

# “ELABORACIÓN DE UN ACABADO ANTIBACTERIANO APLICANDO EL ACEITE DE EUCALIPTO (*Eucalyptus globulus*) EN VENDAS DEPORTIVAS DE NYLON/ALGODÓN MEDIANTE EL PROCESO DE AGOTAMIENTO”

Autor-Carlos MORÁN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Carrera de Ingeniería Textil, Universidad Técnica del Norte, Avenida 17 de Julio, 5-21, y Gral. José María Córdova, Ibarra, Imbabura

camorana@utn.edu.ec

**Resumen.** *El presente tema de investigación está enfocado en darle un acabado antibacteriano a las vendas deportivas utilizando el aceite esencial de eucalipto por medio del proceso de agotamiento, buscando de esta manera eliminar o inhibir el crecimiento de bacterias que causan el mal olor.*

*Luego del proceso de acabado se realizarán las pruebas de solidez al lavado sobre el tejido con diferentes porcentajes de concentración de aceite esencial de eucalipto, detallando mediante un análisis comparativo entre los resultados obtenidos de laboratorio de cada concentración de aceite esencial, buscando de esta manera determinar la receta óptima, la cual permita darle al tejido un acabado antibacteriano de mayor permanencia, también se realiza un análisis de costos detallando los costos directos e indirectos que intervienen en el proceso de acabado y se determinará el valor de elaborar vendas deportivas con diferentes concentraciones de aceite esencial de eucalipto buscando de esta manera determinar cuál es la mejor alternativa en base al tema de costos.*

## Palabras Claves

Antibacterial, esencia, proceso, tejido, vendas.

**Abstract.** *The present research topic is focused on giving an antibacterial finish to sports bands using the essential oil of eucalyptus through the process of exhaustion, seeking in this way to eliminate or inhibit the growth of bacteria that cause bad smell.*

*After the academic process, tests will be carried out on washing fastness on the fabric with different percentages of essential oil concentration of eucalyptus, detailing by means of a comparative analysis between the results obtained from laboratory of each essential oil concentration, looking for in this way to determine The*

*optimal recipe, which allows to give the fabric an antibacterial finish of greater permanence. A cost analysis is also carried out detailing the direct and indirect costs involved in the finishing process and the value of developing sports bands with different concentrations of eucalyptus essential oil will be determined in order to determine which is the best alternative based on Cost theme.*

## Keywords

Antibacterial, essential, process, tissue, bands.

## 1. Introducción

En el mercado ecuatoriano de vendas deportivas no se utilizan todavía fibras inteligentes o acabados especiales sobre las mismas, ya sea por el desconocimiento de esta tecnología o porque los productores no se han preocupado por investigar más acerca del tema; la escasa información que existe en el medio y la falta de inversión ha generado la ausencia de producción de este implemento deportivo.

En la actualidad, las vendas deportivas que encontramos en el mercado tienen como principal función proteger de lesiones a ciertas partes del cuerpo humano, más no se preocupan por dar una sensación de confort y bienestar a quienes hacen uso de este implemento deportivo.

Por lo tanto esta es una gran oportunidad para dar a conocer la existencia de vendas deportivas que eliminen bacterias y por ende el mal olor que estas producen por el sudor consecuencia de la actividad física realizada.

## 2. Materiales y Métodos

Para llevar a cabo la elaboración de un acabado antibacteriano en vendas deportivas es necesario disponer de los equipos, instrumentos de laboratorio y materiales que se indican a continuación:

**Equipos:** Autoclave. **Instrumentos de laboratorio:** Balanza digital, Pipeta, Probeta, pH digital, Varilla de agitación, Vaso de precipitación, Cucharilla, Vidrio reloj. **Materiales a ser utilizados:** Venda deportiva (51%Nylon-49%Algodón), Sulfato de cobre, Agua destilada, Aceite esencial de eucalipto.

