



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTISPONGE DE LOS MUCÍLAGOS DE
Opuntia ficus, *Aloe vera* Y LAS SAPONINAS DE *Agave americana* EN UN
SHAMPOO EN PERSONAS CON CABELLO ESPONJADO”**

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

PRESENTADO POR

JUAN GABRIEL MACHADO INCA

RIOBAMBA – ECUADOR

2013

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos por sus oraciones y ayuda incondicional. A mis amigos y a todos quienes de alguna manera contribuyeron para la realización del presente trabajo de tesis.

AGRADECIMIENTO

A Dios, mi Padre por darme la oportunidad de poder vivir para cumplir esta meta, mi completa gratitud a Él por la fuerza y la valentía que me ha otorgado para afrontar los retos de esta vida.

A mi padre, por su amor, cariño e inspiración durante toda mi vida.

A mi madre, que a pesar de no estar presente físicamente la llevo en todo momento dentro de mi corazón, gracias mamita por contribuir extraordinariamente en mi formación como persona y como hijo tuyo, TE AMO.

A mis hermanos por su ayuda, sus oraciones y su amor en todo tiempo.

A Jessy el amor de mi vida, por sus palabras continuas de ánimo en medio de las dificultades.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por contribuir con cada uno de los conocimientos obtenidos durante este tiempo de estudio.

Al B.Q.F Víctor Guangasig, gracias por compartir sus conocimientos y brindarme su asistencia durante todo este tiempo

A la Dra. Cumandá Jativa, por su infinita paciencia y apoyo desinteresado durante la realización de la presente Tesis, le estoy agradecido enormemente por ser parte de este paso importante en mi vida profesional.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal de Tesis certifica que: El trabajo de investigación: “EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTISPONGE DE LOS MUCÍLAGOS DE *Opuntia ficus*, *Aloe vera* Y LAS SAPONINAS DE *Agave americana* EN UN SHAMPOO EN PERSONAS CON CABELLO ESPONJADO”, de responsabilidad del señor egresado Juan Gabriel Machado Inca, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dr. Silvio Álvarez DECANO FAC. CIENCIAS	_____	_____
Dr. Iván Ramos DIRECTOR ESCUELA BIOQUÍMICA Y FARMACIA	_____	_____
Dra. Cumandá Játiva DIRECTORA DE TESIS	_____	_____
B.Q.F. Víctor Guangasig MIEMBRO DE TRIBUNAL	_____	_____
Tc. Carlos Rodríguez DIRECTOR CENTRO DE DOCUMENTACIÓN	_____	_____
NOTA DE TESIS ESCRITA	_____	

Yo, Juan Gabriel Machado Inca, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis; y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado, pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

JUAN GABRIEL MACHADO INCA

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

mL	Mililitros
L	Litros
g	Gramo
Kg	Kilogramo
°C	Grados Celsius
v	Volumen
rpm	Revoluciones por minuto
g/L	Gramos por litro
CMC	Carboxi metil celulosa
cm	Centímetros
UFC	Unidades Formadoras de Colonias
UFC/g	Unidades Formadoras de Colonias por gramo
cP	Centipois
g/mL	Gramos por mililitro

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

ÍNDICE DE ANEXOS

1.	MARCO TEÓRICO	1
1.1.	El Pelo	1
1.2.	Estructura del pelo.....	1
1.2.1.	Tallo del pelo.....	2
1.2.2.	Folículo piloso.....	2
1.3.	Composición química del pelo	4
1.4.	Color del pelo	4
1.5.	Cabello esponjado	5
1.6.	Desarrollo de productos para el cuidado del cabello.....	6
1.6.1.	Shampoos y acondicionadores	8
1.6.1.1.	Tipos de shampoo.....	9
1.6.1.2.	Características de un Shampoo.....	10
1.6.1.3.	Materias Primas del Shampoo	12
1.6.1.4.	Ingredientes Comunes del Shampoo Antisponge.....	12
1.6.1.5.	Ingredientes Comunes del Acondicionador Antisponge	12
1.6.1.6.	Carboximetilcelulosa sódica (CMC).....	13
1.7.	Tuna (<i>Opuntia ficus</i>)	14
1.7.1.	Sinonimia científica.....	14
1.7.2.	Sinonimia hispánica	14
1.7.3.	Clasificación científica	14
1.7.4.	Descripción botánica	15

1.7.5.	Usos y propiedades.....	15
1.7.5.1.	Uso Interno	16
1.7.5.2.	Uso Externo.....	16
1.7.5.3.	Otros Usos	16
1.7.6.	Composición química del mucílago de tuna	17
1.8.	Sábila (<i>Aloe vera</i>).....	17
1.8.1.	Sinonimia científica.....	18
1.8.2.	Sinonimia hispánica	18
1.8.3.	Clasificación científica	18
1.8.4.	Descripción botánica	19
1.8.5.	Usos y propiedades.....	19
1.8.6.	Precauciones	21
1.8.7.	Composición química del mucílago de sábila.....	21
1.9.	Cabuya (<i>Agave americana</i>).....	22
1.9.1.	Sinonimia hispánica.....	22
1.9.2.	Clasificación científica	22
1.9.3.	Descripción botánica	23
1.9.4.	Usos y propiedades.....	24
1.9.4.1.	Uso Interno	24
1.9.4.2.	Uso Externo.....	24
1.9.5.	Composición química.....	24
2.	PARTE EXPERIMENTAL	25
2.1.	Lugar y pruebas de ensayo	25
2.2.	Factores de estudio	25
2.3.	Materiales, equipos y reactivos	25
2.3.1.	Material biológico y vegetal.....	25
2.3.2.	Equipos.....	26
2.3.3.	Materiales de laboratorio.....	26
2.3.4.	Reactivos	26
2.4.	Técnicas.....	27
2.4.1.	Obtención del mucílago de tuna (<i>Opuntia ficus</i>) y sábila (<i>Aloe vera</i>)	27

2.4.2.	Obtención de las saponinas de cabuya (<i>Agave americana</i>)	28
2.4.3.	Elaboración del shampoo con mucílagos de tuna, sábila y saponinas de cabuya.....	29
2.5.	Control de calidad del shampoo	32
2.5.1.	Determinación de la propiedades organolépticas del shampoo de tuna, sábila, cabuya y del shampoo comercial anua antisponge	32
2.5.1.1.	Color.....	32
2.5.1.2.	Olor.....	32
2.5.1.3.	Apariencia	32
2.5.2.	Determinación de la propiedades físicas del shampoo de tuna, sábila, cabuya y del shampoo comercial anua antisponge	32
2.5.2.1.	Densidad relativa.....	32
2.5.2.2.	Determinación de pH.....	33
2.5.2.3.	Viscosidad	34
2.6.	Análisis microbiológico del shampoo elaborado	35
2.6.1.	Aerobios mesófilos.....	35
2.6.2.	Coliformes totales y <i>E. coli</i>	36
2.6.2.1.	Coliformes Totales	36
2.6.2.2.	<i>E. coli</i>	37
2.7.	Estudio de estabilidad natural del shampoo elaborado	38
2.7.1.	Parámetros de calidad físicos	38
2.8.	Metodología.....	39
2.8.1.	Fase de campo	39
2.8.2.	Fase de laboratorio	39
2.8.3.	Evaluación del Efecto Antisponge	40
2.9.	Tipo de Diseño Experimental.....	42
2.9.1.	Diseño Completo al Azar	42
2.10.	Análisis Estadístico	44
2.10.1.	Análisis de Varianza.....	45
2.10.2.	Análisis de Regresión.....	45
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46

3.1.	Características de los mucílagos deshidratados de tuna (<i>Opuntia ficus</i>), Sábila (<i>Aloe vera</i>) y las saponinas de cabuya (<i>Agave americana</i>).....	46
3.2.	Características organolépticas del shampoo de tuna (<i>Opuntia ficus</i>), Sábila (<i>Aloe vera</i>), cabuya (<i>Agave americana</i>) y del shampoo comercial Anua Antisponge.....	47
3.3.	Propiedades físicas del shampoo de tuna (<i>Opuntia ficus</i>), Sábila (<i>Aloe vera</i>), cabuya (<i>Agave americana</i>) y del shampoo comercial Anua Antisponge.....	48
3.4.	Análisis Microbiológico del shampoo de tuna (<i>Opuntia ficus</i>), Sábila (<i>Aloe vera</i>) y cabuya (<i>Agave americana</i>)	49
3.5.	Estabilidad Natural del shampoo elaborado	50
3.6.	Evaluación del Efecto Antisponge del shampoo de sábila, tuna, cabuya y del shampoo comercial anua antisponge en personas con cabello esponjado.....	51
3.7.	Variación del porcentaje de reducción del esponjamiento del cabello por aplicación en cada tratamiento	53
3.8.	Análisis de varianza de la actividad antisponge de los shampoos de sábila, tuna, cabuya y del shampoo comercial anua en personas con cabello esponjado.....	55
3.9.	Análisis de regresión del efecto del shampoo vs. el número de aplicaciones	56
4.	CONCLUSIONES	59
5.	RECOMENDACIONES	62
6.	RESUMEN	63
7.	BIBLIOGRAFÍA	65
8.	ANEXOS	72

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No. 1	Clasificación científica de la tuna (<i>Opuntia ficus</i>)	15
CUADRO No. 2	Clasificación científica de la sábila (<i>Aloe vera</i>).....	18
CUADRO No. 3	Clasificación científica de la cabuya (<i>Agave americana</i>)	23
CUADRO No. 4	Esquema de los datos obtenidos en la aplicación de los tratamientos	41
CUADRO No. 5	Tabla anova	43
CUADRO No. 6	Códigos de los tratamientos realizados. shampoo de tuna, shampoo de sábila y shampoo de cabuya a un intervalo de tiempo.	44
CUADRO No. 7	Características de los mucílagos deshidratados de tuna, sábila y las saponinas de cabuya.....	46
CUADRO No. 8	Análisis organoléptico del shampoo de tuna, sábila, cabuya y del shampoo comercial anua antisponge	47
CUADRO No. 9	Características físicas del shampoo de tuna, sábila, cabuya y del shampoo comercial anua antisponge	48
CUADRO No. 10	Resultados del análisis microbiológico del shampoo de tuna, sábila y cabuya.	49
CUADRO No. 11	Resultados de la Estabilidad de los shampoos a Condiciones Normales 30° C + /- 2 Y 70% H.R +/-5. Riobamba. Noviembre 2012	50
CUADRO No. 12	Características del cabello y medidas del esponjamiento real de las pacientes.....	52
CUADRO No. 13	Datos promedios de la Evaluación del Efecto Antisponge del shampoo de sábila, tuna, cabuya y del shampoo comercial anua antisponge por paciente. Riobamba. Noviembre del 2012.....	52
CUADRO No. 14	Variación del porcentaje de reducción del esponjamiento del cabello por aplicación en cada tratamiento.	54

CUADRO No. 15	Análisis de Varianza del Porcentaje de Reducción del Esponjamiento del cabello entre los tratamientos con shampoo de sábila, tuna, cabuya y el shampoo comercial anua antisponge....	55
CUADRO No. 16	Porcentajes de Reducción del Esponjamiento del cabello pronosticados mediante el uso de la ecuación de regresión	57

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO No. 1	Reducción Promedio de Esponjamiento del cabello de los pacientes en cada tratamiento. Riobamba Diciembre 2012.....	53
GRÁFICO No. 2	Variación del porcentaje de reducción del esponjamiento del cabello por aplicación en cada tratamiento....	54
GRÁFICO No. 3	Zona de aceptación y rechazo de la hipótesis nula.....	55
GRÁFICO No. 4	Análisis de regresión del efecto de los diferentes tipos de shampoo utilizados con relación al número de aplicaciones.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA No. 1	Estructura del pelo.....	3
FIGURA No. 2	Estructura del tallo del pelo.....	3

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA No. 1	Cabello esponjado	5
FOTOGRAFÍA No. 2	Tuna (<i>Opuntia ficus</i>)	14
FOTOGRAFÍA No. 3	Sábila (<i>Aloe vera</i>).....	17
FOTOGRAFÍA No. 4	Cabuya (<i>Agave americana</i>).....	22
FOTOGRAFÍA No. 5	Cabuya (<i>Agave americana</i>) en floración	23

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO No. 1	Preparación de los diferentes tipos de shampoo	72
ANEXO No. 2	Análisis de las propiedades físicas del shampoo.....	73
ANEXO No. 3	Estudio microbiológico del shampoo.....	75
ANEXO No. 4	Resultados obtenidos por la aplicación de los shampoos en las pacientes	80
ANEXO No. 5	Valores originales de las mediciones del cabello de las pacientes en los diferentes tratamientos aplicados	82
ANEXO No. 6	Valores del esponjamiento real del cabello de las pacientes en los diferentes tratamientos aplicados	84
ANEXO No. 7	Valores del esponjamiento del cabello de las pacientes al final de los diferentes tratamientos aplicados	86

INTRODUCCIÓN

El cuidado personal es una de las actividades primordiales que todo individuo debe realizar con absoluta obligación, pues este aspecto de su personalidad requiere de una constante dedicación en pos de una mejor calidad de vida, parte de ese cuidado personal se enfoca en el cabello.

El cabello lleva en sí los más variados símbolos a lo largo de la historia. Diferenciaba a los hombres libres de los esclavos, fue objeto de culto y es destacado en la mitología de diversas culturas, desde el guerrero bíblico Sansón hasta el cabello del dios hindú Shiva, que originó el río Ganges. El cabello es exhibido como forma de expresión y de afirmación de la personalidad. Por eso, los recursos para tratarlo y dejarlo bello acompañan la trayectoria del hombre.

El cuidado del cabello fue uno de los sectores con mayor crecimiento en la última década, varios estudios muestran durante ese período las personas realizaron una mayor inversión de dinero en la presentación de su cabellera. Se espera que esa misma tendencia se mantenga puesto que cada individuo se esfuerza para verse, sentirse y lucir un cabello totalmente saludable.

El cabello esponjado es uno de los problemas más comunes hoy en día, este se caracteriza por presentar demasiado volumen debido a que su estructura contiene mayor cantidad de poros que un cabello normal por lo que la captación de humedad y aire es mayor lo cual provoca que se eleve fácilmente, por esta razón quienes tienen este tipo de cabello lo llevan siempre recogido, limitándose así de lucir la amplia variedad de peinados que existen en la actualidad.

Para resolver este inconveniente en los últimos años se desarrolló una nueva tecnología basada en polímeros que ofrece a los fabricantes la posibilidad de entregar un producto con excepcional hidratación, textura y de fácil aplicación. La Carboxi metil celulosa (CMC) es una de las sustancias utilizadas en el shampoo antisponge pero por ser un polímero produce resecamiento del cuero cabelludo lo cual conllevaría a un notable aumento de las células muertas dando como resultado una mala apariencia en el cabello.

Varios estudios realizados muestran que la tuna (*Opuntia ficus*) y la sábila (*Aloe vera*) presentan gran cantidad de mucílagos los cuales por su carácter hidrofílico son capaces de retener el agua, mientras que las saponinas de la cabuya (*Agave americana*) son conocidas por disminuir la tensión superficial del agua; esto constituye la base primordial del presente estudio.

Esta investigación se desarrolló en el Laboratorio Planta Piloto de la Facultad de Ciencias PIC 113 de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y tiene por objeto la extracción de los geles de *Opuntia ficus*, *Aloe vera* y las saponinas de *Agave americana*, elaborar shampoo con los geles extraídos previamente y evaluar el efecto antisponge de los mucílagos incorporados al shampoo.

Los resultados obtenidos estadísticamente y mediante la comparación con el shampoo comercial Anua Antisponge, son positivos para los tres shampoos elaborados, sin embargo el que presentó mayor efecto en el tratamiento de la reducción del esponjamiento del cabello fue el de sábila.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. EL PELO

Los pelos son estructuras epidérmicas de orientación oblicua en la piel y corresponden a cilindros finos de células epiteliales cornificadas. En los adultos se distinguen el vello (fino, blando, sin médula, no pigmentado) y el pelo terminal (firme, grueso, con médula, largo, a menudo pigmentado, con diferencias obvias en los distintos grupos étnicos humanos). El vello forma la cubierta pilosa fina del tronco y los miembros. El pelo terminal forma el cabello, la barba y el pelo de las regiones pubiana y axilar, así como las cejas y las pestañas. (12)

El pelo se distribuye en casi toda la superficie corporal, exceptuando las superficies palmoplantares, el ombligo y las mucosas. En un adulto el número aproximado de pelos es de unos cinco millones, repartiéndose en forma desigual a lo largo del cuerpo. En la cabeza hay alrededor de un millón, encontrándose entre 100.000 y 150.000 en el cuero cabelludo. El pelo de la cabeza mantiene el calor corporal de ésta y le proporciona al cráneo cierta protección contra los golpes. (28)

1.2. ESTRUCTURA DEL PELO

En el pelo pueden distinguirse el tallo piloso, que sobresale de la piel y está compuesto por queratina dura, y el folículo piloso. Ambos son estructuras epiteliales puras. (12)

1.2.1. TALLO DEL PELO

El tallo piloso es lo que comúnmente se denomina pelo, su componente principal es una corteza gruesa de células cornificadas muy juntas que en esencia están conformadas por queratina dura. Por fuera la corteza está cubierta por la cutícula del pelo que consiste en células cornificadas planas dispuestas como las tejas de un tejado. Solo en el interior de los pelos terminales hay un cordón delgado de células cornificadas más grandes y espacios llenos de aire, la médula. (12)

Sobre una base genética en los seres humanos hay tres tipos de pelos terminales:

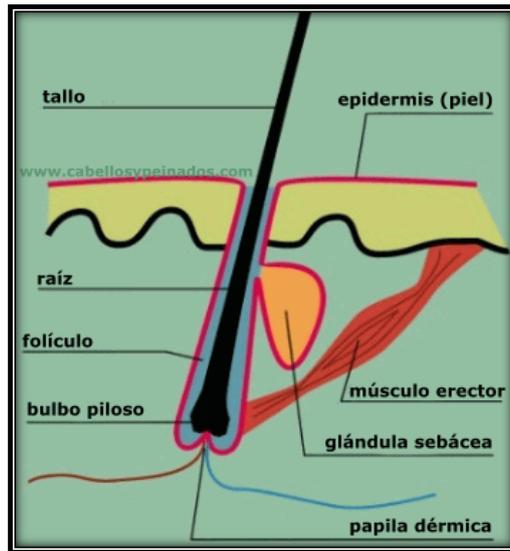
- Pelo grueso lacio.
- Pelo fino ondulado.
- Pelo crespo corto. (12)

1.2.2. FOLÍCULO PILOSO

Es una invaginación tubular de la epidermis que tiene a su cargo el crecimiento del pelo así como su renovación y que consta de:

