



*Universidad de Chile,  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo,  
Carrera de Diseño Industrial*

---

**DISPOSITIVO  
PARA DESBRIDAMIENTO  
LARVAL**

---

*Alumno: Cristian Lorca N.  
Profesor guía:  
Paola De la Sotta L.*

Colores:

PANTONE 433 C

PANTONE 3105 C

Fuente:

Fedra Serif A Book,  
diseñada por Peter Bil'ak  
el año 2001.

AVISO:  
EL CONTENIDO GRÁFICO DE ESTE DOCUMENTO  
HA SIDO ALTERADO INTENCIONALMENTE.



*Memoria para optar al título profesional de Diseñador Industrial de la Universidad de Chile  
“Dispositivo para desbridamiento larval”*

*Autor: Cristian Lorca Norambuena  
Profesor guía: Paola De la Sotta L.  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo,  
Escuela de Diseño  
Carrera de Diseño Industrial  
Universidad de Chile*

*Santiago, Chile. Julio 2009*

*Agradecimientos: Guillermo Lorca, Daniela Toledo, Marcelo Quezada, Cristián Barros, y postumamente, a Rosa Norambuena.  
Dedicada a Rodrigo.*

# ÍNDICE

|   | <i>Página</i> |
|---|---------------|
| 1. Introducción_____                                      | 10            |
| 2. Antecedentes   |               |
| 2.1 Historia de la Terapia Larval_____                    | 12            |
| 2.2 Modo de Acción_____                                   | 14            |
| 3. Análisis Cultural del Asco_____                        | 16            |
| 4. Terapia Larval   |               |
| 4.1 Procedimientos de Uso_____                            | 20            |
| 4.2 Moscas usadas en Terapia Larval_____                  | 26            |
| 4.3 Experiencia de Uso de la Terapia Larval en Chile_____ | 28            |
| 4.4 Problemas Relevantes Detectados_____                  | 30            |
| 4.5 Conclusiones Generales_____                           | 32            |
| 5. Dispositivo  |               |
| 5.1 Propuesta Conceptual_____                             | 34            |
| 5.2 Secuencia de Aplicación Ideal_____                    | 36            |
| 5.3 Desarrollo Formal de la Propuesta_____                | 38            |
| 5.4 Estado del Arte_____                                  | 50            |
| 5.4.1 Biobag_____   | 50            |
| 5.4.2 Patentes_____                                       | 52            |
| 5.5 Propuesta a Evaluar_____                              | 54            |
| 6. Glosario_____  | 57            |



# 1. INTRODUCCIÓN

UTILIZAR LARVAS VIVAS DE MOSCAS para tratar heridas crónicas, es una práctica antigua que ha resurgido como una alternativa real a los procedimientos médicos convencionales<sup>1</sup>, con el potencial de llegar a convertirse en una práctica habitual en los centros de salud de nuestro país.

Existen barreras que superar para que esto llegue a hacerse realidad, soluciones que exigen la integración de diferentes disciplinas, no solo médicas, capaces de entender la naturaleza de nuestras aversiones y proyectar esas soluciones en el diseño dispositivos.

La terapia larval (TL), como se le conoce<sup>2</sup>, es un tratamiento usado hace siglos y redescubierto en las guerras napoleónicas. En la guerra civil de EEUU fue utilizada por primera vez en forma controlada por los médicos del ejército americano confederado<sup>3</sup>. En 1928, William Baer<sup>4</sup>, después de observar los efectos de las larvas en soldados heridos de la primera guerra mundial, inició el uso metódico de la TL con un estudio en 89 pacientes, publicando resultados con un 90% de éxito. Este hallazgo convirtió a la TL en el tratamiento de elección para heridas crónicas. Luego, con la introducción de los antibióticos, sumado al perfeccionamiento de las técnicas quirúrgicas y de asepsia, la TL fue paulatinamente dejada de lado, tendiendo a desaparecer en

1940 fue relegada a una curiosidad médica, utilizada sólo como medida de último recurso. Sin embargo, a fines de la década de los 80, Sherman reinicia la investigación sobre TL, logrando que a mediados de los años noventa su uso se extendiera a varios centro del Reino Unido, Israel, Alemania, Australia, y Tailandia (por nombrar algunos países).