### 2.1 Método por agotamiento

El método por agotamiento empleado para esta investigación consiste en que el aceite esencial de eucalipto que se encuentra disuelto en el baño junto con el sulfato de cobre se adhiera en el tejido en una cantidad adecuada. La cantidad dependerá del tipo de mordiente y la afinidad del mismo con la fibra del tejido, es decir que si el mordiente empleado en este caso el sulfato de cobre tiene una buena afinidad con la fibra del tejido, el agotamiento de los productos del baño hacia la tela darán buenos resultados y se podrá obtener un acabado de mayor permanencia en el tejido, mientras que si el mordiente empleado no tiene una buena afinidad con la fibra del tejido, los productos empleados permanecerán dispersos en el baño sin adherirse al tejido.

### 2.2 Parámetros del proceso

**Tiempo:** Para esta investigación es necesario que el tiempo de preparación del baño y agotamiento no sobrepasen los 10 y 30 minutos respectivamente. Ya que si el tiempo es menor al tiempo deseado el aceite no penetrará totalmente en la fibra y si el tiempo sobrepasa el aceite se sobresaturará en la fibra y no se fijará homogéneamente en el tejido.

**Temperatura:** Para el proceso de acabado la temperatura inicial del agua será de  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  en la cual se preparará el baño y se sumergirá el tejido para darle el acabado antibacteriano, la temperatura inicial deberá ser aumentada en un gradiente de  $2^\circ\text{C}$  por minuto en un intervalo de 10 minutos hasta llegar a la temperatura final de  $40^\circ\text{C}$  y mantener esta temperatura constante durante 30 minutos en los cuales se llevara a cabo el proceso de agotamiento.

**Relación de baño:** La relación de baño es el parámetro que indica la cantidad de agua que se debe utilizar según el peso de la tela a ser utilizada.

Por ejemplo; para esta investigación se utiliza una relación de baño 1/7 y por ello se necesitarán 7 mililitros de agua por cada gramo de tejido.

**Concentraciones:** La concentración de aceite esencial de eucalipto al igual que la relación de baño está dada en base al peso del tejido, para esta investigación se utilizarán concentraciones al 25%, 50%, 75% y 100% de las cuales al

final de la investigación se llegará a conocer la concentración ideal que se debe emplear para obtener un acabado antibacteriano de mayor permanencia.

**pH:** El pH inicial del baño fue de 4.2 debido a que los productos utilizados en la preparación del baño son de pH ácido. En este parámetro se debe tener en cuenta que el pH del baño debe mantenerse en un rango de (6,5 – 7,5) ya que el tejido va a estar en contacto directo con la piel. En esta investigación se empleó una concentración de 0,1M de hidróxido de sodio para mantener el pH dentro del rango.

**Velocidad:** Para el proceso de agotamiento el baño debe estar en constante movimiento permitiendo de esta manera que el aceite esencial penetre en la fibra, en este caso se está utilizando un equipo cerrado (Autoclave) y por ende se programará una velocidad constante de 30 rpm en el panel de control del equipo.

### 2.3 Prueba N° 1: Acabado antibacterial con aceite esencial de eucalipto al 25% de concentración.

Hoja Patrón				
<b>Prueba N°:</b>	1		<b>P (gr):</b> 23,51	
<b>Material:</b>	Nylon/algodón		<b>T (°C):</b> 40	
<b>Equipo:</b>	Autoclave		<b>T (min):</b> 30	
<b>R/B:</b>	1/7		<b>pH:</b> 7,07	
			<b>V (rpm):</b> 30	
<b>Productos</b>	<b>%</b>	<b>gr/l</b>	<b>ml</b>	<b>gr</b>
<b>A. Agua destilada:</b>			164,57	
<b>B. Sulfato de cobre:</b>		1		0,16
<b>C. Aceite esencial:</b>	25			5,87