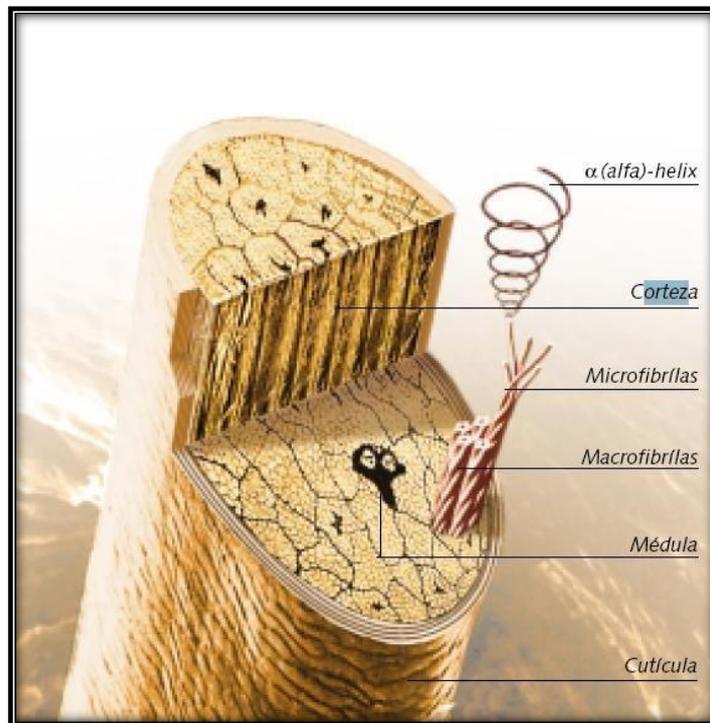
- El bulbo piloso.
- La vaina radicular interna, que está compuesta por tres capas de queratina blanda de cornificación rápida.
- La vaina radicular externa, que solo se cornifica para arriba de la desembocadura de las glándulas sebáceas. (12)

Al folículo piloso también pertenecen las porciones del tallo del pelo originadas en el bulbo piloso y aún no cornificadas o solo parcialmente cornificadas, que también reciben el nombre de raíz del pelo. (12)



FUENTE: <http://es.hairfinder.com/preguntas/anatomia-cabello.htm>

FIGURA No. 1 ESTRUCTURA DEL PELO



FUENTE: <http://naukas.com/2011/04/07/y-yo-con-estos-pelos/>

FIGURA No. 2 ESTRUCTURA DEL TALLO DEL PELO

1.3.COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PELO

El pelo tiene la siguiente composición química:

- 28% de proteínas, en su mayor parte queratina, que se halla sobre todo en las células corticales. (3)
- 2% de lípidos, que tienen poca importancia. Se ha demostrado que después de la pubertad, los lípidos aumentan en ambos sexos, y disminuyen con la edad, sobre todo en las mujeres. (3)
- 70% de agua y sales minerales además de úrea, aminoácidos (cistina), etc. (3)

1.4.COLOR DEL PELO

La coloración del pelo es debida a la melanina producida por los melanocitos que se encuentran en el bulbo y estas la transmiten a la corteza. (3)

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. (3)
- ❖ **Forma difusa o feomelanina:** Responsable de la coloración rojiza más o menos intensa hasta tonalidades muy claras o amarillentas. (3)

En el pelo blanco o canoso hay escasez o ausencia de pigmentos. (3)

1.5.CABELLO ESPONJADO

El cabello esponjado es un tipo de pelo que se caracteriza por presentar demasiado volumen, suele no tener una forma definida, no es completamente rizado pero tampoco es lacio. Una de las peores características del pelo esponjoso es su apariencia desprolija ya que no se logra mantener peinado y ordenado. Quienes tienen este tipo de cabello se resignan a llevarlo siempre recogido ya que suelto termina pareciendo una melena de león. (24)



FUENTE: <http://dineroyyo.blogspot.com/>

FOTOGRAFÍA No. 1 CABELLO ESPONJADO

Si tomáramos un cabello y lo observamos en un microscopio veríamos que el pelo esponjoso no es compacto sino que está lleno de poros. Si comparamos un cabello normal con uno esponjoso sería algo así como comparar un hilo de coser con una hebra de lana, el primero es más compacto y la segunda más porosa. (24)

Lo mismo ocurre con el cabello esponjoso, al tener menos densidad y más poros es más liviano y no cae verticalmente. Esos poros contienen aire, a su vez retienen humedad del ambiente y son más propensos a la electricidad estática. Cuando el cabello esponjoso está mojado aparece pesado y con buena caída debido a que sus poros están llenos de agua,

pero a medida que comienza a secarse se va esponjando, perdiendo la forma y elevándose por los aires. (24)

Otra de las razones por las que el cabello se esponja es porque está demasiado seco. El uso excesivo de la secadora, el alisador, la tenaza, tintes, etc. pueden dañar bastante el cabello. Pero para muchas personas, estos objetos son indispensables para arreglarse el cabello. (32)

1.6. DESARROLLO DE PRODUCTOS PARA EL CUIDADO DEL CABELLO

Durante mucho tiempo, las personas utilizaron mezclas caseras para limpiar y cuidar del cabello. En la Antigüedad, los extractos de plantas y esencias de rosas y jazmín eran utilizados para tratar la calvicie, suavizar el cabello y disminuir la grasa del cabello. Estas recetas llegaron al conocimiento occidental por medio de los caballeros que volvían de las Cruzadas, en el período medieval. (14)

Conforme se fueron dispersando por Europa, estos preparados ganaron los más inusitados ingredientes, tales como rana y baño de oso. Sin embargo, durante la mayor parte de la Edad Media, el cabello estuvo olvidado. En los siglos XV y XVI era comúnmente lavado a seco con arcilla en polvo y después cepillado. (14)

El origen de lo que hoy conocemos como shampoo solamente fue posible gracias al desarrollo del proceso de saponificación, obtenido a partir de hervir una mezcla de soda cáustica, grasa animal y aceites naturales. (14)

Durante siglos, el jabón utilizado para lavar ropas era el mismo que lavaba el cabello. El jabón en forma líquida, destinado especialmente al lavado del cabello, fue creado en 1890, en Alemania. Sin embargo, la novedad solamente llegó al público después de la Primera Guerra Mundial. Considerado artículo de lujo y utilizado por pocos, el producto fue bautizado por los ingleses como shampoo, en alusión a la palabra hindú “champo”,

que significa masajear (normalmente con algún tipo de aceite, en combinación con componentes aromáticos tales como sándalo, jazmín, azafrano, rosa y almizclar). (14)

A partir de la década de los 20s, con la expansión de la industria de higiene y belleza en Europa y en los Estados Unidos, los shampoos empezaron a ganar más popularidad. En esta fase inicial, el producto no era muy diferente de los jabones comunes, que se hacían a partir de la grasa animal. El primer shampoo con base sintética llegó al mercado en 1934, con la marca Drene, de Procter & Gamble. (14)

En 1954, la empresa inglesa D & W Gibbs, que pertenecía al grupo Unilever, lanzó un shampoo “capaz de lavar en solamente una aplicación, sin reseca el cabello como hacían sus antecesores”, informa el Centro de Historia Unilever. (14)

En el desarrollo de los modernos acondicionadores de cabello, a partir del siglo XX, se destaca la creación del perfumista Edouard Pinaud. El producto, llamado brillantina, era un líquido oleoso y perfumado, elaborado para suavizar el cabello, la barba y el bigote, y que vivió el auge de su popularidad en las décadas de 50 y 60. (14)

En los años 90, surgieron en el mercado nacional las versiones “2 en 1” (shampoo y acondicionador). Los fabricantes pasaron a presentar productos para cuidados específicos y extensiones de línea, tales como máscaras de tratamiento intensivo y otros productos para acondicionar y tratar el cabello. (14)

Hoy, el mercado ofrece acondicionadores instantáneos (el más común, aplicado después del shampoo); profundos (con formulaciones más concentradas, para ser utilizados periódicamente); y los de tipo leave-in (cremas sin enjuague). Así como en otros segmentos de cuidado personal, la valorización del concepto de productos naturales, también se aplica a shampoos y acondicionadores. (14)

1.6.1. SHAMPOOS Y ACONDICIONADORES

Los shampoos son formulados, en líneas generales, con tensioactivos aniónicos (carga negativa) que hacen la “detergencia” de suciedades y oleosidades en el cabello o en el cuero cabelludo; además de agua, conservantes, fragancia, ésteres hidrosolubles, principios activos, entre otros componentes. (14)

El shampoo cumple la finalidad de limpiar el cabello, a partir del mecanismo de acción de tensioactivo. Básicamente, es una sustancia química que tiene una cadena orgánica (que presenta característica hidrofóbica) y una parte con un grupo más hidrofílico. Así, cuando esta molécula (dispersa en agua), encuentra una suciedad o una oleosidad, la parte hidrofóbica de la molécula va a interactuar con la mencionada partícula, mientras la parte hidrofílica estará en contacto con el agua. De esta manera, la molécula conseguirá que la oleosidad sea “transportada” y removida. (14)

Los productos a base de tensioactivos y los agentes de limpieza higienizan de forma eficiente, pero también pueden causar efectos adversos, tales como irritaciones, que no siempre son asociadas al uso del shampoo. Las tecnologías actuales realmente funcionan, sin embargo, aún existe espacio y necesidad de evolución, sobre todo en lo que se refiere a la suavidad de los productos y a la consciencia de su impacto en el medio ambiente e incluso en nuestra salud. (14)

En categorías tales como la de shampoos y acondicionadores, los atributos otorgados a los productos prometen no solamente limpiar y volver el cabello más maleable, sino también contribuir para la salud del mismo. Estos beneficios extras muchas veces son sustentados por la adición de vitaminas a las formulaciones. (14)

Formulados con tensioactivos catiónicos, aceites vegetales o minerales, alcoholes grasos y otros ingredientes, los acondicionadores proveen emoliencia al cabello. Además, neutralizan las cargas, reduciendo la electricidad y disminuyendo el volumen y el frizz. Como en el caso de los shampoos, es el tipo y la cantidad de los ingredientes utilizados en la formulación que diferencia los productos encontrados en el mercado. (14)

1.6.1.1. Tipos de shampoo

- **ANTICASPA:** Las compañías de cosméticos han desarrollado champús para aquellos que tienen caspa. Estos contienen fungicidas como piritiona de zinc y sulfito de selenio que ayudan a reducir la caspa *Malassezia globosa*. El Alquitrán y el Salicilato y sus derivados son usados también a menudo. Otro agente activo lo constituye el ketoconazol, poderoso antimicótico. (17)
- **COMPLETAMENTE NATURALES:** Algunas compañías usan los términos de "naturales", "orgánicos" o "botánicos" para todos o algunos de sus ingredientes (como extractos de plantas), la mayoría de las veces mezclándolos con un surfactante común. (17)
- **ALTERNATIVOS:** Los shampoos alternativos, alguna vez llamados libres de SLS tienen menos cantidad de productos químicos agresivos, típicamente, ninguno de la familia de los sulfatos. Mientras claman ser más suaves para el cabello humano, estos shampoos en general deben ser aplicados varias veces para que remuevan toda la suciedad. (17)
- **PARA BEBÉS:** El shampoo para bebés está formulado para que sea menos irritante para los ojos. Muchos de ellos no contienen lauret sulfato de sodio y/o lauril sulfato de sodio, el surfactante más suave de la familia de los sulfatos. Alternativamente, el shampoo para bebés podría formularse usando otras clases de surfactantes, especialmente los no iónicos, los cuales son mucho más suaves que cualquiera de los aniónicos usados. (17)
- **PARA ANIMALES:** El shampoo para animales (como por ejemplo los perros o gatos) debe estar especialmente formulado para ellos, ya que su piel tiene menos capas de células que la piel humana. La piel de gatos tiene 2 o 3 capas, mientras que la de perros tiene de 3 a 5 capas. La piel humana, en contraste tiene de 10 a 15 capas. Este es un claro ejemplo de porque nunca se debería usar champú de bebés con gatos o perros. (17)

El shampoo para animales podría contener insecticidas u otros componentes para el mantenimiento y tratamiento de la piel para parásitos como la pulga o sarna. Es importante recordar que aunque muchos shampoos para personas son apropiados para uso animal, aquellos productos que contengan ingredientes activos como zinc en los anticaspa, son potencialmente tóxicos cuando son ingeridos en grandes cantidades por animales y habría que ser especialmente cuidadosos y evitar el uso de estos productos en animales. (17)

- **SÓLIDO:** El shampoo está también disponible en forma sólida lo que permite frotarlo sobre el cabello. Esto tiene la ventaja de que sea más fácil de transportar. La desventaja es que tiene menor poder de acción sobre el cabello muy corto. (17)

1.6.1.2. Características de un Shampoo

- **FACILIDAD DE EXTENSIBILIDAD.-** Facilidad con que el shampoo se puede distribuir sobre el pelo; algunos shampoos parece que se hunden en el pelo de modo que es difícil extenderlos por toda la cabeza y formar el enjabonado. (13)
- **PODER DE ENJABONADO.-** Generalmente se requiere una espuma abundante como primera percepción, aunque se puede renunciar a esto si se el logro de una suavidad mayor. La espuma no solo tiene un valor psicológico sino que permite garantizar la cantidad de shampoo necesaria que asegure la realización de todas las funciones implicadas en la limpieza. Esto significa que se han de considerar varias propiedades, tales como la velocidad con que se genera la espuma, el volumen, la consistencia (cremosa o fluida) y la estabilidad del enjabonado en el pelo. (13)
- **ELIMINACIÓN EFICAZ DE LA SUCIEDAD.-** Se ha propuesto que los agentes de limpieza se deben preseleccionar *in vitro*, estudiando la actividad de detergencia sobre mechones de pelo ensuciados con sebo sintético. (13)

- **FACILIDAD DE ENJUAGADO.-** Algunos shampoos se eliminan muy rápidamente enjuagando, otros continúan formando espuma después de un enjuagado que parece no tener fin, lo que puede resultar muy molesto. (13)
- **FACILIDAD DE PEINAR EL PELO HÚMEDO.-** Esto evalúa la aspereza y la tendencia de enredo, inmediatamente después del tratamiento con el detergente, el consumidor asocia esta propiedad con la capacidad limpiadora del shampoo. (13)
- **BRILLO DEL PELO.-** La importancia de esto para el consumidor medio es justificación suficiente para observarlo, pues el pelo que se queda sin brillo es signo de inadecuación e ineficacia del shampoo. (13)
- **VELOCIDAD DE SECADO.-** El secado del pelo es una de las operaciones más tediosas en el proceso normal del lavado con shampoo y, en el caso de tratamientos que se realizan en salones de peluquerías, el más costoso en términos de tiempo y equipo. Algunos shampoos dejan el pelo húmedo y lento de secar, otros tienden a dejar después una superficie ligeramente hidrófoba que permite eliminar el agua bastante deprisa. (13)
- **FACILIDAD DE PEINADO Y FIJADO DEL PELO SECO.-** Cuando el pelo está seco, cualquier aspereza inducida por el detergente durante la operación de lavado con shampoo aparece como una resistencia al peinado y, lo que es más importante como una tendencia a producir una electricidad estática cuando el peine estira el pelo. La electricidad estática, que generalmente es de carga positiva, puede ser un serio impedimento para el peinado, pues provoca que los pelos se repelen unos a otros. Cuanto más se peina o cepilla el pelo para darle la forma deseada, tanto más vuela y se fracasa en el propósito. (13)
- **SEGURIDAD.-** El shampoo debe ser seguro de usar para el cuero cabelludo, y no se debe ocasionar ninguna irritación, enrojecimiento ni otra incomodidad durante su uso. (13)

1.6.1.3. Materias Primas del Shampoo

Los tipos de ingredientes para hacer un shampoo son los siguientes:

- ✓ Tensioactivos (agentes de limpieza o espumantes).
- ✓ Impulsores (boosters) y estabilizadores de espuma.
- ✓ Agentes acondicionadores.
- ✓ Aditivos especiales.
- ✓ Conservantes.
- ✓ Agentes secuestrantes.
- ✓ Modificadores de la viscosidad (agentes espesantes o fluidificantes).
- ✓ Agentes opalescentes o clarificantes.
- ✓ Perfume.
- ✓ Colorante.
- ✓ Estabilizadores (agentes suspensores, antioxidantes, absorbentes de rayos ultravioleta). (13)

1.6.1.4. Ingredientes Comunes del Shampoo Antisponge

Los shampoos que combaten el esponjamiento contienen complejos acondicionadores formados por polímeros cargados positivamente para proteger el cabello del daño en su estado más vulnerable: cuando está húmedo. Estos complejos acondicionadores ayudan a preservar la integridad de la capa natural más exterior del cabello que controla el movimiento de la humedad dentro y fuera de la fibra capilar. Con una capa externa saludable, el cabello está mejor armado para combatir el esponjamiento. (29)

1.6.1.5. Ingredientes Comunes del Acondicionador Antisponge

Los surfactantes y las siliconas cargados positivamente que se encuentran en los acondicionadores antisponge pueden tratar las “filtraciones” en la superficie del cabello, que son puntos que han perdido la capa F protectora y que pueden absorber la humedad del aire como una esponja, lo que provoca que el cabello se infle y cree esponjamiento.

