análisis	Resultado	Dimensional	RTCA 71.03.45:07
Recuento total de Mesófilos aerobios	6.0×10^2 UFC/g	UFC/g (Agar Lethen modificado, 48 horas/ $32.5 \pm 2.5^\circ\text{C}$)	$\leq 10^3$
Recuento de Mohos y Levaduras	< 10 UFC/g	UFC/g (Caldo y Agar Saboraud dextrosa, 7 días/ $22.5 \pm 2.5^\circ\text{C}$)	$\leq 10^2$
Recuento Coliformes Totales	< 10 UFC/g	UFC/g Caldo Lethen modificado, Agar VRB 35°C y 48 horas incubación)	NPL
Recuento de Coliformes Fecales	< 10 UFC/g	UFC/mL Caldo Lethen modificado Agar VRB, 44°C y 48 horas incubación)	NPL
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Sin dimensionales (Caldo Lactosado, Agar McK, 4 días/ $32.5 \pm 2.5^\circ\text{C}$)	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Sin dimensionales (Caldo Trypticosa soya, Agar VJ, 4 días/ $32.5 \pm 2.5^\circ\text{C}$)	Ausencia
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausencia	Sin dimensionales (Caldo Trypticosa soya Agar Cetrimida, 4 días/ $32.5 \pm 2.5^\circ\text{C}$)	Ausencia

CONCLUSIÓN:

La muestra recibida y analizada en el laboratorio, satisface los criterios microbiológicos.

*Métodos de Referencia: Pharmacopea USP, año 2,007

Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano

*Prohibida la parcial o total reproducción por el cliente u otra persona, sin la debida autorización escrita por parte del laboratorio LAFYM

*Este informe pertenece única y exclusivamente a la muestra descrita, tal y como fue recibida en el laboratorio.

3^o Calle 6-47 zona 1
TeleFax: 22531319
lafymusac@intelnnet.com



Universidad de San Carlos de
Guatemala



2

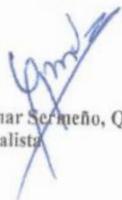
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Laboratorio de Análisis Físicoquímicos
y Microbiológicos LAFYM

Informe de Resultados de Análisis Microbiológico en Cosméticos

I. Nomenclatura utilizada:

UFC/g	Unidades Formadoras de Colonia por gramo	McK	Agar Mac Conkey
PCA	Plate Count Agar	BPLS	Agar Bilis Lactosa Sacarosa
PDA	Agar Papa Dextrosa	VJ	Agar Vogel Johnson
NPL	No presenta límites		


Omar Sermeño, QB
Analista




Lic. Ana Rodas de Garza, QB
Garantía Calidad

Patricia Ana E. Rosales Garza
Militar 2100 Gu.
Cód. 2323

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Laboratorio de Análisis Físicoquímicos
y Microbiológicos LAFYM

1

Informe de Resultados de Análisis Microbiológico en Cosméticos

No. de ingreso:	283	No. De muestra: 1 (una)
Dirigido a:	Mayte Carillas	Ingreso: 28/02/14 Inicio de análisis: 03/03/14
Nombre del producto:	CREMA DEPILADORA	Reporte final: 14/03/14
Presentación:	Envase comercial	
Lote:	Sin número de lote	

Análisis	Resultado	Dimensional	RTCA 71.03.45:07
Recuento total de Mesófilos aerobios	8.0×10^6 UFC/g	UFC/g (Agar Lethen modificado, 48 horas/ $32.5 \pm 2.5^\circ\text{C}$)	$\leq 10^3$
Recuento de Mohos y Levaduras	< 10 UFC/g	UFC/g (Caldo y Agar Saboraud dextrosa, 7 días/ $22.5 \pm 2.5^\circ\text{C}$)	$\leq 10^2$
Recuento Coliformes Totales	< 10 UFC/g	UFC/g Caldo Lethen modificado, Agar VRB 35°C y 48 horas incubación)	NPL
Recuento de Coliformes Fecales	< 10 UFC/g	UFC/mL Caldo Lethen modificado Agar VRB, 44°C y 48 horas incubación)	NPL
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Sin dimensionales (Caldo Lactosado, Agar McK, 4 días/ $32.5 \pm 2.5^\circ\text{C}$)	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Sin dimensionales (Caldo Trypticasa soya, Agar VJ, 4 días/ $32.5 \pm 2.5^\circ\text{C}$)	Ausencia
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausencia	Sin dimensionales (Caldo Trypticasa soya Agar Cetrimida, 4 días/ $32.5 \pm 2.5^\circ\text{C}$)	Ausencia

CONCLUSIÓN:

La muestra recibida y analizada en el laboratorio, satisface los criterios microbiológicos.