Tabla 1. Hoja Patrón N°1

### Curva de proceso por agotamiento

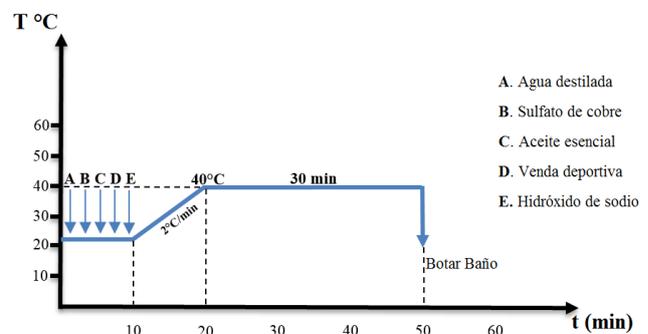


Figura 1. Curva de Proceso

### Procedimiento:

1. Pesar la muestra de tejido (D).

2. Calcular los mililitros de agua destilada (A) en base a la relación de baño empleada.
3. Calcular los gramos de sulfato de cobre (B) teniendo en cuenta la relación de 1 gramo por litro de agua.
4. Calcular los gramos de aceite esencial de eucalipto (C) teniendo en cuenta que para esta prueba se va a utilizar una concentración del 25% en relación al peso de la muestra (D).
5. Colocar (A), (B) y (C) previamente calculados en el **J1** y agitar el baño con la varilla de agitación.
6. Regular el pH del baño con hidróxido de sodio (E) manteniéndolo en el rango de 6,5 a 7,5.
7. A temperatura ambiente colocar la muestra de tejido (D) en el **J1**, cerrar el **J1** y colocarlo en el autoclave.
8. Cerrar el equipo para dar inicio al proceso de agotamiento el cual consistirá en mantener la muestra (D) a 40°C y en constante movimiento durante 30 minutos.
9. Retirar el **J1** del equipo cuando este emita un sonido indicando que el proceso finalizó.
10. Botar el baño restante y escurrir la muestra (D).
11. Secar la muestra (D).

#### 2.4 Prueba N° 2: Acabado antibacterial con aceite esencial de eucalipto al 50% de concentración.

Hoja Patrón				
Prueba N°:	2	P (gr): 22,87		
Material:	Nylon/algodón	T (°C): 40		
Equipo:	Autoclave	T (min): 30		
R/B:	1/7	pH: 6,75		
		V (rpm): 30		
Productos	%	gr/l	ml	gr
A. Agua destilada:			160,09	
B. Sulfato de cobre:		1		0,16
C. Aceite esencial:	50			11,43

Tabla 2. Hoja Patrón N°2

#### 2.5 Prueba N° 3: Acabado antibacterial con aceite esencial de eucalipto al 75% de concentración.

Hoja Patrón				
Prueba N°:	3	P (gr): 22,28		
Material:	Nylon/algodón	T (°C): 40		
Equipo:	Autoclave	T (min): 30		
R/B:	1/7	pH: 6,68		
		V (rpm): 30		
Productos	%	gr/l	ml	gr
A. Agua destilada:			155,96	
B. Sulfato de cobre:		1		0,15
C. Aceite esencial:	75			16,71

Tabla 3. Hoja Patrón N°3

#### 2.6 Prueba N° 4: Acabado antibacterial con aceite esencial de eucalipto al 100% de concentración.

Hoja Patrón				
Prueba N°:	4	P (gr): 22,22		
Material:	Nylon/algodón	T (°C): 40		
Equipo:	Autoclave	T (min): 30		
R/B:	1/7	pH: 6,62		
		V (rpm): 30		
Productos	%	gr/l	ml	gr
A. Agua destilada:			155,54	
B. Sulfato de cobre:		1		0,15
C. Aceite esencial:	100			22,22

Tabla 4. Hoja Patrón N°4

Nota: la curva de proceso por agotamiento y el procedimiento para las pruebas N° 2,3 y 4 son iguales a las de la prueba N°1.