Las áreas con “filtraciones” tienen cargas negativas, entonces las cargas positivas de estos ingredientes para el cuidado del cabello se adhieren a las áreas de la fibra capilar que más las necesitan. Una vez que el ingrediente para el cuidado del cabello se encuentra en el lugar indicado en la hebra de cabello, su capacidad de controlar la humedad desacelera el proceso de esponjamiento. (29)

1.6.1.6. Carboximetilcelulosa sódica (CMC)

La carboximetilcelulosa sódica es una sal soluble en agua que es usada ampliamente como ingrediente antisponge en el shampoo. Es producida en grandes cantidades, en grados comerciales crudos sin ningún refinamiento para emplearlo en detergentes, fluidos de perforación y en la industria papelera. En grados de pureza más altos se emplea como aditivo alimenticio. Por su carácter hidrofílico, buenas propiedades para formar películas, alta viscosidad, comportamiento adhesivo, entre algunas otras características; la CMC tiene una amplia variedad de aplicaciones, las cuales se enlistan a continuación: (26)

- ✓ **COSMÉTICOS:** La CMC se utiliza en materiales de impresión dental y en pastas o geles dentríficos. Este éter soluble en agua sirve como espesante, estabilizador, agente suspensor y formador de películas en cremas, lociones, o shampoo, es muy utilizada en productos para el cuidado del cabello. Por su carácter hidrofílico, la CMC ayuda a que los líquidos se gelatinicen y se favorezca su retención. (26)
- ✓ **DETERGENTES:** La industria de los detergentes es el mayor consumidor de CMC. En su mayoría se utilizan CMC de grados técnicos para composiciones de jabones y detergentes. La CMC actúa como inhibidor de la redeposición de grasa en las telas después de que ha sido eliminada por el detergente. (26)
- ✓ **INDUSTRIA FARMACÉUTICA:** Para recubrimientos de tabletas se utilizan CMC con altos grados de pureza y baja viscosidad. La CMC es insoluble en el ambiente ácido del estómago pero soluble en el medio básico del intestino. También es

utilizada como formador de geles, portador del medicamento, desintegrador de la tableta y estabilizador para suspensiones, emulsiones, sprays y bioadhesivos en tabletas que se adhieren internamente a la mucosidad de alguna parte del cuerpo. (26)

1.7. TUNA (*Opuntia ficus*)



FUENTE:<http://plantasen.blogspot.com/2013/01/nopal-opuntia-ficus-indica.html>

FOTOGRAFÍA No. 2 TUNA (*Opuntia ficus*)

1.7.1. SINONIMIA CIENTÍFICA

Cactus ficus-indica L. (10)

1.7.2. SINONIMIA HISPÁNICA

Chumbera, higuera de las Indias, [higuera de] tuna, tuna de España, tuna española, tuna de Castilla, tuna brava, tuna real, tunal, tunera, tasajillo, alquitira, cardón de México, choya, palera. (8)

1.7.3. CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA

Pertenece al género de plantas suculentas, ornamentales, de la familia de las Cactáceas, con tallo con artejos elipsoidales u ovals, espinosos, llamados cladodios. (11)

CUADRO No. 1 CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA DE LA TUNA (*Opuntia ficus*)

Clasificación Científica	
Familia	Cactaceae
Género	Opuntia
Subgénero	Platyopuntia
Origen	México

FUENTE: SARH, SAM, CONAZA. 1981. El Nopal. Publicación Especial N° 31. DF México. pp 34, 41-42

1.7.4. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Es una planta alta de 3 a 5 m o más, de tallo leñoso bien definido de 60 cm a 1.5 m de altura y 20 a 30 cm de diámetro, sus artículos son oblongos hasta largamente ovados, de 30 a 60 cm de largo y 20 a 40 cm de ancho y 1.9 a 2.8 cm de grueso, color verde opaco; integran ramas de varios artículos que forman una copa muy ramosa; areolas distantes separadas entre sí, de 2 a 5 cm, pequeñas, angostamente elípticas de 2 a 4.5 mm de largo y 3 mm de ancho. (15)

Tiene hojas transformadas en espinas, y realizan la fotosíntesis los fragmentos aplanados de tallo (cladodios) en que éste se ramifica y que comúnmente se conocen como pencas. Las flores son de coloración rojiza a amarilla; los frutos de color similar y miden de 3 a 9 cm de longitud y están recubiertas por un gran número de espinas. (7)

1.7.5. USOS Y PROPIEDADES

En 1989. Michael Moore, investigador botánico y escritor, escribió una breve y concisa descripción de los usos del nopal como emplastos y su mecanismo de acción:

“Contusiones rasguños y quemaduras que se encuentran congestionadas y reblandecidas retienen sangre feral y líquido intersticial desorganizado. La carne del nopal contiene una gel mucopolisacárida altamente hidrófila e hipertónica, que hace que parte de los fluidos exudados por la herida sean absorbidos por osmosis desde la piel al cactus. Mientras esto

ocurre, la gel suaviza la piel, disminuye la tensión de la lesión y aminora el dolor. Esta es la misma forma en la que actúa el aloe vera” (5)

Los frutos son astringentes, y dan buen resultado para cortar las diarreas veraniegas. Su jugo se usa en jarabe, en México, como calmante de la tos. Las flores son diuréticas y antiespasmódicas, y se usan en caso de oliguria (escasa producción de orina) y de cistitis. Las palas contienen abundante mucílago y celulosa, lo que las hace ser emolientes. Se usan en cataplasma para sanar heridas, contusiones e irritaciones de la piel. (8)

1.7.5.1. Uso Interno

Los frutos se deben pelar con precaución para no tocarlos con los dedos, pues sus numerosísimas púas se clavan con mucha facilidad y resultan muy difíciles de quitar. Se pueden tomar frescos o en jarabe. (8)

- Jarabe: Se prepara cortando los frutos a rodajas y cubriéndolos con azúcar moreno. Unas diez horas después se extrae el jarabe (el líquido resultante), pasándolo por un colador para apartar las semillas. Se toma caliente, a cucharadas.
- Infusión con 20-30 g de flores por litro de agua. Se ingieren 3-4 tazas al día. (8)

1.7.5.2. Uso Externo

- Cataplasmas: Las palas se parten por la mitad, se calientan un poco al horno, y se aplican directamente sobre la zona de piel afectada. (8)

1.7.5.3. Otros Usos

- Cosméticos: Actualmente se encuentra en el mercado una gran cantidad de líneas de cosméticos, champús, enjuagues capilares, crema para manos y cuerpo, jabón, acondicionador, mascarilla humectante, crema de noche, gel para el cabello, gel reductor, gel para la ducha, loción astringente, mascarilla estimulante y limpiadora,

jabones y pomada que contienen nopal como principio humectante, debido a sus propiedades mucilaginosas. (25)

1.7.6. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MUCÍLAGO DE TUNA

En su composición se encuentran polímeros naturales los cuales son complejos en su composición química. Algunos de ellos tienen propiedades coagulantes o floculantes. El mucílago del nopal es un polisacárido fibroso, altamente ramificado, cuyo peso molecular oscila alrededor de 13×10^6 g/mol. Contiene aproximadamente de 35 a 40 % de arabinosa, 20 a 25% de galactosa y xilosa cada una, y de 7 a 8% de ramnosa y ácido galacturónico cada uno (21) (23) (27)

Al ser un polímero natural es conveniente mencionar algunas de sus propiedades:

- ✓ Capacidad muy alta para formar geles, debido a su compleja estructura molecular y a su gran capacidad de hidratación (hasta un 80% de incremento en peso).
- ✓ Gran capacidad biodegradable, a diferencia de muchos compuestos coagulantes sintéticos.
- ✓ Mínima toxicidad en polímeros naturales por lo que se les usa en muchos casos como alimentos o aditivos en diversos productos. (23)

1.8. SÁBILA (*Aloe vera*)



FOTOGRAFÍA No. 3 SÁBILA (*Aloe vera*)

1.8.1. SINONIMIA CIENTÍFICA

Aloe barbadensis Miller (8)

1.8.2. SINONIMIA HISPÁNICA

Sábila, zabila, pita zabila. (8)

1.8.3. CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA

CUADRO No. 2 CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA DE LA SÁBILA (*Aloe vera*)

Clasificación Científica	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Liliales
Familia	Liliáceas
Subfamilia	Asphodeloideae
Género	<i>Aloe</i>
Especie	<i>A. vera</i>

FUENTE: http://es.wikipedia.org/wiki/Aloe_vera

El aloe es una planta suculenta perteneciente a la familia de las liliáceas, por lo que está emparentada con las cebollas, los ajos, los espárragos, los tulipanes, los lirios y los jacintos. Esta es una familia muy diversa en cuanto a aspectos y aromas, pero que en el momento de la floración muestra de un modo inequívoco su identidad. (10)

1.8.4. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Esta especie de tallo corto, alcanza una altura de 60cm y tiene rosetas de hijas gruesas, estrechas y lanceoladas de color verde grisáceo con pequeños dientes blanquecinos en los bordes. En verano aparecen pequeñas flores de color amarillo anaranjado sobre espigas de hasta 1m de altura. (6)

La flores del aloe suelen tener forma tubular o de trompeta y están dispuestas en racimos y su fruto es capsular, dehiscente. Existen más de 20 especies de aloe y su número crece sin cesar, ya que constantemente se están creando nuevos híbridos. (10)

1.8.5. USOS Y PROPIEDADES

De las suculentas hojas de aloe se obtienen dos productos principales: el acíbar y el gel de aloe. (8)

El ACÍBAR: Al incidir la superficie de las hojas de las distintas especies de aloe, se obtiene un jugo viscoso de color amarillo y sabor amargo que se concentra al calor del sol, o por ebullición. Se transforma así en una masa amorfa de color pardo oscuro y sabor muy amargo, llamada acíbar o pez rubia. (8)

El acíbar contiene del 40% al 80% de resina, y hasta un 20% de aloína, glucósido antraquinónico que es su principio activo. Según la dosis diaria con la que se emplee, el acíbar tiene distintas aplicaciones: (8)

- hasta 0,1 g es aperitivo, estomacal y colagogo, facilitando la digestión;
- a partir de 0,1 g actúa como laxante y como emenagogo (aumenta el flujo menstrual);
- dosis de 0,5 g (máximo diario), actúan como purgante energético y también como oxitócico (provoca contracciones uterinas). (8)

El GEL o JUGO DE ALOE: Se obtiene de la pulpa de sus hojas carnosas, que desprenden un jugo pegajoso, casi transparente y de sabor insípido. A él se debe la fama que el gel de aloe está adquiriendo en los últimos años, especialmente por su acción curativa sobre la piel. Está formado por una mezcla compleja de más de 20 sustancias, como polisacáridos, glucósidos, enzimas y minerales. Contiene acemanan, una sustancia inmunoestimulante (que aumenta las defensas). A diferencia del acíbar, el gel de aloe no tiene propiedades laxantes. (8)

Aplicado localmente, son muchas las afecciones sobre las que el aloe puede ejercer efectos beneficiosos. He aquí las más importantes:

- Heridas, ya sean limpias o infectadas. El jugo de aloe se aplica en compresas, aunque también puede colocarse directamente la pulpa de la hoja sobre la herida. Facilita la limpieza de la herida y acelera su cicatrización, reduciendo además la cicatriz. (8)
- Afecciones de la piel: El jugo de aloe aplicado en loción tiene una acción favorable en casos de psoriasis y eccemas de la piel, así como en el acné, pie de atleta (infección por hongos) y herpes, entre otros. Para reforzar el efecto, se recomienda tomarlo también por vía oral. En los niños, la loción de jugo de aloe se emplea en el tratamiento del eccema causado por los pañales, y para aliviar el picor y facilitar la cicatrización de la piel en las enfermedades exantemáticas como el sarampión, la rubéola y la varicela. (8)
- Belleza de la piel: El aloe revitaliza la piel, otorgándole una mayor tersura, resistencia y belleza. Aplicado sobre la piel, mejora el aspecto de las cicatrices inestéticas y de las estrías. Se emplea también en el cuidado del pelo y de las uñas. (8)
- Ingerido por vía oral, el jugo de aloe es depurativo y tonificante. Se emplea como digestivo y también en el tratamiento de la úlcera gastroduodenal. (8)

1.8.6. PRECAUCIONES

El gel o el jugo de aloe pueden producir reacciones alérgicas cuando se aplica sobre la piel. Una de cada 200 personas, aproximadamente, es alérgica al aloe. Si a los pocos minutos de extender unas gotas de jugo de aloe sobre la piel de la espalda, aparece un ligero enrojecimiento y picor, es señal de alergia al aloe: habrá que buscar otro remedio. (8)

El acíbar no deben utilizarlo como purgante las mujeres durante la menstruación, ni las embarazadas, pues provoca congestión de los órganos pélvicos y contracciones uterinas; tampoco se recomienda para quienes padezcan de hemorroides (las puede hacer sangrar). No debe administrarse a los niños. No Sobrepasar la dosis de 0,5 g diarios. (8)

1.8.7. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MUCÍLAGO DE SÁBILA

Su composición y propiedades físico-químicas y farmacológicas pueden variar en función de la lluvia o el riego, del terreno, de la época de recolección de las hojas y de su edad y almacenamiento, y según la forma de obtención del gel y su almacenamiento. (22)

Un 99,4% del peso del gel de aloe vera es agua. Más del 60% de los sólidos totales son polisacáridos mucilaginosos ligados a azúcares como glucosa, manosa, ramnosa, xilosa, arabinosa, galactosa y ácidos urónicos. (18) (22)

El mucílago está compuesto de diferentes polisacáridos neutros, ácidos y acetilados (mananos, glucomananos, galactomananos,...), responsables de la gran capacidad que tiene la planta para retener agua y gracias a la cual puede sobrevivir en condiciones de sequía. Los polisacáridos mucilaginosos son los principios activos responsables de la actividad biológica del gel.” (18) (22)

1.9. CABUYA (*Agave americana*)



FUENTE: http://navegaciones.blogspot.com/2007_05_13_archive.html

FOTOGRAFÍA No. 4 CABUYA (*Agave americana*)

1.9.1. SINONIMIA HIPÁNICA

[Pita] maguey, pita [común], pita americana, pitera, mezcal, henequén, penca, acibara, azabara, cabuya, calamaco, caraguatá, cháguar, champagara [azul], chuchau, cocú, cocuiza, cocuyo, cucuisa. (8)

1.9.2. CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA

Los Agaves son plantas suculentas que comprende más de 300 especies originarias de México y de otras zonas de América central difundidas en las regiones de clima árido o semiárido. (11)

Se hallan extensamente cultivados en el valle de Oaxaca (México). Se halla naturalizado en los países mediterráneos, especialmente en parques y jardines. (8)

CUADRO No. 3 CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA DE LA CABUYA (*Agave americana*)

Clasificación Científica	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Liliidae
Orden	Asparagales
Familia	Agavaceae
Género	Agave
Especie	<i>A. americana</i>

FUENTE: http://es.wikipedia.org/wiki/Agave_americana

1.9.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Destacan por sus grandes pencas u hojas básaes (de un metro o más de longitud), carnosas, acabadas en punta, y con los bordes espinosos. Las flores se reúnen en un tallo central de hasta 6 m de altura. (8)

Dichas flores son relativamente pequeñas más o menos infundibuliformes en racimos o panojas, sostenidas por escapas de hasta varios metros de longitud (bohordo). Florecen una sola vez después de algunos años de vida y mueren generalmente después de la floración. (11)



FUENTE: http://ag.arizona.edu/pima/gardening/aridplants/Agave_americana.html

FOTOGRAFÍA No. 5 CABUYA (*Agave americana*) EN FLORACIÓN

1.9.4. USOS Y PROPIEDADES

Todas las plantas del género *Agave* contienen glucósidos esteroideos, entre los que destaca la hecogenina, así como saponinas. A ellos deben, la raíz y las hojas, su efecto diurético y depurativo de la sangre, por lo que se utiliza con buenos resultados en caso de edemas y retención de líquidos. (8)

En México y en los países de Centroamérica, el agave se utiliza tradicionalmente en enfermedades infecciosas, en trastornos digestivos, y en casos de ictericia o de hepatitis. Exteriormente, el jugo o savia que mana del tallo es vulnerario y cicatrizante. Se aplica en compresas sobre contusiones y heridas de la piel. (8)

1.9.4.1. Uso Interno

- Infusión con 30 g de raíz o de hojas secas trituradas en un litro de agua, de la que se consumen 3 o 4 tazas diarias endulzadas con miel. (8)

1.9.4.2. Uso Externo

Compresas con el jugo o savia de las hojas, que se aplican sobre la zona de piel afectada. (8)

1.9.5. COMPOSICIÓN QUÍMICA

Esta planta contiene no menos de 4 saponinas. Las saponinas son glucósidos que aportan su capacidad limpiadora y antiséptica, actuando al mismo tiempo como agentes suavizantes. (10)

CAPÍTULO II

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. LUGAR Y PRUEBAS DE ENSAYO

La presente investigación se desarrolló en:

- El Laboratorio Planta Piloto de la Facultad de Ciencias PIC 113 de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Domicilios de las pacientes a las que se aplicó el tratamiento.

2.2. FACTORES DE ESTUDIO

Se consideraron como factores de estudio de esta investigación:

- Efecto Antisponge del shampoo con mucílagos de Tuna (*Opuntia ficus*), Sábila (*Aloe vera*) y saponinas de Cabuya (*Agave americana*)
- Esponjamiento del cabello.

2.3. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

2.3.1. MATERIAL BIOLÓGICO Y VEGETAL

- Mujeres con cabello esponjado.
- Tuna (*Opuntia ficus*), Sábila (*Aloe vera*) y saponinas de Cabuya (*Agave americana*), recolectados el 13 de Julio del 2012 en el Sector del Batán en la ciudad de Riobamba.

2.3.2. EQUIPOS

- Licuadora Oster
- Secador de Bandejas
- Balanza Analítica
- pHmetro
- Viscosímetro
- Estufa
- Reverbero eléctrico
- Cámara digital
- Computadora

2.3.3. MATERIALES DE LABORATORIO

- Varillas de agitación
- Espátula
- Vasos de precipitación de 100, 500 y 100 mL
- Embudos
- Cuchillos
- Soportes de embudos
- Probeta de 1000 mL
- Papel filtro
- Picnómetro
- Frascos plásticos
- Cajas Petri
- Toallas absorbentes
- Mascarillas
- Guantes
- Papel aluminio

2.3.4. REACTIVOS

- Agua destilada
- Cloruro de sodio
- Euperland
- Texapon
- Coperland
- Bromidox
- Ácido cítrico
- Cetiol

2.4. TÉCNICAS

2.4.1. OBTENCIÓN DEL MUCÍLAGO DE TUNA (*Opuntia ficus*) Y SÁBILA (*Aloe vera*)

2.4.1.1. Descripción de las Etapas

RECOLECCIÓN, SELECCIÓN Y LAVADO

- En el caso de *Opuntia ficus*, se recolectarán los tallos de tamaño uniforme, libres de contaminación de cochinilla y sin daños en la corteza. Utilizar guantes y pinzas para limpiar y quitar las espinas, finalmente lavar con abundante agua.
- Para el *Aloe vera*, se recolectarán las hojas que estén verdes, sean más anchas y gruesas, que no tengan daños en la corteza a las cuales se las lavará con abundante agua.

DESCORTEZADO

- *Opuntia ficus*, cortar secciones de 6 cm de ancho eliminando los extremos, procurar quitar la membrana protectora fibrosa rápidamente para evitar la oxidación.
- *Aloe vera*, quitar la capa superior de la piel de la hoja usando un cuchillo, hasta poder recoger la pulpa interior con una cuchara.

LICUADO

- Colocar una cantidad de tallos de tuna previamente descortezados en la licuadora y agregar agua hasta que estos estén apenas cubiertos.

- Realizar el mismo proceso para la pulpa de la sábila.

TAMIZADO

- Filtrar la solución obtenida con un tamiz, hacerlo rápido para evitar la contaminación microbiana ambiental. Colocar la solución obtenida en envases previamente esterilizados.