Existe consenso de los beneficios de la TL, debido a la eficiencia con que las larvas actúan en las heridas. Ningún cirujano podría llegar a la precisión milimétrica con que las larvas desbridan los tejidos necróticos, sin siquiera tocar los tejidos sanos. Por otra parte, los costos relacionados al uso de insumos y tiempos del personal médico involucrado, se verían reducidos en alrededor de un 60 %<sup>5</sup>.

Contrario al alentador panorama que entregan las investigaciones, la masificación de la TL como método de curación habitual no ha ocurrido aún, debido a la propia naturaleza del procedimiento<sup>6</sup>.

El rechazo proviene tanto del personal médico como de los pacientes<sup>7</sup>. Estos experimentan malestares que se deben principalmente al alto índice de fuga de larvas de entre las gasas (95%), ruidos (55%) y cosquilleo (7%)<sup>8</sup>. A esto se suma la experiencia de repulsión generada por las connotaciones culturales asociadas a la mosca y sus gusanos, llamado por

La mosca, *Lucilia Sericata*, depositando sus huevos sobre un cadáver en descomposición.



algunos como *factor asco*.

El personal médico, confrontado con la aplicación de la TL, teme que el paciente sufra un deterioro en su estado de ánimo, lo que eventualmente podría desarrollar una degradación de sus funciones inmunológicas, agravando así su cuadro general y reduciendo los pronósticos de mejoría<sup>5</sup>.

Es necesario entregar herramientas para que los servicios de salud públicos puedan funcionar con mayor eficacia, a fin de trabajar activamente en comunidades que están cada vez más expuestas a enfermedades cardiovasculares y complicaciones diabéticas (debido a la obesidad). La

TL puede marcar una mejoría en la forma que miles de pacientes son tratados al año, espacialmente en los de zonas aisladas y de escasos recursos, y por otra parte, representar un ahorro significativo en los costos que incurre el sistema público de salud.

La presente investigación, desde el diseño industrial, busca abordar los problemas que restringen una rápida masificación de la TL, a fin de que sus beneficios puedan ser aprovechados por la gran cantidad de pacientes con heridas crónicas que día a día son atendidos en los servicios de salud. \*

1 Greenberg B. "Flies and disease. Ecology, classification and biotic association". USA. Princeton University Press 1971.

2 Weil G C, Simon R J, Sweadner W R. "A biological, bacteriological and clinical study of larval or maggot therapy in the treatment of acute and chronic pyogenic infections". *Am J Surg* 1933.

3 Chernin E. "Surgical maggots". *South Med J* 1986.

4 Baer W S. "The treatment of chronic osteomyelitis with the maggot (larva of the blow fly)". *J Bone Joint Surg Am* 1931.

5 Mumcuoglu K Y. "Clinical applications for maggots in wound care". *Am J Clin Dermatol* 2001.

6 Herman R A. "Maggot therapy for treating diabetic foot ulcers unresponsive to conventional therapy". *Diabetes Care* 2003

7 Sherman R A. "Maggot versus conservative debridement therapy for the treatment of pressure ulcers". *Wound Rep Reg* 2002.

8 Figueroa L., Uherek F., Yusef P., López L. y Flores J.. "Experiencia de TL en pacientes con úlceras crónicas". *Instituto de Parasitología, Facultad de Medicina, Universidad Austral de Chile*.

## ANTECEDENTES

# 2.1 HISTORIA DE LA TERAPIA LARVAL

*El doctor Baer sirvió en la 17th fuerza expedicionaria del ejército norteamericano en Bélgica, durante la Primera Guerra Mundial*

A PESAR DE QUE LAS INVESTIGACIONES sobre TL demuestran que tiene mucho que aportar en el campo de la medicina del siglo 21, es un remedio antiguo que ha sido analizado y probado como una técnica efectiva para la desbridación de heridas con problemas de cicatrización. Este relativamente simple procedimiento implica depositar y vendar sobre la herida larvas vivas de mosca desinfectadas, las que proveen una limpieza del tejido necrótico y activan el proceso de regeneración.