#### 2.7 Método de ensayo

Para el desarrollo de esta investigación se realizaron muestras con diferentes porcentajes del aceite esencial de eucalipto sobre el tejido, las cuales luego de ser utilizadas se enviaron al laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA) de la Universidad Técnica del Norte para determinar la cantidad de bacterias. Los cuales mediante el método de ensayo de la NORMA

TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1529-5:2006 (adaptado) analizan el recuento estándar en placa en UFC/cm<sup>2</sup>, mientras que para el recuento de mohos y levaduras emplean el método de ensayo de la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1 529-10:98 (adaptado). Subtítulo

### 3. Resultados

Luego de obtener los resultados de los análisis bacteriológicos realizados en el laboratorio mediante el método de ensayo de la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1 529-5:2006 (Adaptado) y NORMA TECNICA ECUATORIANA NTE INEN 1 529-10:98 (Adaptado) se ha determinado que la prueba con la concentración del 100% de aceite esencial de eucalipto es la que reduce más cantidad de bacterias con un total de 96,52% luego del proceso de seis lavados.

#### 3.1 Análisis estadístico de resultados iniciales

Para obtener estos resultados todas las muestras se experimentaron en un solo individuo, lo cual brinda como referencia una cantidad inicial de bacterias fijas ya que cada individuo tiene una cantidad distinta de bacterias. Los resultados se detallaran haciendo una comparación de la cantidad de bacterias entre la muestra sin acabado y las muestras con acabado en diferentes porcentajes.

Prueba N°	Sin Acabado	Con Acabado	Diferencia	% de Reducción
1	7490	2300	5190	69,29
2	7490	2080	5410	72,22
3	7490	10	7480	99,86
4	7490	10	7480	99,86

Tabla 5. Cuadro comparativo de resultados iniciales

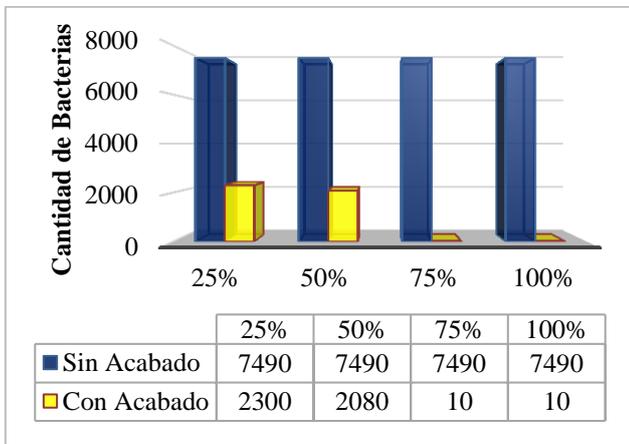


Figura 2. Análisis estadístico de resultados iniciales

En base a estos resultados se concluye que el efecto antibacteriano incrementa en base a la concentración de aceite esencial de eucalipto, es decir que mientras mayor

sea la concentración de aceite esencial de eucalipto en el tejido, este tendrá menor cantidad de bacterias.

#### 3.2 Análisis estadísticos de resultados después de tres lavados

Prueba N°	Sin Acabado	Con Acabado	Diferencia	% de Reducción
1	7490	50	7440	99,33
2	7490	25	7465	99,66
3	7490	20	7470	99,73
4	7490	0	7490	100

Tabla 6. Cuadro comparativo después de tres lavados

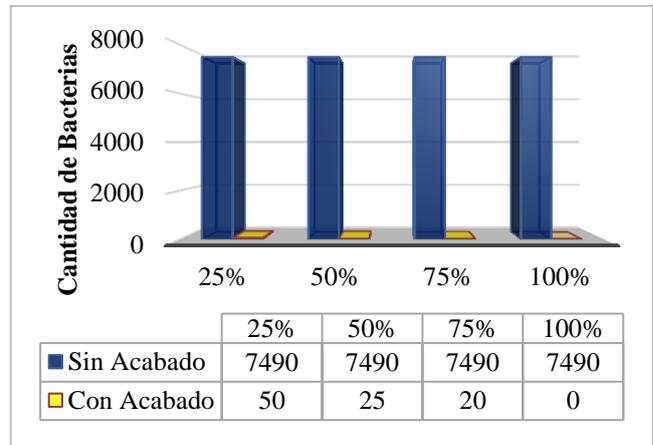


Figura 3. Análisis estadísticos de resultados después de tres lavados

En base a estos resultados se concluye que el efecto antibacteriano incrementó en todas las muestras luego de haberse realizado tres lavados en cada una de las mismas, esto se debe a diferentes factores como la alimentación del individuo, la higiene, el grado de contaminación del ambiente en el que se encuentra el individuo entre otros.