DESHIDRATACIÓN

- Se realizará en bandejas a una temperatura de 66°C por 16 horas.

OBTENCIÓN DEL GEL DESHIDRATADO

- Se lo obtendrá raspando las bandejas que anteriormente secamos.

ALMACENAMIENTO

- Poner en frascos para evitar la contaminación y captación de humedad.

2.4.2. OBTENCIÓN DE LAS SAPONINAS DE CABUYA (*Agave americana*)

2.4.2.1. Descripción de las Etapas

RECOLECCIÓN, SELECCIÓN Y LAVADO

- Se seleccionarán las raíces de plantas de tamaño mediano puesto que obtener raíces de plantas adultas resulta un tanto difícil, una vez realizada la recolección se lavarán las raíces con abundante agua y cepillándolas levemente para quitar todo residuo de tierra.

MOLIENDA

- Se ejecutará en un molino casero con la finalidad de obtener el zumo fresco de la raíz.
- Otra opción es machacar las raíces y recoger el zumo.

TAMIZAJE

- Al jugo obtenido se lo filtrará para eliminar cualquier residuo de sólido que haya quedado de la molienda.
- Finalmente almacenar el filtrado en frascos estériles.

DESHIDRATACIÓN

- Se realizará en bandejas a una temperatura de 60°C por 8 horas.

OBTENCIÓN DEL GEL DESHIDRATADO

- Se lo obtendrá raspando las bandejas que anteriormente secamos.

ALMACENAMIENTO

- Poner en frascos para evitar la contaminación y captación de humedad.

2.4.3. ELABORACIÓN DEL SHAMPOO CON MUCÍLAGOS DE TUNA, SABILA Y SAPONINAS DE CABUYA

2.4.3.1. Ingredientes:

- Cloruro de sodio – Saponificador

- Euperland – Espesante
- Texapon N70 – Tensioactivo
- Coperland – Espesante (permite realizar la mezcla en frío)
- Bromidox – Conservante
- Ácido cítrico – Regulador del pH
- Cetiol – Estabilizante

2.4.3.2. Procedimiento para la Elaboración del Shampoo con Mucílagos de Tuna (*Opuntia ficus*)

(Formulación para 3 litros de shampoo)

FASE I

- ✓ En un recipiente, añadir Texapon N70 (420 g) y Coperland (88 g), mezclar hasta tener una pasta homogénea de apariencia similar a la crema chantillí.

FASE II

- ✓ Disolver el cloruro de sodio (88 g) en 500 mL de agua.
- ✓ En un vaso de precipitación colocar 400 mL de agua y calentarla hasta una temperatura de 30° C, posteriormente agregar el gel deshidratado de tuna para diluirlo.

FASE III

- ✓ Combinar el resultado de la FASE I con el resultado de la FASE II, homogenizarlas completamente utilizando una paleta de madera.

FASE IV

- ✓ Disolver 1g de ácido cítrico en 100 mL de agua y añadir lentamente a la FASE III hasta obtener un pH de 7 o aproximado a 7, esto evitará la caída del cabello y la irritación de los ojos.

FASE V

- ✓ Al resultado de la FASE IV añadir:
 - Cetiol (80g) para estabilizar el shampoo.
 - 30 gotas de Bromidox
 - Euperland (85g)
- ✓ Finalmente añadir el volumen restante de agua (2000 mL) y mezclar completamente.
- ✓ Dejar reposar durante 24 horas y envasar en frascos de 1000 mL

2.4.3.3. Procedimiento para la Elaboración de los Shampoos con Mucílagos de Sábila (*Aloe vera*) y con Saponinas de Cabuya (*Agave americana*)

Se procede a realizar de la misma forma a la anterior solo que en este caso se adicionará el gel de sábila y las saponinas de la cabuya respectivamente a la formulación de cada shampoo.

2.5. CONTROL DE CALIDAD DEL SHAMPOO

2.5.1. DETERMINACIÓN DE LA PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL SHAMPOO DE TUNA, SÁBILA, CABUYA Y DEL SHAMPOO COMERCIAL ANUA ANTISPONGE

2.5.1.1. Color

Se toma un tubo de ensayo bien limpio y seco y se llena hasta las tres cuartas partes con la muestra de ensayo y se observa el color, la transparencia, la presencia de partículas y la separación de capas. Se informa los resultados. (20)

2.5.1.2. Olor

Se toma un tira de papel secante aproximadamente 1 cm de ancho por 10 cm de largo y se introduce un extremo en la muestra de ensayo. Se huele y se determina si corresponde con la característica del producto. (20)

2.5.1.3. Apariencia

Análisis del aspecto externo. (20)

2.5.2. DETERMINACIÓN DE LA PROPIEDADES FÍSICAS DEL SHAMPOO DE TUNA, SABILA, CABUYA Y DEL SHAMPOO COMERCIAL ANUA ANTISPONGE

2.5.2.1. Densidad relativa

Se entiende por densidad relativa a la relación entre masa de un volumen de la sustancia a ensayar a 25 °C y la masa de un volumen igual de agua a la misma temperatura. Este término equivale a peso específico. (20)

$$D_{25^{\circ}\text{C}} = \frac{M1 - M}{M2 - M}$$

Donde:

M1: Peso de picnómetro con la muestra (g)

M2: Peso del picnómetro con agua (g)

M: Peso del picnómetro vacío (g)

Procedimiento:

Primeramente se pesó el picnómetro vacío y seco a 25 °C y se llenó con la porción de ensayo, se mantuvo a temperatura de 25 °C (+/- 1 °C) durante 15 min. Se ajustó el líquido al nivel empleado, con una tira de papel se extrajo el exceso y se secó exteriormente el picnómetro. (20)

Se pesó cuidadosamente el picnómetro con la porción de ensayo y se repitió la operación con el agua destilada a 25 °C. (20)

2.5.2.2. Determinación de pH

El pH es un índice numérico que se utiliza para expresar la mayor o menos acidez de una solución en función de los iones hidrógeno. Se calcula teóricamente mediante la ecuación:

$$\text{pH} = -\log a[\text{H}^+]$$

$a[\text{H}^+]$ = Actividad de los iones hidrógeno

En la práctica, la medición del pH se lleva a cabo por medio de la lectura de pH en la escala de un instrumento medidor de pH, ya sea digital o analógico.

Esta lectura está en función de la diferencia de potencial establecida entre un electrodo indicador y un electrodo de referencia usando como solución de ajuste de la escala del medidor de pH, una solución reguladora del mismo. (20)

Procedimiento

Se ajustó el equipo con la solución reguladora de pH adecuada al rango que se realizó la determinación. Posteriormente se determinó el valor del pH de la muestra. Los resultados dieron apreciando hasta la décima. (20)

2.5.2.3. Viscosidad

La viscosidad es una propiedad física muy importante, es la resistencia que oponen los líquidos al movimiento de unas capas sobre otras. De acuerdo a la ecuación de Stokes la viscosidad se calcula con la siguiente fórmula: (19)

$$\mu = \frac{2r^2 g \pm (\rho_{esf} - \rho_{líq})}{9 \frac{h}{t}}$$

Dónde:

- μ Viscosidad del líquido problema
- r Radio de la esfera
- g Gravedad
- ρ_{esf} Densidad de la esfera
- $\rho_{líq}$ Densidad del líquido problema
- t Tiempo de caída de la esfera
- h Longitud del tubo (19)

Procedimiento

Para evaluar la viscosidad se utilizó el Viscosímetro Rotacional P- SELECTA ST-2001 con husillo L3 para bajas viscosidades. Se colocó una muestra representativa de cada shampoo en un vaso de precipitación de 100 mL, se ajustó la velocidad del equipo (rpm), posteriormente se introdujo el husillo en la muestra y se anotaron las mediciones indicadas.

2.6. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL SHAMPOO ELABORADO

2.6.1. AEROBIOS MESÓFILOS

Representan el total de bacterias presentes en el producto capaces de desarrollarse a temperaturas medias y en presencia de oxígeno, incluyendo gérmenes patógenos y no patógenos. (2)

Una microflora total elevada indica el comienzo de un inmediato proceso de alteración, aunque no exista relación entre la cantidad total y la parición perceptible de tal alteración, pues depende de la proporción de microorganismos específicos comprendidos en el recuento. (2)

En otro caso, su presencia masiva es indicativa de materia prima contaminada, condiciones inadecuadas de tiempo/temperatura, durante el almacenamiento, tratamiento térmico defectuoso, condiciones de elaboración poco higiénicas, deficiencias en frecuencia o eficacia de los métodos de limpieza y desinfección. (2)

Procedimiento:

Este análisis microbiológico se lo hace mediante la técnica de 3M PLACAS PETRIFILM para recuento de Aeróbios mesófilos. (30)

1. Se pesó 25g de muestra en un frasco estéril.
2. Se añadió 225 g de diluyente estéril (en este caso se utilizó una solución salina al 0.85% estéril)
3. Se homogenizó la muestra mediante los métodos usuales.
4. Se colocó la Placa Petrifilm en una superficie plana y nivelada. Levante la lámina semitransparente superior.
5. Con la pipeta perpendicular a la Placa Petrifilm, se colocó 1 mL de la muestra en el centro de la película cuadrículada inferior.
6. Se liberó la película superior dejando que caiga sobre la dilución. No la deslice hacia abajo.

7. Con el lado rugoso hacia abajo, se colocó el dispersor o esparcidor sobre la película superior, cubriendo totalmente la muestra.
8. Se presionó suavemente el dispersor o esparcidor para distribuir la muestra sobre el área circular. No gire ni deslice el dispersor. Recuerde distribuir la muestra antes de inocular una siguiente placa.
9. Se levantó el dispersor o esparcidor. Se esperó por lo menos 1 minuto a que se solidifique el gel.
10. Se incubó las placas cara arriba en grupos de no más de 20 piezas durante 48 hrs. (± 3 hrs.) a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$). Puede ser necesario humectar el ambiente de la incubadora con un pequeño recipiente con agua estéril, para minimizar la pérdida de humedad.
11. Se reportó los resultados (30)

Interpretación:

Se contó todas las colonias rojas sin importar su tamaño o la intensidad del tono rojo.
(30)

2.6.2. COLIFORMES TOTALES Y *E. coli*.

2.6.2.1. Coliformes Totales

Son bacterias de morfología bacilar, gram negativas, aerobias o anaerobias facultativas, no formadoras de endoesporas, oxidasa negativas y que fermentan la lactosa con formación de ácido y gas en 24 - 48 horas a 36°C . (1)

La definición de coliformes totales no está basada en criterios taxonómicos estrictos sino en reacciones bioquímicas específicas o en la apariencia de colonias características en medios selectivos o diferenciales. Son considerados microorganismos indicadores es decir que su presencia revela una contaminación del agua y los alimentos. (1)

2.6.2.2. *E. coli*

Es un huésped constante del intestino del hombre y de los animales de sangre caliente. Por su especificidad está considerado como un buen índice de contaminación fecal. Tiene el inconveniente de vivir poco tiempo en el ambiente extraentérico, por lo que su presencia en los alimentos indica contaminación reciente. Se destruye a temperatura de pasteurización y también durante su almacenamiento en frío. (9)

Procedimiento:

Este análisis microbiológico se lo hace mediante la técnica de 3M PLACAS PETRIFILM para recuento de Coliformes Totales y *E. coli*. (31)

1. Se pesó 25g de muestra en un frasco estéril.
2. Se añadió 225 g de diluyente estéril (en este caso se utilizó una solución salina al 0.85% estéril)
3. Se homogenizó la muestra mediante los métodos usuales.
4. Se colocó la Placa Petrifilm en una superficie plana y nivelada. Se levantó la lámina semitransparente superior.
5. Con la pipeta perpendicular a la Placa Petrifilm, se colocó 1 mL de la muestra en el centro de la película cuadrículada inferior.
6. Se bajó la película superior con cuidado evitando introducir burbujas de aire. No dejarlo caer.
7. Se colocó el aplicador para Alta Sensibilidad en la lámina superior sobre el inóculo. Se distribuyó la muestra ejerciendo una ligera presión sobre el mango del aplicador. No girar ni deslizar el aplicador.
8. Se levantó el aplicador. Se esperó de 2 a 5 minutos a que solidifique el gel.
9. Se incubó las placas cara arriba en grupos de no más de 10 piezas durante 48 hrs. (± 3 hrs.) a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$). Puede ser necesario humectar el ambiente de la incubadora con un pequeño recipiente con agua estéril, para minimizar la pérdida de humedad.
10. Se reportó los resultados (31)

Interpretación:

- **Coliformes Totales:** Se contó todas las colonias rojas con gas.
- ***E. coli.*:** Se contó todas las colonias azules con gas. (31)

2.7. ESTUDIO DE ESTABILIDAD NATURAL DEL SHAMPOO ELABORADO

Los estudios de estabilidad natural del producto terminado para obtener el periodo de vida útil propuesto por el fabricante deben corresponder a la zona climática IV en la que se encuentra Ecuador ($30^{\circ} \text{C} \pm 2$ y $70\% \text{ de H R} \pm 5$). El tiempo de duración del estudio debe corresponder al periodo útil propuesto y ha de incluir los resultados a intervalos de tiempo adecuados.

Este estudio de Estabilidad Natural consta del Análisis de los Parámetros de Calidad Físicos de cada shampoo a los siguientes tiempos:

- Una vez elaborado
- Treinta días
- Sesenta días

Para realizar las evaluaciones se colocó una muestra de 250 mL de cada shampoo elaborado en recipientes de vidrio, se los cerró herméticamente y se los expuso en un ambiente cerrado (interior de la casa), finalmente transcurridos los intervalos de tiempo planteados se efectuaron los ensayos correspondientes a los Parámetros de Calidad Físicos.

2.7.1. PARÁMETROS DE CALIDAD FÍSICOS

Para analizar estos parámetros se realizaron las siguientes pruebas:

- ✓ Análisis de las Características Organolépticas: Olor, color y aspecto.
- ✓ pH

- ✓ Densidad
- ✓ Viscosidad

Cabe señalar que cada ensayo se realizó siguiendo los procedimientos descritos anteriormente en el apartado de Control de Calidad del Shampoo.

2.8. METODOLOGÍA

2.8.1. FASE DE CAMPO

Se realizó la recolección del material vegetal de los campos de la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba en el Sector de San Gerardo, se recolectó las partes que teóricamente presentan una mayor concentración del gel en estudio como son las hojas de la sábila, los tallos de la tuna; y las raíces de la cabuya de la cual se extrajeron las saponinas.

El material fue debidamente etiquetado y se trasladó al Laboratorio de Farmacognosia de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH.

2.8.2. FASE DE LABORATORIO

En la fase de laboratorio se realizó el siguiente procedimiento para evaluar la actividad antisponge de los mucílagos de *Opuntia ficus*, *Aloe vera* y las saponinas de *Agave americana* en un shampoo:

- ✓ Extracción de los mucílagos de la tuna (*Opuntia ficus*), de la sábila (*Aloe vera*) y las saponinas de la cabuya (*Agave americana*)
- ✓ Elaboración del Shampoo con geles de tuna, sábila y saponinas de cabuya respectivamente.
- ✓ Estabilidad del Shampoo.

- ✓ Tratamiento a personas con cabello esponjado.
- ✓ Comparación entre los datos obtenidos con los shampoos elaborados y el shampoo comercial Anua.

Además se realizó un tratamiento estadístico de los datos:

- Análisis de Varianza.
- Análisis de la Regresión.

2.8.3. EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTISPONGE

- Una vez elaborados los diferentes tipos de shampoo con mucílago de tuna (*Opuntia ficus*), sábila (*Aloe vera*) y las saponinas de la cabuya (*Agave americana*) respectivamente; se evaluó el Efecto Antisponge del Shampoo Comercial Anua y el de los shampoos preparados anteriormente, realizando pruebas *in vivo* en 10 personas con cabello esponjado; a estas mismas personas se aplicaron los cuatro diferentes tratamientos teniendo un tiempo de tres días de separación entre el final y el inicio de cada tratamiento.
- Se registró la disminución del esponjamiento del cabello, mediante la medición de la parte posterior de la cabellera (tomando como referencia la altura de la hélice de la oreja) antes de iniciar el tratamiento y después de cada aplicación del shampoo cuidando que el cabello esté totalmente seco y sin ejercer mucha presión a la hora de medirlo.
- El Cuadro No. 4 se representa un esquema de los datos obtenidos y a continuación se explica la forma en que estos fueron tratados para realizar la evaluación del efecto Antisponge de los shampoos elaborados:

CUADRO No. 4 ESQUEMA DE LOS DATOS OBTENIDOS EN LA APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

MEDICIONES INICIALES DEL ESPONJAMIENTO DEL CABELLO EN (cm)					MEDIDAS DE LA PARTE POSTERIOR DEL CRANEO Y EL CABELLO EN (cm)
X _{1,0}	X _{1,1}	X _{1,2}	X _{1,3}	X _{1,4}	XC ₁
X _{2,0}	X _{2,1}	X _{2,2}	X _{2,3}	X _{2,4}	XC ₂
X _{3,0}	X _{3,1}	X _{3,2}	X _{3,3}	X _{3,4}	XC ₃
X _{4,0}	X _{4,1}	X _{4,2}	X _{4,3}	X _{4,4}	XC ₄
X _{5,0}	X _{5,1}	X _{5,2}	X _{5,3}	X _{5,4}	XC ₅
X _{6,0}	X _{6,1}	X _{6,2}	X _{6,3}	X _{6,4}	XC ₆
X _{7,0}	X _{7,1}	X _{7,2}	X _{7,3}	X _{7,4}	XC ₇
X _{8,0}	X _{8,1}	X _{8,2}	X _{8,3}	X _{8,4}	XC ₈
X _{9,0}	X _{9,1}	X _{9,2}	X _{9,3}	X _{9,4}	XC ₉
X _{10,0}	X _{10,1}	X _{10,2}	X _{10,3}	X _{10,4}	XC ₁₀

FUENTE: JUAN MACHADO

- ✓ Los valores presentes en el cuadro, expresan las mediciones iniciales del esponjamiento del cabello en cm. En donde las filas de la 1 hasta la 10 pertenecen a la paciente i-enésima, las columnas desde la 0 hasta la 4 (0 es antes de la aplicación) corresponden a la prueba j-enésima. (Ver Anexo No. 6)
- ✓ La notación X_{i,j}, representa la medición del esponjamiento en la prueba j-ésima en la paciente i-ésima.
- ✓ La notación XC_i, representa la medición de la parte posterior del cráneo y el cabello de la paciente i-ésima. Se tomaron estos valores puesto que la longitud del cráneo y la cantidad de cabello varían en cada individuo.
- ✓ A las mediciones iniciales, se les restó el valor de la longitud del cráneo (parte posterior y el cabello) para obtener únicamente el valor real del esponjamiento del cabello que es lo que nos interesa. (Ver Anexo No. 7)
- ✓ Para la verificación de la efectividad de los tratamientos, se obtuvo el porcentaje de reducción del esponjamiento, aplicando una regla de tres directa, tomando en cuenta el valor inicial (antes de la aplicación), y el valor final (después de la cuarta aplicación). (Ver Anexo No. 8)

$$E_{i,0} \text{ --- } 100\%$$

$$E_{i,4} \text{ --- } X$$

Donde:

$E_{i,0}$ = Valor real del esponjamiento antes de la aplicación en la paciente i-enésima

$E_{i,4}$ = Valor real del esponjamiento después de la cuarta aplicación en la paciente i-enésima.