Registros escritos documentan que las larvas han sido usadas desde la antigüedad<sup>9</sup>. Existen reportes del uso de curaciones de heridas con larvas por los mayas y en las tribus aborígenes de Australia. También han sido encontrados indicios del uso de larvas durante el Renacimiento europeo. Es así como en las batallas de aquella época, muchos observadores militares advirtieron que los soldados con heridas colonizadas por larvas experimentaban significativamente menos enfermedades y mortalidad asociada a los daños de la herida, en contraste con aquellos soldados cuyas heridas se mantuvieron lejos de las moscas. El jefe de cirujanos de Napoleón, el barón Dominique Larrey, reportó durante la campaña francesa en Egipto de 1829, que ciertas especies de moscas destruían solo el tejido muerto y tenían un positivo efecto en la cicatrización de los tejidos dañados<sup>10</sup>.

El doctor Joseph Jones, oficial médico confederado durante la guerra civil norteamericana, expresó lo siguiente: “He podido ver frecuentemente que heridas mal atendidas... llenas de larvas... no constituyen mayor problema. Pues en base a lo que mi experiencia indica, estos gusanos sólo destruyen tejidos muertos, y no dañan los tejidos sanos”. El primer uso terapéutico moderno de las larvas está acreditado al segundo oficial médico confederado, el doctor J. F. Zacharias, quien también reportó durante la guerra civil norteamericana que “Las larvas... en un solo día pueden limpiar una herida mucho mejor que cualquiera de los hombres bajo mi mando... Y estoy seguro que he salvado muchas vidas gracias a su uso”. Él registró un alto índice de recuperación en los pacientes tratados con larvas.

Durante la Primera Guerra Mundial, el doctor William S. Baer, cirujano ortopédico, reconoció los beneficios de la colonización de larvas de mosca en las heridas. Observó a un soldado dejado varios días abandonado en el campo de batalla, herido con múltiples fracturas en su fémur y grandes heridas en la carne de su abdomen y espalda. Cuando el soldado pudo ser llevado al hospital, no tenía signos de fiebre a pesar de la naturaleza de sus heridas y la prolongada exposición a los elementos, sin comida ni agua. Al quitarle sus ropas, observó que “miles y miles de larvas llenaban las áreas dañadas”. Para sorpresa del doctor Baer, cuando esas larvas fueron removidas “prácticamente no existía hueso desnudo y la estructura interna del hueso herido se encontraba en perfectas condiciones, cubierto por el más hermoso tejido rosado que uno pudiera imaginar”. Este caso tuvo lugar en una época cuando el

índice de muertes por fracturas expuestas en el fémur era de un 75 a un 80%.

En 1929, en la universidad Johns Hopkins, el doctor Baer introdujo larvas de moscas en 21 pacientes con osteomielitis [vid. Glosario] crónica intratable. Él observó un rápido desbridamiento, reducción en los organismos patógenos, reducción de olores y mejoramiento en los rangos de cicatrización. Todas las lesiones expuestas en los 21 pacientes fueron completamente sanadas y dados de alta del hospital luego de 2 meses de TL.

Luego de la publicación de los resultados del doctor Baer<sup>4</sup> en 1931, la TL para el tratamiento de heridas se convirtió en un procedimiento muy común, especialmente en los Estados Unidos. La compañía farmacéutica Laderle, produjo grandes cantidades de “gusanos cirujanos”, los que provenían de la larva de la mosca verde *Lucilia Sericata*, organismo necrófago que solo se alimenta de tejido necrótico. Entre 1930 y 1940, más de 100 estudios médicos fueron publicados sobre el tema. La literatura médica de ese tiempo contiene muchas referencias sobre el exitoso uso de las larvas en heridas crónicas o infectadas, y su uso para el tratamiento de la osteomielitis, abscesos, quemaduras y mastoiditis [vid. Glosario].

Más de 300 hospitales en Estados Unidos comenzaron el uso regular de la TL, cuyo uso extendido duró hasta la segunda guerra mundial, época en que se masificó el uso de la penicilina, relegando la TL a ser considerada una técnica primitiva.

En 1970 revive el uso esporádico de las larvas (Horn 1976, Teich&Myers 1986). Luego en 1990 los investigadores y personal médico comienzan plantearse la pregunta del por qué esperar a que otros métodos de manejar la desbridación fallen para decidir aplicar la TL en los pacientes.