#### 3.3 Análisis estadísticos de resultados después de seis lavados

Prueba N°	Sin Acabado	Con Acabado	Diferencia	% de Reducción
1	7490	2490	5000	66,75
2	7490	1360	6130	81,84
3	7490	1010	6480	86,51
4	7490	260	7230	96,52

Tabla 7. Cuadro comparativo después de seis lavados

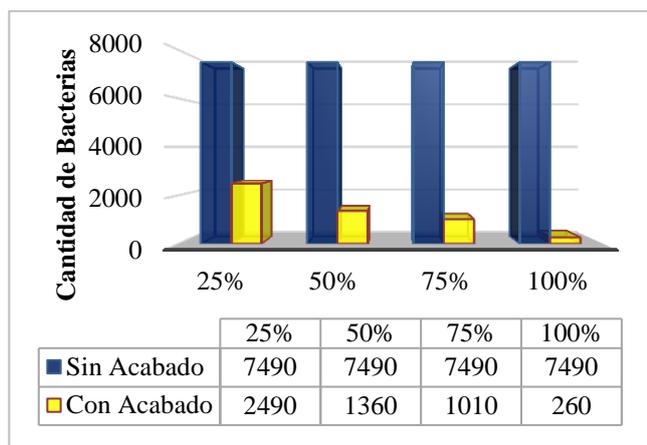


Figura 4. Análisis estadísticos de resultados después de seis lavados

En base a estos resultados se concluye que la muestra con la concentración de 100% de aceite esencial de eucalipto tiene el mejor efecto antibacteriano en comparación a los demás porcentajes manteniendo un 96,52% de reducción de bacterias luego de haberse realizado los seis lavados.

### 3.4 Costo de producción de elaborar vendas antibacterianas a diferentes concentraciones

		Concentración			
		25%	50%	75%	100%
c.d	Venda deportiva	7	7	7	7
	Aceite esencial	0,24	0,48	0,7	0,93
	Sulfato de cobre	0,00096	0,00096	0,0009	0,0009
c.i	Agua	0,000072	0,000072	0,0000675	0,0000675
	Energía eléctrica	0,104	0,104	0,104	0,104
	Mano de obra	0,65	0,65	0,65	0,65
<b>TOTAL:</b>		<b>\$ 7,35</b>	<b>\$ 8,24</b>	<b>\$ 8,45</b>	<b>\$ 8,68</b>

Tabla 8. Costos de producción

En base al análisis de costos directos e indirectos se concluye que el incremento de 1,68 USD en el valor de la venda deportiva no resulta un valor muy costoso en comparación al valor que implica un tratamiento para el pie de atleta.

## 4. Conclusiones

La relación que existe entre la concentración de aceite esencial de eucalipto es directamente proporcional a la actividad antibacteriana del tejido ya que a mayor concentración de aceite esencial de eucalipto mayor es la actividad antibacteriana del tejido y viceversa.

La curva de proceso empleada en esta investigación brindó buenos resultados en todas las muestras ya que en cada una de ellas se observó mediante el análisis bacteriológico una gran disminución de bacterias.

El mantener el pH en un rango de (6,5 – 7,5) fue muy beneficioso ya que las muestras no causaron molestias ni aspectos desfavorables en la piel de la persona que utilizó las vendas deportivas.

El material del que está formado el tejido (Nylon/Algodón) ayudó junto con el aceite esencial a dar seguridad, confort y frescura durante todo el tiempo de uso de las vendas.