X = Porcentaje de esponjamiento al final del tratamiento.

$$100\% - X = \text{reducción del esponjamiento en \%}$$

Los datos del porcentaje de reducción del esponjamiento del cabello por paciente al final de cada tratamiento se utilizarán para realizar el Análisis Estadístico.

2.9. TIPO DE DISEÑO EXPERIMENTAL

2.9.1. DISEÑO COMPLETO AL AZAR

Este diseño consiste en la asignación de los tratamientos en forma completamente aleatoria a las unidades experimentales (individuos, grupos, parcelas, jaulas, animales, insectos, etc.). Debido a su aleatorización irrestricta, es conveniente que se utilicen unidades experimentales de lo más homogéneas posibles: animales de la misma edad, del mismo peso, similar estado fisiológico; parcelas de igual tamaño, etc., de manera de disminuir la magnitud del error experimental, ocasionado por la variación intrínseca de las unidades experimentales. Este diseño es apropiado para experimentos de laboratorio, invernadero, animales de bioterio, aves, conejos, cerdos, etc., es decir, situaciones experimentales como de las condiciones ambientales que rodean el experimento.

Generalidades

- ✓ Es el más simple de todos los diseños.
- ✓ Se puede comparar cualquier número de tratamientos.
- ✓ Los tratamientos se aplican a las unidades experimentales al azar.
- ✓ Cualquier número de repeticiones es posible.

- ✓ Mejor estimación del error experimental que otro diseño.
- ✓ Útil para experimentos de laboratorios e invernaderos → unidades experimentales homogéneas.

Descripción del Problema

Variable respuesta: % de reducción del esponjamiento
 Factor de interés: Tipo de shampoo
 Unidades experimentales: Mujeres con cabello esponjado
 Modelo: $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$

μ : es la media global, asociada con un parámetro desconocido

α_i : efecto debido al tipo de shampoo utilizado

e_{ij} : error asociado a la observación Y_{ij}

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu$$

$$H_1 = \mu_i \neq \mu_j \text{ para } i \neq j$$

CUADRO No. 5 TABLA ANOVA

TABLA DE ANOVA				
FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	PRUEBA F
TRATAMIENTO	$SC_{TRAT} = \sum_{i=1}^k \frac{Y_i^2}{n_i} - \frac{(Y_{..})^2}{N}$	$k - 1$	$SC_T = \sum_{i=1}^k \frac{Y_i^2}{n_i} - \frac{(Y_{..})^2}{N} / k - 1$	$\frac{SC_T}{SC_E}$
ERROR	$SC_E = SC_T - SC_{TRAT}$	$N - k$	$SC_E = (SC_T - SC_{TRAT}) / N - k$	
TOTAL	$SC_T = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (Y_{ij})^2 - \frac{Y_{..}^2}{N}$	$N - 1$		

FUENTE: CAROLA FLORES

n: número de observaciones por tratamiento

k: número de tratamientos

N: número total de observaciones en el diseño

Y_{ij} : observación j – ésima del tratamiento i – ésimo

Y_i : suma de las observaciones en el tratamiento i

Y_i : promedio de las observaciones en el tratamiento i

Y_j : suma de las observaciones en la repetición j

\bar{Y}_j : promedio de las observaciones en la repetición j

$Y_{..}$: suma de todas las observaciones

$\bar{Y}_{..}$: promedio de todas las observaciones

CUADRO No. 6 CÓDIGOS DE LOS TRATAMIENTOS REALIZADOS. SHAMPOO DE TUNA, SHAMPOO DE SÁBILA Y SHAMPOO DE CABUYA A UN INTERVALO DE TIEMPO.

	REPETICIONES (PACIENTES)									
TRATAMIENTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ANUA	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
SABILA	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
TUNA	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
CABUYA	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10

FUENTE: JUAN MACHADO

NOMENCLATURA:

A_i : i -ésimo paciente que uso el shampoo de Comercial Anua

S_i : i -ésimo paciente que uso el shampoo de Sábila

T_i : i -ésimo paciente que uso el shampoo de Tuna

C_i : i -ésimo paciente que uso el shampoo de Cabuya

$i = 1, \dots, 10$

En la presente investigación se utilizó cuatro tipos de shampoo (Sábila, Tuna, Cabuya y el shampoo comercial Anua Antisponge). Cada paciente realizó 4 aplicaciones, cada una de ellas se efectuó pasando un día.

2.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Una vez tabulados los datos, se aplicaron las diferentes técnicas estadísticas que se detallan a continuación.

2.10.1. ANÁLISIS DE VARIANZA

Es un procedimiento estadístico que sirve para medir la variación total de las observaciones, la que se divide para sus componentes, quedando el residuo como error experimental. El análisis de varianza es un método para comparar dos o más medias de las observaciones o de los tratamientos, permite medir la variación de las respuestas numéricas como valores de evaluación de diferentes variables nominales. En esta investigación de análisis de varianza permitió establecer la relación entre una variable dependiente (actividad antisponge) y un factor independiente (tipo shampoo). (16)

2.10.2. ANÁLISIS DE REGRESIÓN

El análisis de regresión es un método que permite determinar la mejor relación funcional entre dos o más variables concomitantes o relacionadas.

Se realizó un análisis la regresión del efecto del shampoo en función al número de aplicaciones. (4)

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se exponen los resultados obtenidos los siguientes cuadros, para ser discutidos.

3.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MUCÍLAGOS DESHIDRATADOS DE TUNA (*Opuntia ficus*), SÁBILA (*Aloe vera*) Y LAS SAPONINAS DE CABUYA (*Agave americana*)

CUADRO No. 7 CARACTERÍSTICAS DE LOS MUCÍLAGOS DESHIDRATADOS DE TUNA, SÁBILA Y LAS SAPONINAS DE CABUYA

PARÁMETRO	MÉTODO	TUNA	SÁBILA	CABUYA
Presentación	Visual	Polvo	Polvo	Polvo
Tamaño de partícula	Visual y táctil	Granos gruesos	Granos finos	Granos medianamente gruesos
Color	Visual	Amarillo verdoso claro	Ligeramente ámbar	Ámbar oscuro
Olor	Olfativo	Agradable	Agradable	Agradable
Sabor	Gustativo	Ligeramente ácido y salino	Insípido	Amargo

FUENTE: JUAN MACHADO

En el cuadro anterior se reportan las características de los mucílagos y las saponinas deshidratadas, los cuales después de su tratamiento se transformaron en polvo que en el caso de la tuna presentó granos gruesos, la sábila granos finos y cabuya granos

medianamente gruesos. El color del polvo de tuna es amarillo verdoso claro, el de sábila ligeramente ámbar y de la cabuya ámbar oscuro, cabe mencionar que por acción del aire caliente circulante en el secador de bandejas parte del producto sufre reacción de pardeamiento químico (caramelización) en el caso de la tuna y la sábila. El olor en los tres casos es agradable. El sabor del deshidratado de tuna es ligeramente ácido y salino, el de sábila es insípido y cabuya amargo.

3.2. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL SHAMPOO DE TUNA (*Opuntia ficus*), SÁBILA (*Aloe vera*), CABUYA (*Agave americana*) Y DEL SHAMPOO COMERCIAL ANUA ANTISPONGE

CUADRO No. 8 ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DEL SHAMPOO DE TUNA, SÁBILA, CABUYA Y DEL SHAMPOO COMERCIAL ANUA ANTISPONGE

PARÁMETRO	MÉTODO	SHAMPOO ANUA	SHAMPOO DE TUNA	SHAMPOO DE SÁBILA	SHAMPOO DE CABUYA
Color	Visual	Blanco nacarado	Ligeramente Blanco nacarado	Ligeramente Crema nacarado	Café claro nacarado
Olor	Olfativo	Agradable	Agradable	Agradable	Agradable
Precipitado	Visual	No presenta	No presenta	No presenta	No presenta
Aspecto	Visual	Opaco	Opaco	Opaco	Opaco

FUENTE: JUAN MACHADO

En el cuadro No. 8 se puede apreciar los resultados del Análisis Organoléptico de los diferentes tipos de shampoo utilizados, así tenemos:

El shampoo Comercial Anua presenta un color blanco nacarado, el shampoo de Tuna en cambio es ligeramente blanco, el shampoo de sábila muestra un color ligeramente crema, por último el shampoo de cabuya es de color café claro, además de su color característico son nacarados cualidad que se debe al uso del euperland; los cuatro tipos de shampoo en

estudio tienen un olor agradable, no existe la presencia de precipitado, cuerpos extraños o impurezas y en cuanto a su aspecto es opaco.

3.3. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SHAMPOO DE TUNA (*Opuntia ficus*), SÁBILA (*Aloe vera*), CABUYA (*Agave americana*) Y DEL SHAMPOO COMERCIAL ANUA ANTISPONGE

En el cuadro No. 9 se pueden apreciar las características físicas de los diferentes tipos de shampoo en estudio, se debe indicar que los parámetros de densidad y viscosidad no tienen estándares de referencia con los cuales poderlos comparar, es decir que tendrán sus propias características dependiendo del tipo de shampoo analizado.

CUADRO No. 9 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SHAMPOO DE TUNA, SÁBILA, CABUYA Y DEL SHAMPOO COMERCIAL ANUA ANTISPONGE

PARÁMETRO	MÉTODO	SHAMPOO ANUA	SHAMPOO DE TUNA	SHAMPOO DE SÁBILA	SHAMPOO DE CABUYA
pH	Potenciómetro.				
	Valor Referencial (5,0 – 7,5)	6.33	6.61	6.57	6.22
Densidad (g/mL)	Picnometría	1.025	1.031	1.030	1.030
Viscosidad (cP)	Viscosimetría	4320.3	2031.2	2052.2	830.5

FUENTE: NTE. INEN 851, WHO guidelines for assessing quality of herbal medicines with reference to contaminants and residues, 2004.

El Shampoo Comercial Anua presenta un pH de 6.33; su densidad es 1.025 g/mL y su viscosidad es 4320.3 cP.

El Shampoo de Tuna presenta un pH de 6.61; su densidad es 1.031 g/mL y su viscosidad es 2031.2 cP.

El Shampoo de Sábila en cambio presenta un pH de 6.57; una densidad de 1.030 g/mL y viscosidad de 2052.2 cP.

En el caso del Shampoo de Cabuya su pH es de 6.22; una densidad de 1.030 g/mL y su viscosidad es 830.5 cP.

Notamos entonces que los valores de pH correspondientes a cada shampoo se encuentran dentro del valor de referencia, en cuanto a la densidad se evidencia que la densidad de cada shampoo es mayor a la del agua, además se aprecia que el shampoo de Anua presenta mayor viscosidad que los otros, siendo el shampoo de cabuya el que presenta menor viscosidad. Es probable que el shampoo de sábila presente mayor viscosidad que los otros dos shampoos elaborados debido a que la consistencia de su gel es mucho más espesa al momento de reconstituirlo.

3.4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL SHAMPOO DE TUNA (*Opuntia ficus*), SÁBILA (*Aloe vera*) Y CABUYA (*Agave americana*)

CUADRO No. 10 RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL SHAMPOO DE TUNA, SÁBILA Y CABUYA.

PARÁMETRO	MÉTODO	SHAMPOO DE TUNA	SHAMPOO DE SÁBILA	SHAMPOO DE CABUYA
Aerobios	Recuento por Placa			
	Petriefilm	< 1	< 1	< 1
Mesófilos	Valor de referencia			
	(1×10^5 UFC/g)			
Coliformes	Recuento por Placa			
	Petriefilm	< 1	< 1	< 1
Totales y <i>E. coli</i>	Valor de referencia			
	(10 UFC/g)			

FUENTE: NTE. INEN 851, WHO guidelines for assessing quality of herbal medicines with reference to contaminants and residues, 2004.

En el cuadro No. 10 se exponen los resultados del Análisis Microbiológico del shampoo de Tuna, Sábila y Cabuya respectivamente, estos valores reportados se encuentran dentro de los límites aceptables lo que es indicativo de la calidad de las técnicas de producción empleadas.

3.5. ESTABILIDAD NATURAL DEL SHAMPOO ELABORADO

CUADRO No. 11 RESULTADOS DE LA ESTABILIDAD DE LOS SHAMPOOS A CONDICIONES NORMALES 30° C + /- 2 Y 70% H.R +/-5. RIOBAMBA. NOVIEMBRE 2012

PARÁMETROS	MÉTODO	RESULTADOS								
		Shampoo de Tuna			Shampoo de Sábila			Shampoo de Cabuya		
		Día 1	Día 30	Día 60	Día 1	Día 30	Día 60	Día 1	Día 30	Día 60
Olor	Olfativo	Agradable	Agradable	Agradable	Agradable	Agradable	Agradable	Agradable	Agradable	Agradable
Color	Visual	Ligeramente Blanco nacarado	Ligeramente Blanco nacarado	Ligeramente Blanco nacarado	Ligeramente crema nacarado	Ligeramente crema nacarado	Ligeramente crema nacarado	Café claro nacarado	Café claro nacarado	Café claro nacarado
Aspecto	Visual	Semi_ viscoso	Semi_ viscoso	Semi_ viscoso	Semi_ viscoso	Semi_ viscoso	Semi_ viscoso	Semi_ viscoso	Semi_ viscoso	Semi_ viscoso
pH	Potenciómetro	6.61	6.59	6.55	6.57	6.50	6.48	6.22	6.15	6.12
Densidad (g/mL)	Picnómetro	1.031	1.028	1.027	1.030	1.028	1.025	1.030	1.026	1.023
Viscosidad (cP)	Viscosímetro	2031.2	2029.6	2025.3	2052.2	2050.8	2047.5	830.5	827.8	825.1

FUENTE: REGISTRO OFICIAL Nº 385 DE PRODUCTOS NATURALES 26 OCTUBRE DEL 2006

En el Cuadro No. 11 se muestra los resultados de la estabilidad natural de los diferentes tipos de shampoo elaborados, este estudio se realizó por dos meses a 30° C + / 2 y 70% H.R +/-5 que es el tiempo aproximado de utilización del producto en los domicilios. Se puede evidenciar que el producto no se ha alterado en sus propiedades; es decir el olor sigue siendo agradable, el color propio de cada shampoo ha permanecido inalterable, el aspecto continúa siendo semiviscoso característico de todo shampoo, el pH está dentro de la especificación que es de 5,0 - 7,5 y la densidad permanece siendo mayor a la del agua.

3.6.EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTISPONGE DEL SHAMPOO DE SÁBILA, TUNA, CABUYA Y DEL SHAMPOO COMERCIAL ANUA ANTISPONGE EN PERSONAS CON CABELLO ESPONJADO.

Para la evaluación del efecto antisponge de los mucílagos de *Opuntia ficus*, *Aloe vera* y las saponinas de *Agave americana* se procedió a aplicar los shampoos previamente elaborados a personas con cabello esponjado y se evaluó el porcentaje de reducción de esponjamiento del cabello.

Los datos que se muestran a continuación corresponden al Esponjamiento Real del cabello de las pacientes en (cm) y al Porcentaje de Reducción de esponjamiento del cabello al final del tratamiento, los cuales se obtuvieron de las mediciones de la cabellera y según el proceso explicado en el apartado Evaluación del Efecto Antisponge del Capítulo II. El análisis de los resultados se realizó comparando los porcentajes de los tratamientos entre sí utilizando la prueba ANOVA.

En el Cuadro No. 12 además se nombran las características del cabello de cada paciente, como se puede evidenciar se trató de que estas fueran lo más similares posibles para disminuir el error que puede ocasionar las diferencias entre individuos al momento de evaluar las actividad Antisponge de los productos preparados.

CUADRO No. 12 CARACTERÍSTICAS DEL CABELLO Y MEDIDAS DEL ESPONJAMIENTO REAL DE LAS PACIENTES

PACIENTE	CARACTERÍSTICAS DE CABELLO	ESPONJAMIENTO REAL (cm)
1	Largo, rizado y esponjado	31,4
2	Largo, ondulado y esponjado	17,8
3	Largo, ondulado y esponjado	32,4
4	Largo ligeramente ondulado y esponjado	10,1
5	Mediano, ondulado y esponjado	15,3
6	Mediano, ligeramente ondulado y esponjado	12,2
7	Mediano, rizado y esponjado	17,4
8	Mediano, ondulado y esponjado	30,2
9	Largo, ondulado y esponjado	30
10	Largo, ondulado y esponjado	28

FUENTE: JUAN MACHADO

CUADRO No. 13 DATOS PROMEDIOS DE LA EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTISPONGE DEL SHAMPOO DE SÁBILA, TUNA, CABUYA Y DEL SHAMPOO COMERCIAL ANUA ANTISPONGE POR PACIENTE. RIOBAMBA. NOVIEMBRE DEL 2012

TRATAMIENTO	REPETICIONES (PACIENTES)										%PROMEDIO DE REDUCCION
	R₁	R₂	R₃	R₄	R₅	R₆	R₇	R₈	R₉	R₁₀	
ANUA	56,37	68,54	76,54	80,20	31,37	53,28	56,32	46,69	46,67	44,64	56%
SÁBILA	68,15	71,35	85,19	90,10	29,41	49,18	62,07	51,99	46,00	40,36	59%
TUNA	66,88	50,56	68,52	94,06	27,45	46,72	44,25	44,37	39,00	33,21	52%
CABUYA	58,28	37,08	58,02	72,28	34,64	38,52	45,98	47,02	36,00	30,71	46%

FUENTE: JUAN MACHADO

A partir de los datos anteriores, se establece que el shampoo comercial Anua Antisponge presentó una reducción del 56% del esponjamiento del cabello en las pacientes que lo usaron, basándonos en este resultado se comprobó que los tres tipos de shampoo elaborados también presentan Actividad Antisponge, a más de esto notamos que el shampoo de Sábila al final del tratamiento produjo una reducción promedio de 59% del

esponjamiento superando al shampoo Comercial Anua. Observamos también que el shampoo de Tuna produjo una reducción del 52% del esponjamiento, mientras que el shampoo de Cabuya tan solo un 46%.