En 1996 se funda la Sociedad de Bioterapia Internacional, organización profesional que pretende usar, y fomentar el entendimiento y aceptación del procedimiento.

Finalmente para el año 2002 la desbridación mediante larvas se usa en más de 2000 centros de salud en todo el mundo. \*

<sup>9</sup> Whitaker IS, Twine C, Whitaker MJ, Welck M, Brown CS, Shandall A (2007). “Larval therapy from antiquity to the present day: mechanisms of action, clinical applications and future potential”. *Postgraduate medical journal* 83 (980): 409-13.

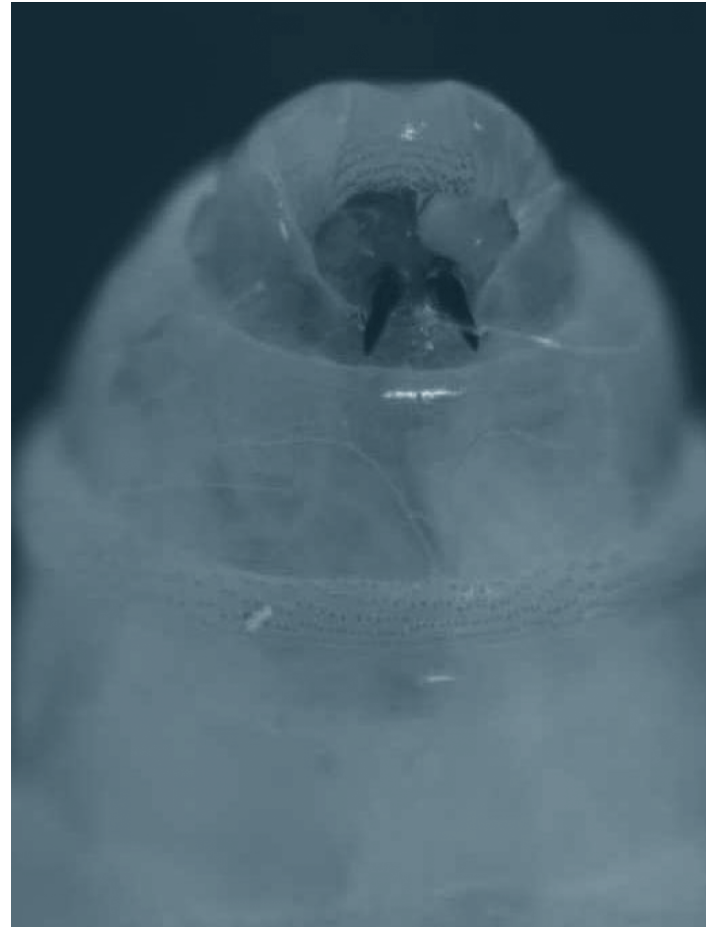
<sup>10</sup> Sherman RA, Hall MJ, Thomas S (2000). “Medicinal maggots: an ancient remedy for some contemporary afflictions”, *Annu. Rev. Entomol.* 45: 55-81.

## ANTECEDENTES

# 2.2 MODO DE ACCIÓN

LAS LARVAS REMUEVEN el tejido necrótico mediante el uso de enzimas proteasas tipo serinas [vid. Glosario] presentes en sus secreciones salivales. Con el fin de incrementar el efecto de estas sustancias extracorporales, las larvas suelen agruparse entre varias para compartir el efecto de su saliva y conseguir la licuefacción de tejido necrótico, concentrándose inicialmente en pequeños defectos u orificios en el tejido necrótico. Se cree que el tejido sano elabora inhibidores de las enzimas contenidas en la saliva de las larvas, con lo que se bloquea el efecto de las mismas en el tejido sano.