*Métodos de Referencia: Pharmacopea USP, año 2,007

Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano

*Prohibida la parcial o total reproducción por el cliente u otra persona, sin la debida autorización escrita por parte del laboratorio LAFYM

*Estos informe pertenecen única y exclusivamente a la muestra descrita, tal y como fue recibida en el laboratorio.

3ª. Calle 6-47 zona 1
TeleFax: 22531319
lafymusac@intelnet.com



Universidad de San Carlos de Guatemala



Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos LAFYM

Informe de Resultados de Análisis Microbiológico en Cosméticos

I. Nomenclatura utilizada:

UFC/g	Unidades Formadoras de Colonia por gramo	McK	Agar Mac Conkey
PCA	Plate Count Agar	BPLS	Agar Bilis Lactosa Sacarosa
PDA	Agar Papa Dextrosa	VJ	Agar Vogel Johnson
NPL	No presenta límites		


 Omar Sermeño, QB
 Analista




 Lic. Ana Rodas de Garreta, QB
 Garantía Calidad

Linda Ana E. Pineda de Garreta
 Lic. Ana E. Pineda de Garreta
 Col. 2323



Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Laboratorio de Análisis Físicoquímicos
y Microbiológicos LAFYM

1

Informe de Resultados de Análisis Microbiológico en Cosméticos

No. de ingreso:	281	No. De muestra: 1 (una)
Dirigido a:	Mayte Carillas	Ingreso: 28/02/14 Inicio de análisis: 03/03/14
Nombre del producto:	GEL DEPILADOR	Reporte final: 14/03/14
Presentación:	Envase comercial	
Lote:	Sin número de lote	

Análisis	Resultado	Dimensional	RTCA 71.03.45:07
Recuento total de Mesófilos aerobios	< 10 UFC/g	UFC/g (Agar Lethen modificado, 48 horas/32.5 ± 2.5°C)	≤ 10 ³
Recuento de Mohos y Levaduras	< 10 UFC/g	UFC/g (Caldo y Agar Saboraud dextrosa, 7 días/22.5 ± 2.5°C)	≤ 10 ²
Recuento Coliformes Totales	< 10 UFC/g	UFC/g Caldo Lethen modificado, Agar VRB 35°C y 48 horas incubación)	NPL
Recuento de Coliformes Fecales	< 10 UFC/g	UFC/mL Caldo Lethen modificado Agar VRB, 44°C y 48 horas incubación)	NPL
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Sin dimensionales (Caldo Lactosado, Agar McK, 4 días/32.5 ± 2.5°C)	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Sin dimensionales (Caldo Tripticasa soya, Agar VJ, 4 días/32.5 ± 2.5°C)	Ausencia
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausencia	Sin dimensionales (Caldo Tripticasa soya Agar Cetrinida, 4 días/32.5 ± 2.5°C)	Ausencia

CONCLUSIÓN:

La muestra recibida y analizada en el laboratorio, satisface los criterios microbiológicos.

*Métodos de Referencia: Pharmacopea USP, año 2,007

Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano

*Prohibida la parcial o total reproducción por el cliente u otra persona, sin la debida autorización escrita por parte del laboratorio LAFYM

*Estos informe pertenecen única y exclusivamente a la muestra descrita, tal y como fue recibida en el laboratorio.

3ª. Calle 6-47 zona 1
TeleFax: 22531319
lafymusac@intelnnett.com



Universidad de San Carlos de Guatemala



Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos LAFYM

Informe de Resultados de Análisis Microbiológico en Cosméticos

1. Nomenclatura utilizada:

UFC/g	Unidades Formadoras de Colonia por gramo	McK	Agar Mac Conkey
PCA	Plate Count Agar	BPLS	Agar Bilis Lactosa Sacarosa
PDA	Agar Papa Dextrosa	VJ	Agar Vogel Johnson
NPL	No presenta límites		


 Omar Serrano, QB
 Analista



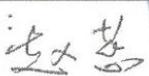

 Lic. Ana Rodas de García, QB
 Garantía Calidad

Linda Ana E. Pineda de Pineda
 Lic. Ana E. Pineda de Pineda
 C. A. 2023

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Product Name:	BROMELAIN	Standard	2500GDU/g
Origin	China	Part Plant:	PINEAPPLE
Batch No.	13021708	Manufacturer Date:	17. Feb, 2013
ITEMS OF ANALYSIS		SPECIFICATIONS	RESULTS
Appearance		Yellow Powder	Conform
Odor		Characteristic smell of Pineapple	Conform
Activity of enzyme		2500GDU/g min	2510GDU/g
Loss on drying		≤8.0%	3.80%
Heavy metals (as Pb)		≤2.0mg/kg	<2.0mg/kg
Heavy metals (as As)		≤2.0mg/kg	<2.0mg/kg
Microbiology			
Total Plate Count		<5,000cfu/g	4800 cfu/g
E.Coli		<30cfu/g	<3cfu/g
Salmonella		None detected in 10g	Absent
Yeast and Mould		NMT 50 cfu/g	<10 cfu/g
Storage		Stored Humidity Protected(Rh Less Than 60) At Temperature Below 4°C	
Shelf Life		2 Year when Properly Stored	