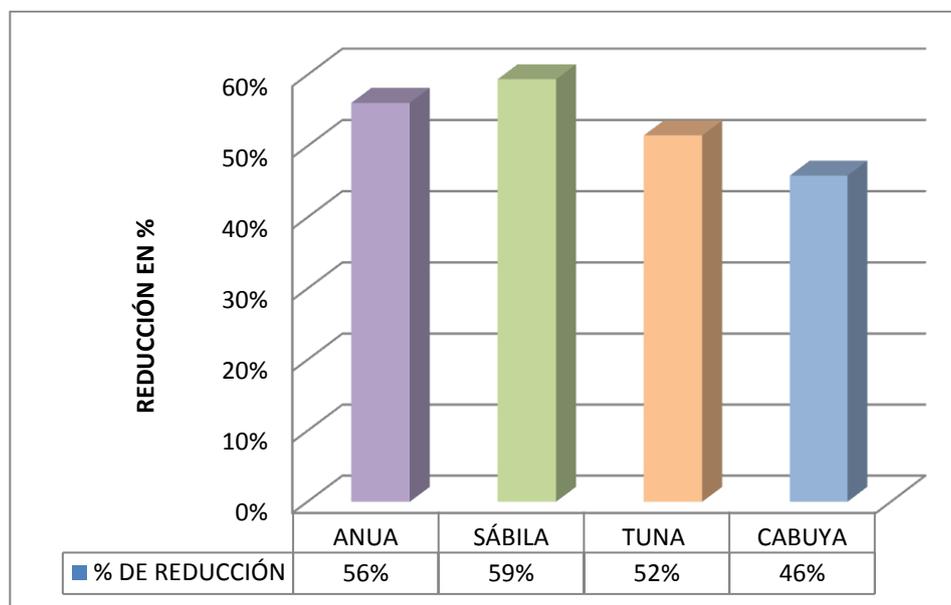


GRÁFICO No. 1 REDUCCIÓN PROMEDIO DE ESPONJAMIENTO DEL CABELLO DE LOS PACIENTES EN CADA TRATAMIENTO. RIOBAMBA DICIEMBRE 2012.

En el Gráfico No. 1 se observa la diferencia de reducción de esponjamiento del cabello existente en cada tratamiento, en donde se puede considerar que el shampoo que contiene mucílago de sábila es el que produjo mejores resultados.

3.7.VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DEL ESPONJAMIENTO DEL CABELLO POR APLICACIÓN EN CADA TRATAMIENTO

Los datos del cuadro No. 14 revelan que el mayor porcentaje de reducción del esponjamiento del cabello por aplicación, se observaron en el tratamiento realizado con el shampoo de Sábila, teniendo valores ascendentes en cada aplicación llegando así a obtener un valor máximo en la cuarta aplicación, datos que son superiores a los correspondientes al shampoo Anua. Además se puede evidenciar una misma tendencia

ascendente de la reducción del esponjamiento del cabello en los otros dos tratamientos (shampoo de tuna y shampoo de cabuya) pero en menor porcentaje que el shampoo comercial.

CUADRO No. 14 VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DEL ESPONJAMIENTO DEL CABELLO POR APLICACIÓN EN CADA TRATAMIENTO.

APLICACIÓN					
TRATAMIENTO	0	1	2	3	4
ANUA	0	23%	34%	45%	56%
SABILA	0	27%	38%	49%	59%
TUNA	0	20%	34%	44%	52%
CABUYA	0	15%	26%	35%	46%

FUENTE: JUAN MACHADO

Lo mencionado anteriormente se puede comprobar en el Gráfico No. 2

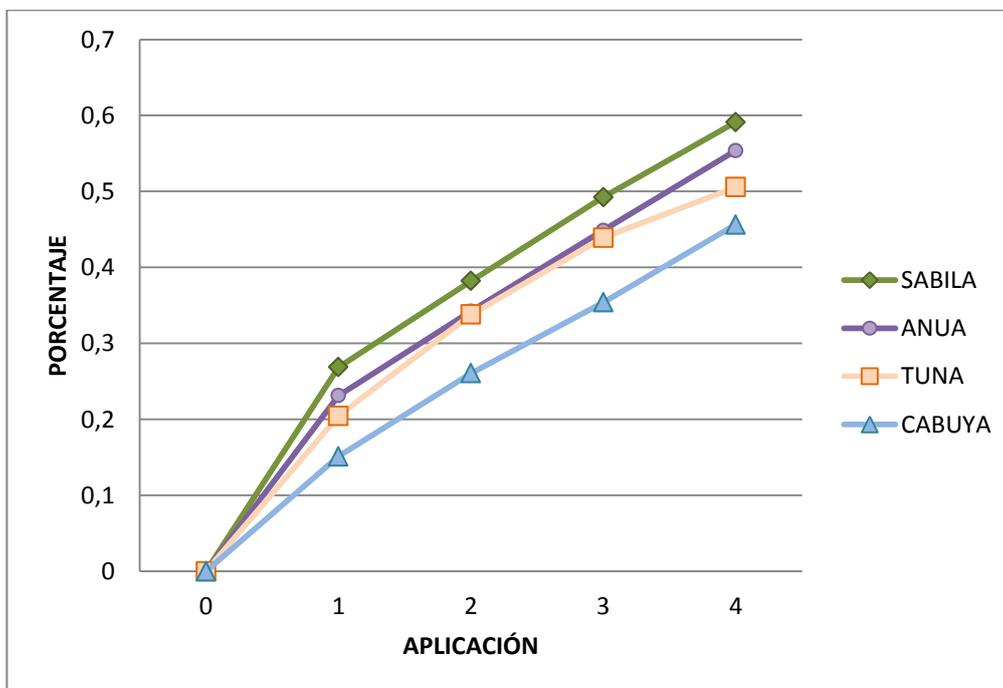


GRÁFICO No. 2 VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DEL ESPONJAMIENTO DEL CABELLO POR APLICACIÓN EN CADA TRATAMIENTO.

3.8. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ACTIVIDAD ANTISPONGE DE LOS SHAMPOOS DE SÁBILA, TUNA, CABUYA Y DEL SHAMPOO COMERCIAL ANUA EN PERSONAS CON CABELLO ESPONJADO.

HIPÓTESIS ESTADÍSTICA:

- **Hipótesis nula (H_0):** No existe diferencia significativa en los porcentajes de reducción del esponjamiento del cabello entre el tratamiento con shampoo comercial Anua y los productos elaborados.
- **Hipótesis Alternativa (H_1):** Al menos dos tratamientos presentan diferente porcentaje de reducción.

CUADRO No. 15 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DEL ESPONJAMIENTO DEL CABELLO ENTRE LOS TRATAMIENTOS CON SHAMPOO DE SÁBILA, TUNA, CABUYA Y EL SHAMPOO COMERCIAL ANUA ANTISPONGE

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Prueba F	Valor P	Valor crítico para F
Tratamiento	1032,204	3	344,068	1,165	0,337	2,866
Error	10.634,758	36	295,410			
Total	11.666,962	39				

FUENTE: JUAN MACHADO

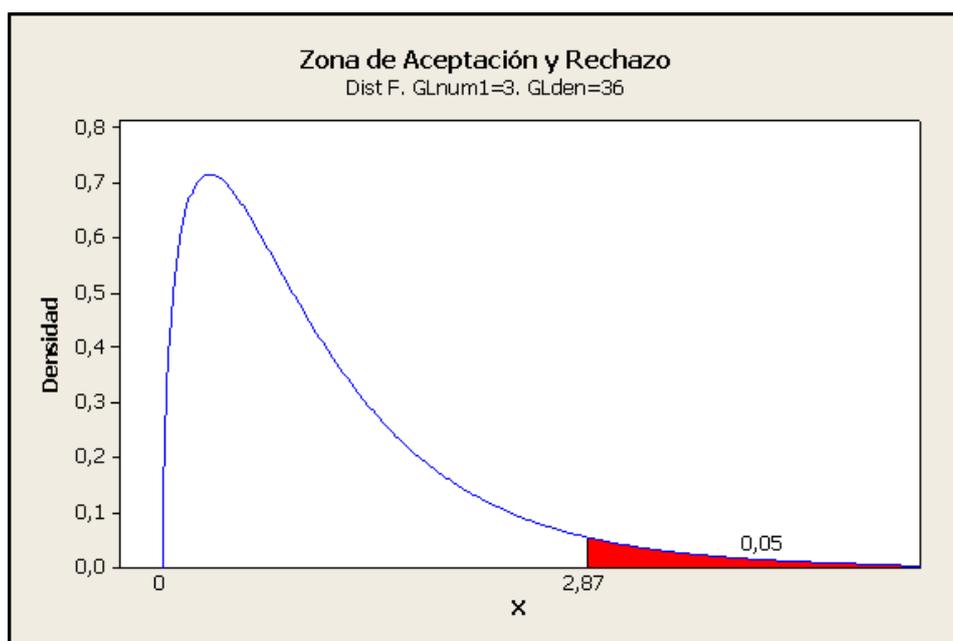


GRÁFICO No. 3 ZONA DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO DE LA HIPÓTESIS NULA

Interpretación: Como el valor del estadístico de prueba F (1,165) es menor que el valor crítico (2,866) se procede a aceptar H_0 , es decir, no existe diferencia significativa entre el porcentaje de reducción del esponjamiento del cabello alcanzado por el shampoo comercial Anua y los shampoos de sábila, tuna y cabuya.

Decisión: Ya que el valor p (0,337) es mayor que el nivel de significancia (0,05) se procede a aceptar H_0 , afirmando lo anteriormente dicho.

3.9. ANÁLISIS DE REGRESIÓN DEL EFECTO DEL SHAMPOO VS. EL NÚMERO DE APLICACIONES

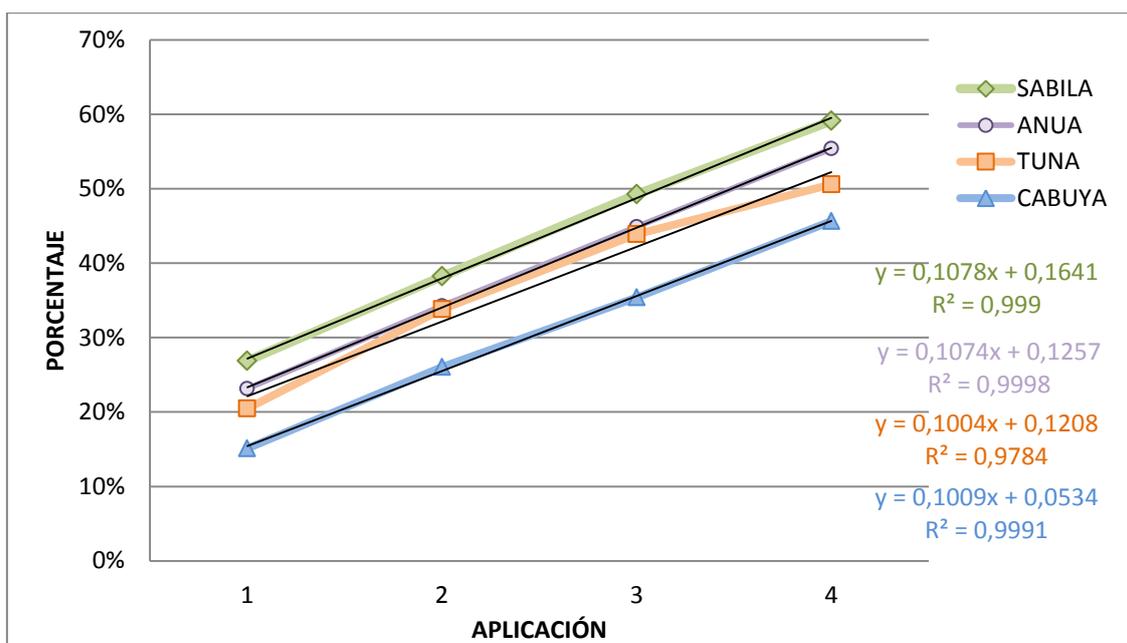


GRÁFICO No. 4 ANÁLISIS DE REGRESIÓN DEL EFECTO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE SHAMPOO UTILIZADOS CON RELACIÓN AL NÚMERO DE APLICACIONES

Según el gráfico No. 4, se puede deducir lo siguiente:

- ✓ El esponjamiento del cabello se reduce paulatinamente con la aplicación de cada shampoo.
- ✓ El shampoo comercial Anua presenta un 99,9% de reducción del esponjamiento del cabello mediante su aplicación, es decir que por cada aplicación se reduce un 10,74% de dicho esponjamiento.

- ✓ En el caso del shampoo de sábila se puede mencionar que el 99,9 % de la reducción del esponjamiento del cabello está asociado con la aplicación del shampoo y por cada aplicación de este producto en el cabello se reduce un 10,78% del esponjamiento del cabello.
- ✓ Para el shampoo de tuna se tiene que el 97,8 % de la reducción del esponjamiento del cabello se asocia con la aplicación del shampoo; y se controla 10,04% del esponjamiento por cada aplicación de este tipo de shampoo.
- ✓ La relación de reducción del esponjamiento y la aplicación del shampoo de cabuya es de 99,9% además se tiene que por cada aplicación de este shampoo se controla 10,09% del esponjamiento.

CUADRO No. 16 PORCENTAJES DE REDUCCIÓN DEL ESPONJAMIENTO DEL CABELLO PRONOSTICADOS MEDIANTE EL USO DE LA ECUACIÓN DE REGRESIÓN

APLICACIÓN (X)	TIPOS DE SHAMPOO							
	ANUA $y = 0,1074x + 0,1257$		SÁBILA $y = 0,1078x + 0,1641$		TUNA $y = 0,1004x + 0,1208$		CABUYA $y = 0,1009x + 0,0534$	
	% R.P	% R.R	% R.P	% R.R	% R.P	% R.P	% R.R	% R.R
1	27%	23%	27%	27%	22%	20%	15%	15%
2	34%	34%	38%	38%	32%	34%	26%	26%
3	45%	45%	49%	49%	42%	44%	36%	35%
4	56%	56%	60%	59%	52%	51%	46%	46%
5	66%	----	70%	----	62%	----	56%	----
6	77%	----	81%	----	72%	----	66%	----
7	88%	----	92%	----	82%	----	76%	----
8	98%	----	----	----	92%	----	86%	----
9	----	----	----	----	----	----	96%	----

FUENTE: JUAN MACHADO

%R.P= PORCENTAJE DE REDUCCIÓN PRONOSTICADO

% R.R= PORCENTAJE DE REDUCCIÓN REAL

El Cuadro No. 13 complementa el Análisis de la Regresión del Efecto Antisponge del Shampoo vs. Aplicación ya que nos permite observar en que número de aplicación se obtendrá el valor máximo de Reducción del Esponjamiento del Cabello para cada tipo de shampoo aplicado, de esta manera los resultados muestran que el shampoo Comercial Anua alcanzará su valor máximo de reducción del esponjamiento del cabello (98%) en la octava aplicación, mientras que el shampoo sábila alcanzará su mayor valor de reducción de esponjamiento del cabello (92%) en la séptima aplicación, el shampoo de tuna tendrá su valor máximo (92%) en la octava aplicación y el shampoo de cabuya necesitará de nueve aplicaciones para alcanzar su valor máximo de reducción del esponjamiento (96%).

Se puede determinar mediante el Gráfico No. 4 y el Cuadro No. 13 que el uso continuo de los diferentes tipos de shampoo elaborados provocará una disminución en el esponjamiento del cabello, es decir, como se dijo anteriormente los tres shampoos cumplirán con este objetivo, sin embargo la diferencia radica en que número de aplicación se evidenciará el máximo valor de reducción del esponjamiento del cabello.

Debido a que los tres tipos de shampoo cumplen la misma función se optaría por elegir el Shampoo de Sábila, puesto que es el que presenta mayor Efecto Antisponge incluso por encima de los valores del shampoo Comercial Anua y debido a que la obtención de la materia prima es mucho más accesible para la extracción de su mucílago.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES

1. Los shampoos preparados con mucílagos de Tuna (*Opuntia ficus*), Sábila (*Aloe vera*) y las saponinas de Cabuya (*Agave americana*) respectivamente, presentaron actividad Antisponge en personas con cabello esponjado, comprobándose que la hipótesis se cumple al evaluar y comparar su efecto con el shampoo comercial Anua Antisponge; el shampoo de sábila fue el que presentó un mayor porcentaje de reducción del esponjamiento del cabello (59%), valor que resultó superior al obtenido por el shampoo comercial Anua (56%); los shampoos de tuna y sábila presentaron un 52% y 46% de reducción del esponjamiento del cabello.
2. Se elaboraron tres diferentes tipos de shampoo mediante la adición de una solución de mucílagos y saponinas a la formulación establecida para un shampoo comercial, el poder antisponge se determinó estadísticamente con una Prueba F que dió (1,165) que es menor al Valor Crítico 2,866 por lo tanto no hay diferencia significativa entre el shampoo comercial Anua y los elaborados.
3. Se realizaron los ensayos pertinentes para la extracción de los mucílagos de tuna y sábila, de igual manera para las saponinas de la cabuya. Al observar los diferentes deshidratados se notó que el polvo de sábila presentaba granos finos, el de tuna granos gruesos y el de cabuya granos medianamente gruesos. El color del polvo de tuna es amarillo verdoso claro, el de sábila ligeramente ámbar y de la cabuya ámbar oscuro. El olor en los tres casos es agradable. El sabor del deshidratado de tuna es ligeramente ácido y salino, el de sábila es insípido y cabuya amargo. La reconstitución de los deshidratados para ser incorporados al shampoo base se realizó en 100 mL de agua a 30° C durante 9 minutos.

4. El Control de Calidad de los shampoos elaborados mostró las siguientes características: Color ligeramente blanco nacarado, ligeramente crema nacarado y café claro nacarado para los shampoos de tuna, sábila y cabuya respectivamente; olor agradable, sin presencia de precipitado y aspecto opaco. El shampoo de tuna obtuvo pH de 6.61, densidad de 1.031 g/mL, viscosidad de 2031.2 cP; el shampoo de sábila un pH de 6.57, densidad de 1.030 g/mL, viscosidad de 2052.2 cP; el shampoo de cabuya un pH de 6.22; densidad de 1.030 g/mL y viscosidad de 830.5 cP. Además los valores reportados del Análisis Microbiológico del shampoo se encuentran dentro de los límites aceptables lo que es indicativo de la calidad de las técnicas de producción empleadas.