En base al análisis comparativo se concluye que la receta óptima es la receta con la concentración del 100% de aceite esencial de eucalipto ya que esta logra reducir en un 96,52% la cantidad de bacterias luego de los seis lavados a los que fueron sometidas todas las muestras.

Luego de realizar las pruebas de solidez al lavado casero se concluye que las vendas deportivas pueden resistir un número mayor de lavados.

En base al análisis de costos se concluye que el incremento de 1,68 USD en el valor de las vendas deportivas no es muy representativo en comparación al valor que implica un tratamiento para el pie de atleta; si evaluamos la relación costo – beneficio.

## Agradecimientos

Agradezco la colaboración del Msc. Fernando FIERRO quien con sus conocimientos profesionales supo guiarme en el desarrollo de este tema de investigación y supo brindarme una visión más amplia sobre el mundo textil que día a día se va innovando.

## Referencias Bibliográficas

- [1] Acofarma S.A. (s.f.). Ficha de Información Técnica de Esencia de eucalipto.
- [2] Albado Plaus, E., Saez Flores, G., & Grabiell Ataucusi, S. (2001). Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial del *Origanum vulgare* (orégano). *Revista Médica Herediana*, 16-19.
- [3] Ashry, E., H., E. S., Rashed, N., Salama, O. M., & Saleh, A. (2003). Components, therapeutic value and uses of myrrh. *Die Pharmazie-An International Journal of Pharmaceutical Sciences*, 58(3), 163-168.