Authorized by :



Checked by :



Analyst by

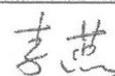
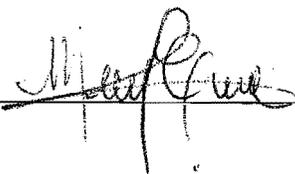

Date: 19th, Feb, 2013

Tabla No.14.1 Curva de calibración Bromelina Comercial 2500GDU/g

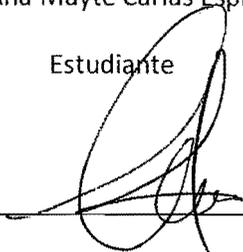
Gramos de Bromelina Comercial		Actividad enzimática en GDU* de Bromelina comercial		Peso de papel filtro		Peso de papel filtro seco		Gramos de caseína precipitado	
0.0312	g	78.125	GDU	0.52	g	0.55536	g	0.03536	g
0.0317	g	78.125	GDU	0.51	g	0.54934	g	0.03934	g
0.0313	g	78.125	GDU	0.51	g	0.54443	g	0.03443	g
0.0624	g	156.25	GDU	0.5	g	0.5906	g	0.0906	g
0.0623	g	156.25	GDU	0.52	g	0.5591	g	0.0391	g
0.0625	g	156.25	GDU	0.49	g	0.5405	g	0.0505	g
0.125	g	312.5	GDU	0.5	g	0.5822	g	0.0822	g
0.124	g	312.5	GDU	0.51	g	0.5805	g	0.0705	g
0.125	g	312.5	GDU	0.49	g	0.6401	g	0.1501	g
0.2531	g	625	GDU	0.5	g	0.6825	g	0.1825	g
0.252	g	625	GDU	0.52	g	0.6955	g	0.1755	g
0.2501	g	625	GDU	0.5	g	0.6676	g	0.1676	g
0.5001	g	1250	GDU	0.5	g	0.7758	g	0.2758	g
0.5021	g	1250	GDU	0.51	g	0.7638	g	0.2538	g
0.504	g	1250	GDU	0.52	g	0.8102	g	0.2902	g
1.002	g	2500	GDU	0.59	g	1.0607	g	0.4707	g
1.023	g	2500	GDU	0.52	g	1.0475	g	0.5275	g
1.004	g	2500	GDU	0.49	g	0.9709	g	0.4809	g
1.5	g	3750	GDU	0.51	g	1.1677	g	0.6577	g
1.502	g	3750	GDU	0.5	g	1.2732	g	0.7732	g
1.5	g	3750	GDU	0.51	g	1.2443	g	0.7343	g

Fuente: Datos experimentales



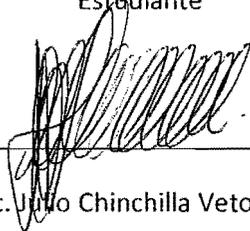
Br. Ana Mayté Carias Espina

Estudiante



Br. Cecilia Maria Fernanda Choc Pacheco

Estudiante



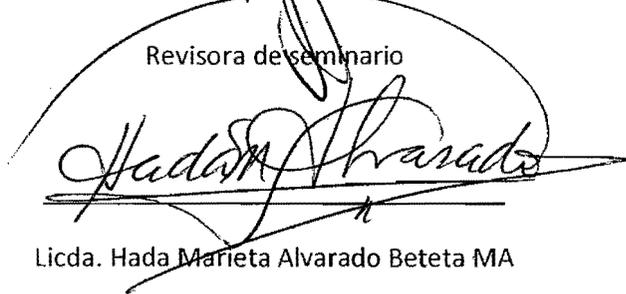
Lic. Julio Chinchilla Vitorazzi

Asesor de Seminario



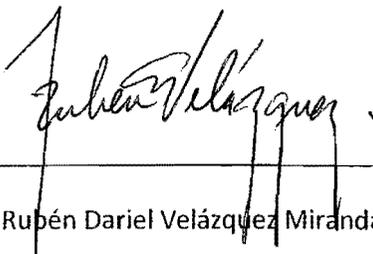
Licda. Julia Amparo García Bolaños

Revisora de seminario



Licda. Hada Marieta Alvarado Beteta MA

Directora de Escuela de Química Farmacéutica



Dr. Rubén Daríel Velázquez Miranda