5. El estudio de Estabilidad Natural del shampoo comprobó que el producto no se ha alterado en sus propiedades; es decir el olor sigue siendo agradable, el color propio de cada shampoo ha permanecido inalterable, el aspecto continúa siendo semiviscoso característico de todo shampoo, el pH está dentro de la especificación que es de 5,0 - 7,5 y la densidad permanece siendo mayor a la del agua.

6. El Análisis de Regresión indicó que el esponjamiento del cabello se reduce paulatinamente con la aplicación de cada shampoo, se puede mencionar que en cada tratamiento y por paciente el 99,9 % de la reducción del esponjamiento del cabello depende del uso del shampoo comercial Anua, un valor similar (99,9%) se asocia al uso del shampoo de sábila, un 97,8% para el shampoo de tuna y un 99,9% para el de cabuya; además por cada aplicación del shampoo Anua se controla un 10,74% del esponjamiento del cabello, mientras que los shampoos de sábila, tuna y cabuya controlan por aplicación un 10,78% ; 10,04% y 10,09% respectivamente. Mediante el uso de la ecuación de la recta se pronosticó que el shampoo comercial Anua alcanzará su mayor efecto Antisponge en la octava aplicación, en cambio el shampoo de sábila lo hará únicamente en la séptima aplicación, los shampoos de tuna y cabuya tendrán su máximo efecto en la octava y novena aplicación.

7. Se concluye entonces que de los tres tratamientos elaborados el shampoo de sábila es la mejor opción para tratar el cabello esponjado puesto que presenta mayor Efecto Antisponge incluso por encima de los valores del shampoo Comercial Anua y debido a que la obtención de la materia prima es mucho más accesible para la extracción de su mucílago.

CAPÍTULO V

5. RECOMENDACIONES

1. En vista que se comprobó que los tres tipos de shampoo elaborados presentan actividad Antisponge, se podría ampliar el estudio de los mismos comparando su efecto con otro shampoo comercial que tenga la misma función.
2. Dado que el shampoo con mucílagos de sábila (*Aloe vera*) fue el que mejor resultados dio, es recomendable usarlo para implementar otro tipo de productos para el cabello como acondicionador y crema de peinar para completar la línea de productos Antisponge.
3. También se recomienda realizar shampoo con mezcla de estos mucílagos y saponinas para conocer si es posible potenciar su efecto.

CAPÍTULO VI

6. RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue Evaluar el Efecto Antisponge de los mucílagos de Opuntia ficus, Aloe vera y las saponinas de Agave americana en un shampoo, los estudios se realizaron en el Laboratorio Planta Piloto de la Facultad de Ciencias PIC 113 de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Los mucílagos y saponinas se extrajeron a través de un proceso de muestreo y licuado de los vegetales, las soluciones resultantes fueron deshidratadas en un secador de bandejas. Para la elaboración de los tres tipos de shampoo se siguió la fórmula establecida y se añadió los mucílagos y las saponinas respectivamente.

Las propiedades físicas de los shampoos fueron: Tuna pH de 6.61, densidad 1.031 g/mL y viscosidad de 2031.2 cP; Sábila pH 6.57, densidad 1.030 g/mL y viscosidad de 2052.2 cP; Cabuya pH 6.22, densidad 1.030 g/mL y viscosidad de 830.5 cP. La evaluación del efecto Antisponge de los shampoos se determinó con la aplicación a 10 personas con cabello esponjado, se realizaron tres tratamientos con 4 repeticiones pasando un día para cada uno; los datos obtenidos permitieron comparar los tratamientos en estudio con el shampoo comercial de actividad Antisponge conocida de Marca Anua.

Estadísticamente se concluyó que los tres tratamientos son efectivos, sin embargo el mejor fue el de sábila porque redujo un 59% del esponjamiento del cabello hasta su cuarta aplicación, valor superior al obtenido por el shampoo Anua (56%).

Se recomienda realizar shampoo con mezcla de estos mucílagos y saponinas para conocer si es posible potenciar su efecto.

SUMMARY

This research objective was to evaluate the Anti-frizz effect of the mucilage of *Opuntia ficus*, *Aloe vera* and the *American agave* saponins in a shampoo, the studies were developed in the PIC 113 Science Faculty Pilot Plant Lab in the Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.

The mucilages and saponins were extracted through a sample and blended vegetables process; the final solutions were dried in a try drier. The established formula was followed for the three types of shampoos elaboration; mucilages and saponins were added respectively.

The shampoo physical properties were: Tuna 6.61 pH, 1.031 g/mL density and 2031.2 cP viscosity; aloe 6.57 pH, 1.030 g/mL density and 2052.2 cP viscosity; Pita fibre 6.22 pH, density and 830.5 cP viscosity. The shampoos anti-frizz effect evaluation was determined with the shampoo application to 10 people with fluffy hair, three treatments with four repetitions every other day were developed; the obtained data allow comparing the studied treatments with the Anua brand anti-frizz shampoo.

Statistically it was concluded that all three treatments are effective, however the best was Aloe because it reduced 59% the frizz until the four time it is used, this value is higher than the obtained with Anua shampoo (56%).

It is recommended to make a shampoo with a mixture of these mucilages and saponins in order to know if it is possible to increase its effect.

CAPÍTULO VII

7. BIBLIOGRAFÍA

1. **ATS/DUE PERSONAL LABORAL DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE EXTREMADURA.,** Temario Específico., Volumen II., 2ª. ed., Madrid – España., Editorial MAD., 2006., pp. 598 -599
2. **CALAVERAS, J.,** Nuevo Tratado de Panificación y Bollería., 2ª. ed., Madrid – España., AMV Ediciones., 2004., p. 576
3. **CALDERÓN, E.,** Depilación Mecánica y Técnicas Complementarias., Alicante – España., Editorial Club Universitario., 2009., pp. 15-16
4. **GONZALES, G.,** Métodos Estadísticos y Principios de Diseño Experimental., 2ª. ed., Quito – Ecuador., Universidad Central del Ecuador., 1985., pp. 181-198.
5. **KNISHINSKY, R.,** Usos médicos del Nopal., Toronto – Canadá., Editorial Inner Traditions., 2010., pp. 75, 77.

6. **KÖNEMAN,** Botánica., China., Editorial Tandem Verlag GmbH., 2003., p. 83

7. **OCÉANO,** Enciclopedia Práctica de la Agricultura y Ganadería., Barcelona – España., Editorial Océano., 2006., pp. 717-718

8. **PAMPLONA, J.,** Enciclopedia de las Plantas Medicinales., Tomo II., 2^a. ed., Buenos Aires – Argentina., Editorial Safeliz., 2006., pp. 558, 694-695, 718

9. **PASCUAL M., CALDERÓN V.,** Microbiología Alimentaria., Madrid – España., Editorial Díaz de Santos., 2000., p. 21

10. **STEVENS, N.,** Aloe vera., 7^a. ed., Barcelona – España., Editorial Sirio., 2000., pp. 12, 100

11. **TOSCO, U.,** Diccionario de Botánica., 2^a. ed., Barcelona – España., Editorial Teide., 1989., pp. 13, 181

12. **WELSCH, U., SABOTTA, J.,** Histología., 2^a. ed., Madrid – España., Editorial Médica Panamericana., 2010., pp. 562-563

13. **WILKINSON, J., MOORE, R.,** Cosmetología de Harry., 2ª. ed., Madrid – España., Ediciones Díaz de Santos., 1990., pp. 478-480

14. **FRANQUILINO, E.,** Productos para los cabellos. Cosméticos y Tecnología Latinoamérica (Brasil) (1): 7-13., 2010.

15. **SARH, SAM, CONAZA.,** El Nopal., México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales., Publicación Especial N° 31. DF México., 1981., 34, 41-42 pp.

16. **BARRAGAN, R.** 1997. Principios de Diseño Experimental. pp. 10-21.

17. **CAMACHO, D.,** Determinación de la Actividad Insecticida del shampoo con extracto de *Sambucus nigra L*, *Franseria artemisioides W*, y *Tagetes zipaquirensis H* en *Ctenocephalides canis.*, Facultad de Ciencias Escuela de Bioquímica y Farmacia de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Riobamba-Ecuador., TESIS., 2011., pp. 22-23

18. **CHAPALBAY, E.,** Elaboración de un Gel de *Aloe vera* para el tratamiento del acné., Facultad de Ciencias Escuela de Bioquímica y Farmacia de la Escuela Superior Politécnica de

Chimborazo., Riobamba-Ecuador., TESIS., 2006., pp. 60,66

19. **CHUNATA, L.,** Tratamiento de la pityriasis capitis del cuero cabelludo producida por *Malassezia globosa* con shampoo de romero (*Rosmarinus officinalis*)., Facultad de Ciencias Escuela de Bioquímica y Farmacia de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Riobamba-Ecuador., TESIS., 2011., pp. 41

20. **COFRE, C.,** Determinación de la actividad insecticida y/o anti alimentario del aceite esencial de Tzinsu *Tagetes minuta* en *Drosophila melanogaster*., Facultad de Ciencias Escuela de Bioquímica y Farmacia de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Riobamba-Ecuador., TESIS., 2011., pp. 40-44.

21. **GRANDA, M.,** Deshidratación de los Mucílagos Hidrosolubles de los Tallos de Tuna (*Opuntia ficus*) Cultivados en el Cantón Guano. Facultad de Ciencias Escuela de Bioquímica y Farmacia de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Riobamba-Ecuador., TESIS., 2010., pp. 57

22. **GUAMÁN, C.,** Utilización de la Sábila o *Aloe Vera* (*Aloe barbadensis*) como detergente, humectante y suavizante para fibras de Lana a nivel de laboratorio., Facultad de Ciencias de la Ingeniería Escuela de Ingeniería Textil de la

Universidad Tecnológica Equinoccial., Quito-Ecuador.,
TESIS., 2005., p. 26

23. **VAZQUEZ, O.**, Extracción de coagulantes naturales del nopal y aplicación en la clarificación de aguas superficiales., Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Ambiental Universidad Autónoma de Nuevo León., Monterrey – México., TESIS., 1994. pp. 3-4

BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET

24. CABELLO ESPONJOSO

<http://paraellas.net/index.php/cabello-esponjoso/>

2012-12-13

25. EL NOPAL: RECURSO NATURAL CIEN POR CIENTO APROVECHABLE

www.infarmate.org.mx/pdfs/Septiembre_octubre/articulo_nopal.pdf

2013-02-02

26. LAS DIVERSAS APLICACIONES DE LA CARBOXIMETILCELULOSA

<http://www.quiminet.com/articulos/las-diversas-aplicaciones-de-la-carboximetilcelulosa-cmc-16089.htm>

2013-01-15

27. OPTIMIZACIÓN DE LA EXTRACCIÓN DEL MUCÍLAGO DE NOPAL

www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/queretaro11/.../CIII-71.pdf

2013-03-24

28. PELO

<http://es.wikipedia.org/wiki/Pelo>

2013-01-06

29. QUÉ CLASE DE INGREDIENTES CONTIENEN LOS PRODUCTOS PARA EL CUIDADO DEL CABELLO QUE COMBATEN EL FRIZZ

http://www.pantene.com.gt/es_GT/article/CIENCIA-QUE_INGREDIENTES_CONTIENEN_LOS_PRODUCTOS_PARA_EL_CUIDADO_DEL_FRIZZ.aspx

2012-12-23

30. RECOMENDACIONES DE USO DE PLACAS PETRIFILM PARA EL RECuento DE AEROBIOS

www.microlabscr.com/resources/rta.pdf

2012-12-24

31. RECOMENDACIONES DE USO DE PLACAS DE ALTA SENSIBILIDAD PARA RECuento DE COLIFORMES

www.microlabscr.com/resources/rta.pdf

2012-12-24

32. TRATAMIENTOS PARA EL CABELLO MALTRATADO

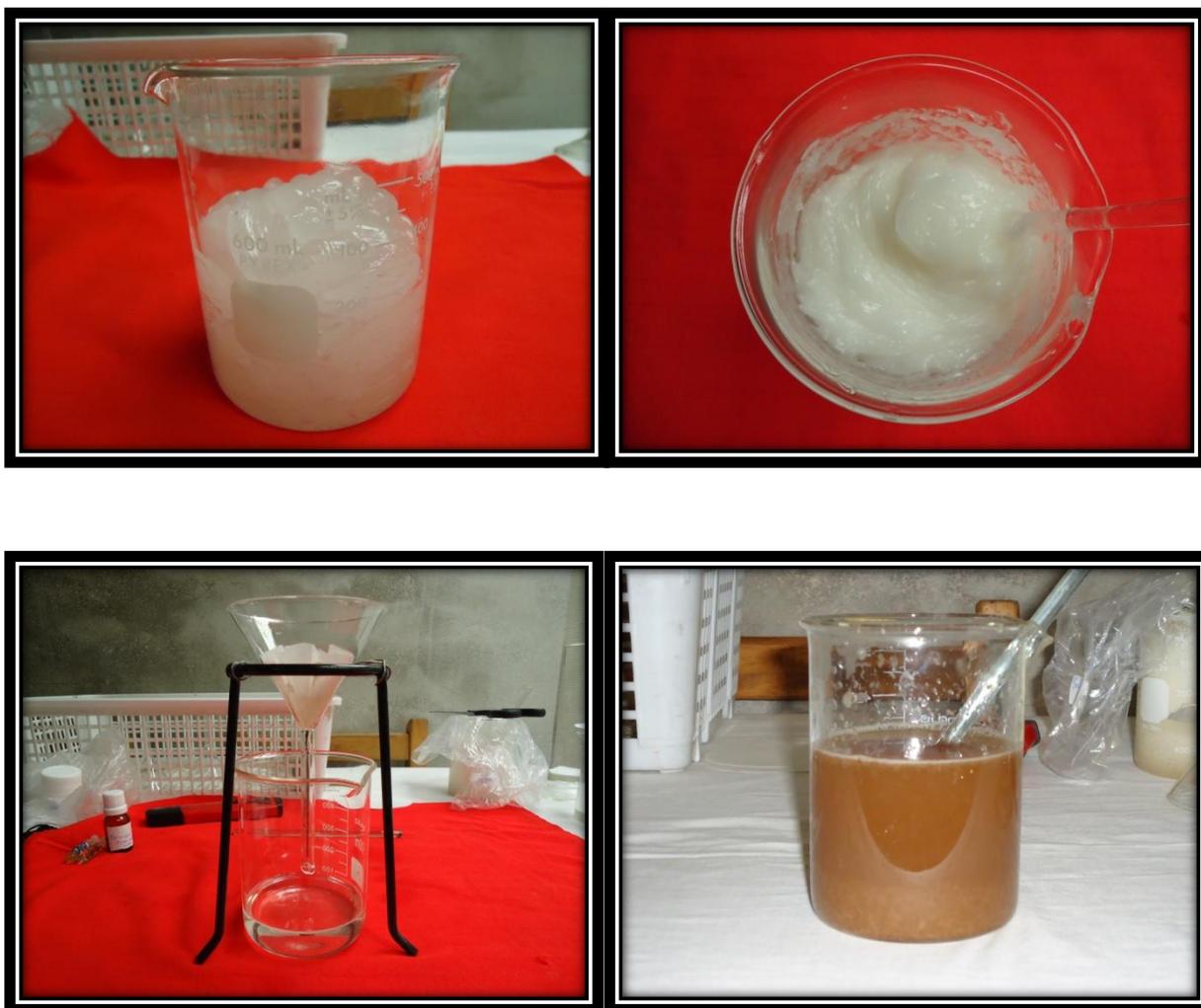
<http://cabellomaltratado.com/tratamientos-para-el-cabello-maltratado-y-con-frizz/>

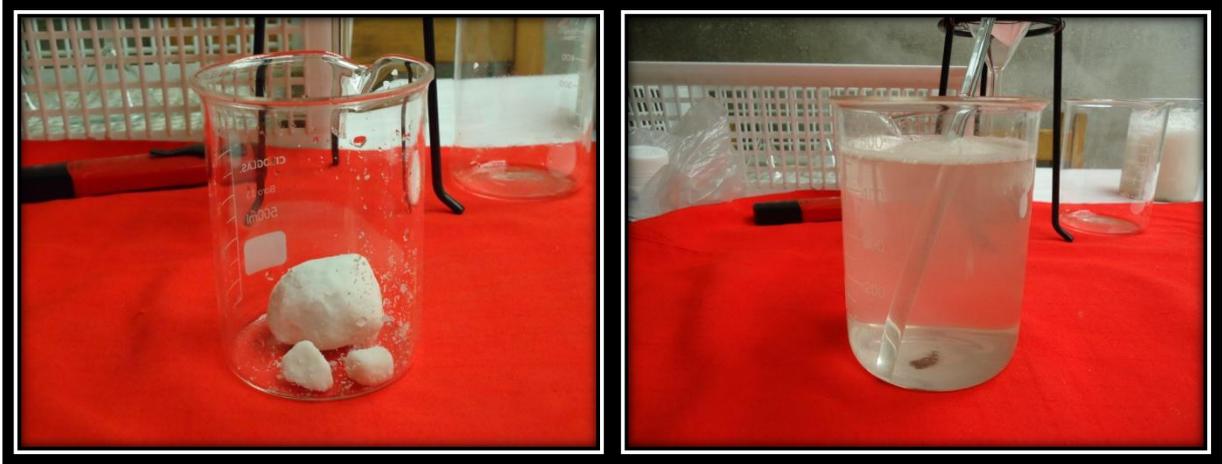
2013-03-26

CAPÍTULO VIII

8. ANEXOS

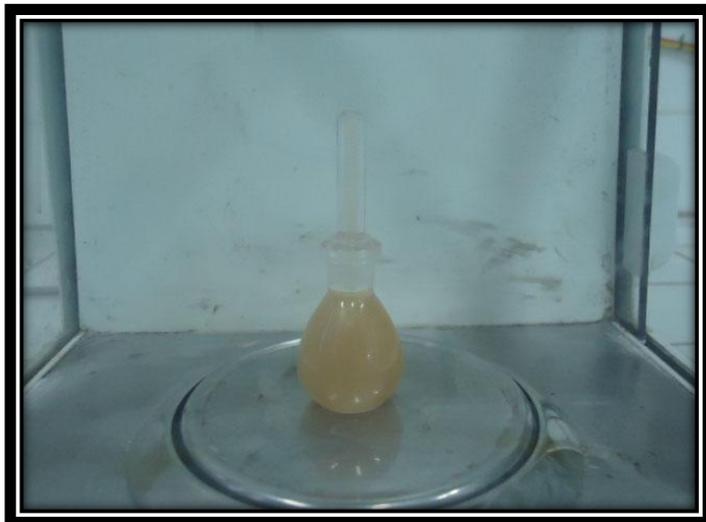
ANEXO No. 1 PREPARACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE SHAMPOO