- [4] Bimba, L. (2008). Biomecánica del vendaje funcional preventivo de tobillo: elástico vs. no elástico.
- [5] Castro, B. N., & Fernández, M. P. (2009). Abordaje terapéutico y preventivo de lesiones en el fútbol mediante vendajes funcionales y ortesis: esguince de rodilla y dolor femoropatelar (Vol. 31(3)). Fisioterapia.
- [6] Curo, Y. F. (2016). EFECTO ANTIBACTERIANO IN VITRO DE EXTRACTOS ETANÓLICOS DE *Cuminum cyminum* SOBRE *Streptococcus mutans* ATCC 25175.
- [7] De Juan, D., Messenguer, V. F., & Lozano, L. J. (1999). Una contribución al estudio de la solubilidad del  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  en medio acuoso. *Revista de metalurgia*, 35(1), 47-52.
- [8] de la Paz, J., Maceira, M. A., Corral, A. S., & González, C. (2006). Actividad antiparasitaria de una decocción de *Mentha piperita* Linn. *Revista Cubana de Medicina Militar*.
- [9] Ecuador Forestal. (23 de julio de 2013). Ficha técnica N° 15. Eucalipto. Obtenido de <http://ecuadorforestal.org/download/contenido/eucalipto.pdf>
- [10] García, B. L., García, G. L., Rojo, D. D., & Sánchez, G. E. (2001). Plantas con propiedades antioxidantes. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 20, 231-235.
- [11] García, L., Rojo, D. M., García, L. V., & Hernández, Á. M. (2002). Plantas con propiedades antiinflamatorias. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 21, 214-216.
- [12] García, M. D., Martínez, F. J., & Miranda, J. M. (s/n). *TEMA 2: Indicaciones y contraindicaciones generales de los vendajes. Complicaciones y Tipos de vendajes*.
- [13] Gómez, C., & Rodríguez, J. (2015). Vendajes e Inmovilizaciones. Manual de Bolsillo para Enfermería. Junta de Andalucía. Consejería de Igualdad, Salud y Políticas Sociales.
- [14] Hurtado, M. T. (Agosto de 2014). La producción del aceite e incienso del palo santo o (*Bursera Graveolens*) en el cantón Puerto López, provincia de Manabí. Puerto López, Manabí, Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- [15] Ibarra, S. P. (2014). Estudio in vitro del efecto antimicrobiano del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* L. (Eucalipto) en comparación al Hipoclorito de Sodio al 2,5% y gluconato de Clorhexidina al 2%, sobre cepas de *Enterococcus faecalis*. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad Central del Ecuador.
- [16] Lockuán, F. (2012a). *La industria textil y su control de calidad II*. Mexico: Licencia Creative Commons.
- [17] Lockuán, F. (2012b). *La industria Textil y su Control de Calidad: Ennoblecimiento Textil*.
- [18] López, T. (2006). *Tomillo: Propiedades farmacológicas e indicaciones terapéuticas*. OFFARM.
- [19] Loza, C. F. (2015). Estandarización de parámetros del acabado en rama para tejido Jersey 100% algodón pima, en la empresa Pinto S.A. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- [20] Mamani, B. I. (2013). Actividad antibacteriana de aceite esencial de *Mentha spicata* L. sobre flora mixta salival. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- [21] Mantilla, J. R., & Sanabria, A. (1985). Actividad antibacteriana de plantas superiores colombianas. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 4(2), 25-33.
- [22] Marcén, J. J. (2000). Antimicrobianos Naturales. *Microbiología*, 104- 108.
- [23] Medicamentos Herbarios Tradicionales. (s/f). Eucalipto / Eucaliptus.
- [24] Medina, I., & Luque, A. (2009). *Vendajes Funcionales en Traumatología Deportiva*. Málaga- España: Canales 7 Servicios Editoriales, S.L.
- [25] Morales, N. (1998). *Guía del Textil en el Acabado II*.
- [26] Morales, N. (s/f). *Guía del Textil en el Acabado*. Ibarra: Editorial Universitaria UTN.
- [27] Muñoz, L. M. (2002). *Plantas Medicinales Españolas: Origanum Vulgare L. (Lamiaceae) (Orégano)*. Acta Botánica Malacitana.
- [28] Nuñez, J. P. (2005). Estandarización de los procesos previos a la tintura de algodón 100% con colorantes reactivos. Universidad Técnica del Norte.
- [29] Piloto Ferrer, J., Ramos Ruiz, A., Vizoso Parra, Á., & García López, A. (2000). Evaluación del potencial genotóxico de un extracto fluido de incienso (*artemisia Absinthium* L.). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 5, 64-67.
- [30] Pino, O., Sánchez, Y., Rojas, M. M., Abreu, Y., & Correa, T. M. (2012). Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de *Pimpinella anisum* L. *Revista de Protección Vegetal*, 181-187.
- [31] Río, J. d. (2010). *Manual de Calidad de una Prenda*. Asociación de Químicos y Coloristas de Chile.
- [32] Sosa, R., Navarro, A., Vera, O., Dávila, R., Melgoza, N., & Meza, R. (2011). *Romero (Rosmarinus officinalis L.): una revisión de sus usos no culinarios*. Puebla- Mexico: Facultad de Ciencias Químicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- [33] Velásquez, V. L. (junio de 2011). EVALUACIÓN DEL EFECTO BACTERICIDA EN *Campylobacter jejuni* DE EXTRACTOS DE: *Equisetum giganteum*, *Mentha spicata*, *Litsea Guatemalensis*, *Thymus vulgaris*, *Apium graveolens* e *Hibiscus Sabdariffa*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala- Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

## Sobre el Autor

**Autor-Carlos MORÁN** estudiante de pregrado de la carrera de Ingeniería Textil, suficiencia en el idioma de inglés del Centro Académico de idiomas de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, bachiller en la especialidad de Físico Matemático en la Unidad Educativa Luis Ulpiano de la torre de la ciudad de Cotacachi. Autor del tema de investigación y artículo de revisión titulado: “ELABORACIÓN DE UN ACABADO ANTIBACTERIANO APLICANDO EL ACEITE DE EUCALIPTO (*Eucalyptus globulus*) EN VENDAS DEPORTIVAS DE NYLON/ALGODÓN MEDIANTE EL PROCESO DE AGOTAMIENTO”