Se ha propuesto también como mecanismo para matar las bacterias mediante la producción de algún elemento antibiótico. La presencia de larvas activas incrementa el Ph del ambiente de la herida, lo que previene el crecimiento de bacterias patógenas. Se ha sugerido que otras bacterias son ingeridas por las larvas y muertas a su paso por el tubo digestivo de las mismas. La acción mecánica del movimiento de las larvas sobre el tejido dañado estimula la formación de tejido de granulación [vid. Glosario]. Prete<sup>s</sup> demostró la existencia de factores de estimulación intrínseca al crecimiento de fibroblastos en la hemolinfa [vid. Glosario] y secreciones alimentarias de las larvas, lo que puede tener efecto en los tejidos vivos. La presencia de las larvas o sus metabolitos estimulan la producción de citoquinas [vid. Glosario] por macrófagos; estos inician o potencian la respuesta inflamatoria en la herida, incrementando así la capacidad del cuerpo a resistir el desarrollo de infección e iniciar la cicatrización. \*



*Las larvas, contrario a lo que se podría pensar, carecen de dientes o colmillos, por lo que no pueden masticar su comida. Ellas recurren a un proceso digestivo externo, que licua el tejido necrotizado.*



Pieter Bruegel, el viejo: "Los siete pecados mortales o Los siete vicios: El Orgullo"

### 3. ANÁLISIS CULTURAL DEL ASCO

UNO DE LOS PRINCIPALES obstáculos que plantea la aplicación de TL resulta de la aversión atávica que sugiere la presencia de gusanos o parásitos similares. La connotación negativa que se asocia a los gusanos deriva, a través de un recurso metonímico, del fenómeno de la corrupción *post mortem*. El gusano es, pues, un símbolo recurrente de la degradación biológica, y su aparición, naturalmente vinculada a los procesos de necrosis, determina imágenes de deterioro, decrepitud, y reducción de lo vivo al estado inanimado.

Comoquiera que fuese, esta relación entre gusano y muerte no es unilateral ni todo lo simple que pudiera pensarse a simple vista. Gran parte del horror que suscita la cuestión se halla involucrada no sólo con la descomposición material, sino, paradójicamente, con el tránsito de lo muerto a lo vivo, es decir, de la cultura a la naturaleza, y

con esto la despersonalización traumática del occiso.

Es así como, ante el ojo profano, un cadáver expuesto a los elementos es un testimonio dramático de la conquista de una "biología inferior" sobre la personalidad humana. Tal experiencia es vivida como una agresión de la cual urge defenderse: de ahí los ritos de inhumación, incineración o embalsamamiento. Todas estas prácticas, lejos de tener un fin higiénico, pretenden conservar la personalidad social del difunto mediante el resguardo de su soporte físico. Este conjunto de actos configura una estrategia de larga data en las comunidades humanas, y funda una división radical entre la esfera de la cultura y la naturaleza.

Un tipo particular de gusanos es la larva de dípteros como la mosca. Tales individuos representan estadios intermedios en la vida del insecto, cuyo desarrollo puede tener lugar, tras una nidificación previa en las mucosas de un



cadáver. Curiosamente, la etimología asigna a esta palabra el origen de un acróstico latino: *caro data vermibus* (carne dada a los gusanos). En efecto, los huevos del díptero se alojan preferentemente en tejidos blandos como los de ojos, paladar y genitales. Se produce aquí una coincidencia macabra, toda vez que estos puntos del cuerpo concentran la subjetividad y construcción social del ego. Ritos funerarios como la colocación de monedas en las cuencas oculares responden a la necesidad simbólica de conjurar esta amenaza.

Desde temprano, la mosca y sus larvas han sido descritas como mensajeras de muerte, corrupción y contaminación. No obstante, lo que más vulnera el sentimiento de pudor parece ser la existencia de un “otro” que prospera a expensas de nuestro cuerpo. La imagen implicada es la del parásito, quien habita secretamente dentro del soporte-anfitrión. En esta instancia, precisamente, el insecto coloniza un organismo ajeno, anticipando las señas de la muerte y desplazando energías desde el receptor humano hacia sí mismo. La peculiar simbiosis transgrede los consensos normales sobre salud y bienestar, y aun precipita en el afectado una sensación liminal, ubicando a éste en una posición ambigua y a la vez problemática: el enfermo se ve convertido en un medio pasivo para el elemento invasor, es decir, una pura ecología donde tienen lugar los metabolismos de un agente extraño. Todo ello se traduce, para el enfermo, en un creciente estado de alienación. La larva deviene así un peligro para la autorrepresentación emocional y psicológica del paciente. De un momento a otro, la persona se percibe virtualmente usurpada y cosificada, anulada su biografía y vencida por una “biología inferior”.