ANEXO No. 2 ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SHAMPOO

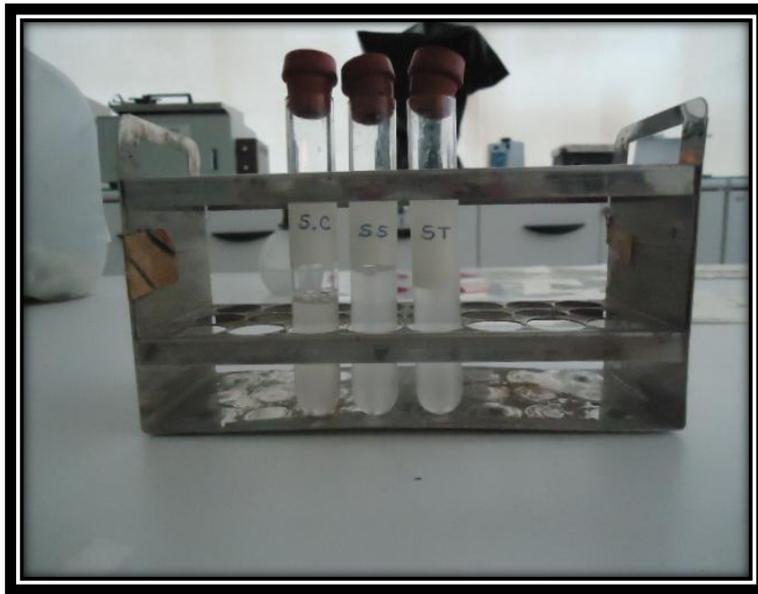




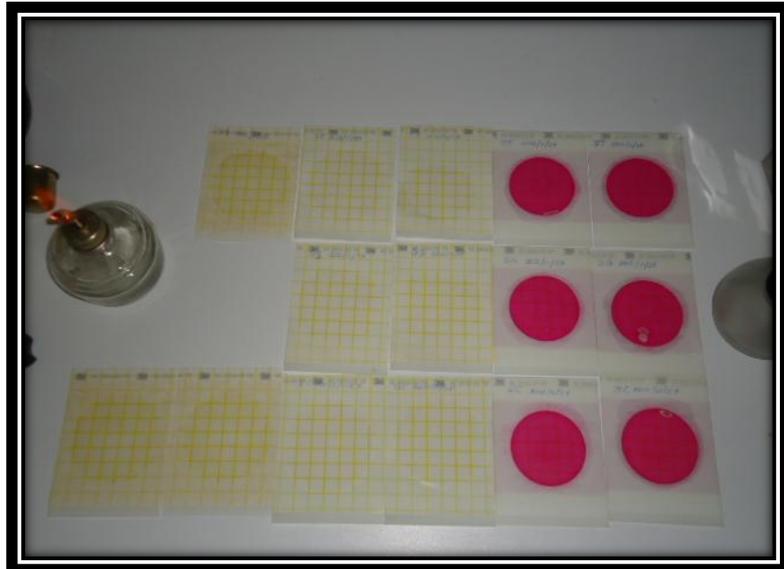


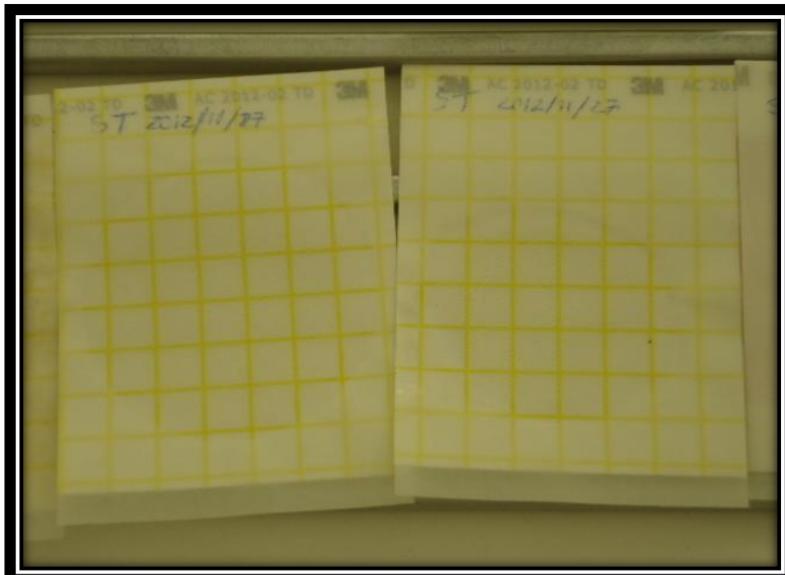
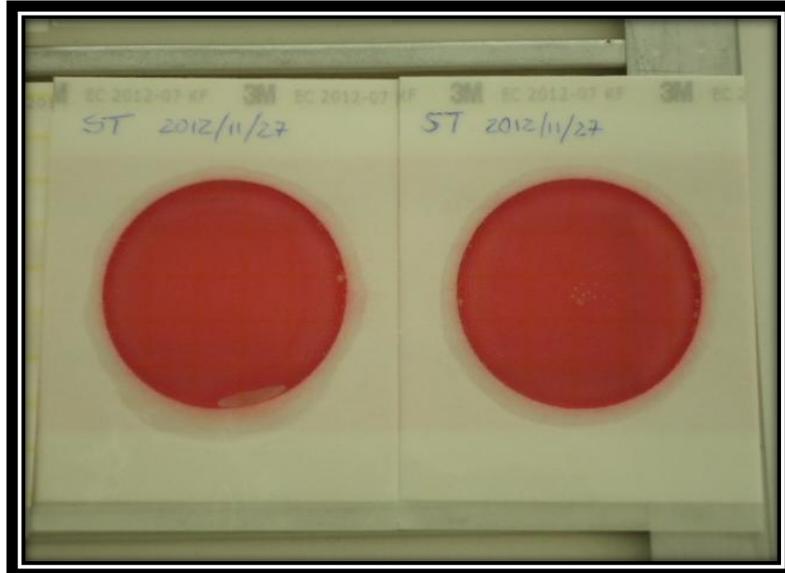
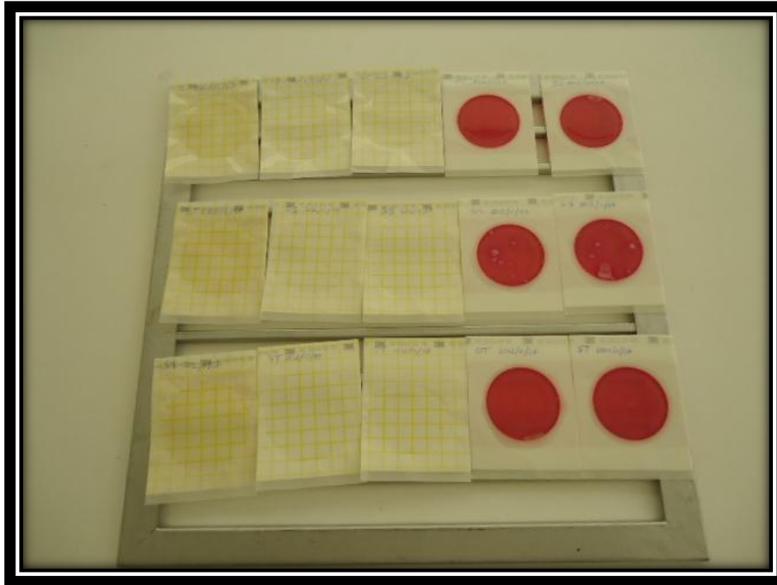
ANEXO No. 3 ESTUDIO MICROBIOLÓGICO DEL SHAMPOO











ANEXO No. 4 RESULTADOS OBTENIDOS POR LA APLICACIÓN DE LOS SHAMPOOS EN LAS PACIENTES



Cabello de la paciente antes de la aplicación de los tratamientos



Tratamiento con shampoo Anua



Tratamiento con shampoo de sábila



Tratamiento con shampoo de tuna



Tratamiento con shampoo de cabuya



Cabello de la paciente antes de la aplicación de los tratamientos



Tratamiento con shampoo Anua



Tratamiento con shampoo de sábila



Tratamiento con shampoo de tuna



Tratamiento con shampoo de cabuya

ANEXO No. 5 VALORES ORIGINALES DE LAS MEDICIONES DEL CABELLO DE LAS PACIENTES EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS APLICADOS

VALORES ORIGINALES DE LAS MEDICIONES DEL CABELLO CON EL SHAMPOO COMERCIAL ANUA

PACIENTES	MEDIDA CRÁNEO + CABELLO (cm)	ANTES (cm)	APL.1 (cm)	APL.2 (cm)	APL. 3 (cm)	APL. 4 (cm)
1	29,6	61	47,5	45,2	43,3	49,2
2	28,3	46,1	37,2	34,5	33,9	40,5
3	30	62,4	43,2	41,5	37,6	46,6
4	30,4	40,5	35	33,6	32,4	38,1
5	30	45,3	43,8	41,2	40,5	44,8
6	30,8	43	39,7	38,1	36,5	40,2
7	29,6	47	42,4	39,1	37,2	44,6
8	30,5	60,7	54,6	51,7	46,6	57,8
9	30	60	52,2	49,4	46	56,2
10	28,7	56,7	50,1	47,5	44,2	52,7
PROMEDIO		52,27	44,57	42,18	39,82	47,07

FUENTE: JUAN MACHADO

APL = APLICACIÓN

VALORES ORIGINALES DE LAS MEDICIONES DEL CABELLO CON EL SHAMPOO DE SÁBILA

PACIENTES	MEDIDA CRÁNEO + CABELLO (cm)	ANTES (cm)	APL.1 (cm)	APL.2 (cm)	APL. 3 (cm)	APL. 4 (cm)
1	29,6	61	45,8	43,5	42,7	39,6
2	28,3	46,1	40	38,3	35	33,4
3	30	62,4	43,7	41,4	36	34,8
4	30,4	40,5	37,5	35,7	32,5	31,4
5	30	45,3	44	42,2	41	40,8
6	30,8	43	42,2	41	40,3	37
7	29,6	47	43,3	42	38,7	36,2
8	30,5	60,7	57,1	51,4	48,8	45
9	30	60	55,7	50,8	48	46,2
10	28,7	56,7	53	50,5	49	45,4
PROMEDIO		52,27	46,23	43,68	41,2	38,98

FUENTE: JUAN MACHADO

APL = APLICACIÓN

VALORES ORIGINALES DE LAS MEDICIONES DEL CABELLO CON EL SHAMPOO DE TUNA

PACIENTES	MEDIDA CRÁNEO + CABELLO (cm)	ANTES (cm)	APL.1 (cm)	APL.2 (cm)	APL. 3 (cm)	APL. 4 (cm)
1	29,6	61	50,7	45,3	41,5	40
2	28,3	46,1	40,8	38,8	37,5	37,1
3	30	62,4	54	47,4	41,5	40,2
4	30,4	40,5	38	34,3	32,1	31
5	30	45,3	44,5	43,2	42	41,1
6	30,8	43	39,4	38,5	38	37,3
7	29,6	47	43,2	42,6	40,2	39,3
8	30,5	60,7	55,7	51,4	50,2	47,3
9	30	60	56,8	53,2	50,7	48,3
10	28,7	56,7	53,6	52	50,3	47,4
PROMEDIO		52,27	47,67	44,67	42,4	40,9

FUENTE: JUAN MACHADO

APL = APLICACIÓN

VALORES ORIGINALES DE LAS MEDICIONES DEL CABELLO CON EL SHAMPOO DE CABUYA

PACIENTES	MEDIDA CRÁNEO + CABELLO (cm)	ANTES (cm)	APL.1 (cm)	APL.2 (cm)	APL. 3 (cm)	APL. 4 (cm)
1	29,6	61	50,3	46,2	44,5	42,7
2	28,3	46,1	44,4	43,5	42,2	39,5
3	30	62,4	60,3	50,8	48,2	43,6
4	30,4	40,5	37,3	37	33,8	33,2
5	30	45,3	44,4	44	42,7	40
6	30,8	43	41,5	41	40	38,3
7	29,6	47	46	43,7	40,5	39
8	30,5	60,7	54,3	52,5	49,2	46,5
9	30	60	56,8	53,6	52	49,2
10	28,7	56,7	53,4	51,8	50	48,1
PROMEDIO		52,27	48,87	46,41	44,31	42,01

FUENTE: JUAN MACHADO

APL = APLICACIÓN

ANEXO No. 6 VALORES DEL ESPONJAMIENTO REAL DEL CABELLO DE LAS PACIENTES EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS APLICADOS

VALORES DEL ESPONJAMIENTO REAL DEL CABELLO CON EL SHAMPOO COMERCIAL ANUA					
PACIENTES	ANTES (cm)	APL.1 (cm)	APL.2 (cm)	APL. 3 (cm)	APL. 4 (cm)
1	31,4	19,6	17,9	15,6	13,7
2	17,8	12,2	8,9	6,2	5,6
3	32,4	16,6	13,2	11,5	7,6
4	10,1	7,7	4,6	3,2	2
5	15,3	14,8	13,8	11,2	10,5
6	12,2	9,4	8,9	7,3	5,7
7	17,4	15	12,8	9,5	7,6
8	30,2	27,3	24,1	21,2	16,1
9	30	26,2	22,2	19,4	16
10	28	24	21,4	18,8	15,5
PROMEDIO	22,48	17,28	14,78	12,39	10,03

FUENTE: JUAN MACHADO
APL = APLICACIÓN

VALORES DEL ESPONJAMIENTO REAL DEL CABELLO CON EL SHAMPOO DE SÁBILA					
PACIENTES	ANTES (cm)	APL.1 (cm)	APL.2 (cm)	APL. 3 (cm)	APL. 4 (cm)
1	31,4	16,2	13,9	13,1	10
2	17,8	11,7	10	6,7	5,1
3	32,4	13,7	11,4	6	4,8
4	10,1	7,1	5,3	2,1	1
5	15,3	14	12,2	11	10,8
6	12,2	11,4	10,2	9,5	6,2
7	17,4	13,7	12,4	9,1	6,6
8	30,2	26,6	20,9	18,3	14,5
9	30	25,7	20,8	18	16,2
10	28	24,3	21,8	20,3	16,7
PROMEDIO	22,48	16,44	13,89	11,41	9,19

FUENTE: JUAN MACHADO
APL = APLICACIÓN

VALORES DEL ESPONJAMIENTO REAL DEL CABELLO CON EL SHAMPOO DE TUNA					
PACIENTES	ANTES (cm)	APL.1 (cm)	APL.2 (cm)	APL. 3 (cm)	APL. 4 (cm)
1	31,4	21,1	15,7	11,9	10,4
2	17,8	12,5	10,5	9,2	8,8
3	32,4	24	17,4	11,5	10,2
4	10,1	7,6	3,9	1,7	0,6
5	15,3	14,5	13,2	12	11,1
6	12,2	8,6	7,7	7,2	6,5
7	17,4	13,6	13	10,6	9,7
8	30,2	25,2	20,9	19,7	16,8
9	30	26,8	23,2	20,7	18,3
10	28	24,9	23,3	21,6	18,7
PROMEDIO	22,48	17,88	14,88	12,61	11,11

FUENTE: JUAN MACHADO

APL = APLICACIÓN

VALORES DEL ESPONJAMIENTO REAL DEL CABELLO CON EL SHAMPOO DE CABUYA					
PACIENTES	ANTES (cm)	APL.1 (cm)	APL.2 (cm)	APL. 3 (cm)	APL. 4 (cm)
1	31,4	20,7	16,6	14,9	13,1
2	17,8	16,1	15,2	13,9	11,2
3	32,4	30,3	20,8	18,2	13,6
4	10,1	6,9	6,6	3,4	2,8
5	15,3	14,4	14	12,7	10
6	12,2	10,7	10,2	9,2	7,5
7	17,4	16,4	14,1	10,9	9,4
8	30,2	23,8	22	18,7	16
9	30	26,8	23,6	22	19,2
10	28	24,7	23,1	21,3	19,4
PROMEDIO	22,48	19,08	16,62	14,52	12,22

FUENTE: JUAN MACHADO

APL = APLICACIÓN

ANEXO No. 7 VALORES DEL ESPONJAMIENTO DEL CABELLO DE LAS PACIENTES AL FINAL DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS APLICADOS

ESPONJAMIENTO DEL CABELLO AL FINAL DEL TRATAMIENTO CON SHAMPOO COMERCIAL ANUA			
PACIENTES	ANTES (cm)	APL. 4 (cm)	% REDUCCIÓN
1	31,4	13,7	56%
2	17,8	5,6	69%
3	32,4	7,6	77%
4	10,1	2	80%
5	15,3	10,5	31%
6	12,2	5,7	53%
7	17,4	7,6	56%
8	30,2	16,1	47%
9	30	16	47%
10	28	15,5	45%
PROMEDIO			56%

FUENTE: JUAN MACHADO

APL = APLICACIÓN

ESPONJAMIENTO DEL CABELLO AL FINAL DEL TRATAMIENTO CON SHAMPOO DE SÁBILA			
PACIENTES	ANTES (cm)	APL. 4 (cm)	% REDUCCIÓN
1	31,4	10	68%
2	17,8	5,1	71%
3	32,4	4,8	85%
4	10,1	1	90%
5	15,3	10,8	29%
6	12,2	6,2	49%
7	17,4	6,6	62%
8	30,2	14,5	52%
9	30	16,2	46%
10	28	16,7	40%
PROMEDIO			59%

FUENTE: JUAN MACHADO

APL = APLICACIÓN

ESPONJAMIENTO DEL CABELLO AL FINAL DEL TRATAMIENTO CON SHAMPOO DE TUNA

PACIENTES	ANTES (cm)	APL. 4 (cm)	% REDUCCIÓN
1	31,4	10,4	67%
2	17,8	8,8	51%
3	32,4	10,2	69%
4	10,1	0,6	94%
5	15,3	11,1	27%
6	12,2	6,5	47%
7	17,4	9,7	44%
8	30,2	16,8	44%
9	30	18,3	39%
10	28	18,7	33%
PROMEDIO			52%

FUENTE: JUAN MACHADO

APL = APLICACIÓN

ESPONJAMIENTO DEL CABELLO AL FINAL DEL TRATAMIENTO CON SHAMPOO DE CABUYA

PACIENTES	ANTES (cm)	APL. 4 (cm)	% REDUCCIÓN
1	31,4	13,1	58%
2	17,8	11,2	37%
3	32,4	13,6	58%
4	10,1	2,8	72%
5	15,3	10	35%
6	12,2	7,5	39%
7	17,4	9,4	46%
8	30,2	16	47%
9	30	19,2	36%
10	28	19,4	31%
PROMEDIO			46%

FUENTE: JUAN MACHADO

APL = APLICACIÓN