La *vermifobia* —i.e., “aversión a los gusanos”— es una actitud cultural arraigada, y como tal difícilmente manipulable o mitigable. Más que simbolizar el miedo a la muerte, manifiesta, de modo elocuente, el temor a una involución exclusivamente “corporal”, biótica y prehumana. Es,

en suma, la emergencia de un escenario kafkiano, donde nuestra personalidad retrocede a una condición semejante a la del insecto, devuelta súbitamente a la cadena alimenticia, pero esta vez en el rol de medio nutricio. Al ser colonizados por el insecto, las jerarquías entre hombre y animal se invierten y tornan aberrantes, enrareciendo así los prestigios culturales de la condición humana.

El registro de la palabra *parásito* puede retrotraerse a la obra de Rabelais<sup>22</sup>, polígrafo francés de la primera mitad del siglo XVI. Rabelais enfatizaba los aspectos escatológicos de la vida social, tales como la alimentación, el sexo y los excrementos, de donde emerge, de su parte, un interés concomitante por los episodios de degradación orgánica. La ciencia de la época, si bien no había desarrollado el concepto de “infección”, presumía que los gusanos aparecían literalmente por generación espontánea, noción heredada del propio Aristóteles y reelaborada por los coetáneos de Rabelais, él mismo licenciado en medicina por la universidad de Toulouse. El folclor y la tradición popular explicaban la ocurrencia de caries y periodontitis en virtud de un gusano a menudo invisible, al que se le atribuía una labor excavadora bajo las piezas dentales, y cuyo remedio exigía fumigaciones o dolorosas extirpaciones.

Por otro lado, tales imágenes podían aventurarse en el terreno de lo erótico, dada la solidaridad entre las esferas del sexo y de la muerte. Así, por ejemplo, el poeta isabelino John Donne, celebra la audacia de una mosca, criatura que al posarse sobre el pecho de la amada prepara los movimientos del amante: una picadura de mosca es vista entonces como un intercambio de fluidos, modelo de unión erótica.

Sin perjuicio de lo expresado hasta aquí, las actitudes de asco o repugnancia resultan eventualmente potenciadas por resortes metabólicos y hormonales, como sucede con las mujeres embarazadas. Una investigación del antropólogo físico Daniel Fessler<sup>23</sup> ha comprobado, recientemente,



Matthias Grünewald's (1470 - 1528 D.C.)  
“La tentación de San Antonio”.

que un alto porcentaje de mujeres encinta agudizan sus umbrales de asco, respondiendo de manera negativa frente a comidas, situaciones o aún personas extrañas. El motivo subyacente se debe a una estrategia compensatoria, pues el embrión demanda altos niveles inmunológicos de parte de la progenitora, la que debe protegerse incrementando los comportamientos evasivos.

Hecho un primer balance, cabe deducir de los antecedentes recabados, que tales actitudes de rechazo, asco y sospecha conspiran en contra de una “pedagogía” racional, dirigida ésta a familiarizar al paciente con la TL. No en vano, la viabilidad, masificación y éxito ulterior del tratamiento dependen críticamente de la recepción favorable del usuario. A falta de un entorno propicio, y de la buena acogida del paciente, parece imperioso proyectar el diseño de un dispositivo que “invisibilice” la carga simbólica de las larvas. La antropología del asco es, finalmente, compleja y polivalente, pues combina elementos culturales y biológicos. De ahí que resulte más productivo, y asegure sin duda un mayor efecto, el empleo de un “módulo amigable”, como el que conceptualmente es sugerido en esta investigación. \*

<sup>22</sup> Chang, Han-liang, “Notes towards a semiotics of parasitism”, *Sign Systems Studies*, 31.2, 2003.

<sup>23</sup> Daniel M.T. Fessler, Serena J. Eng, David Navarrete, “Elevated disgust sensitivity in the first trimester of pregnancy”, *Center for Behavior, Evolution, and Culture, University of California, Los Angeles (UCLA)* 2005.

# TERAPIA LARVAL

## 4.1 PROCEDIMIENTOS DE USO

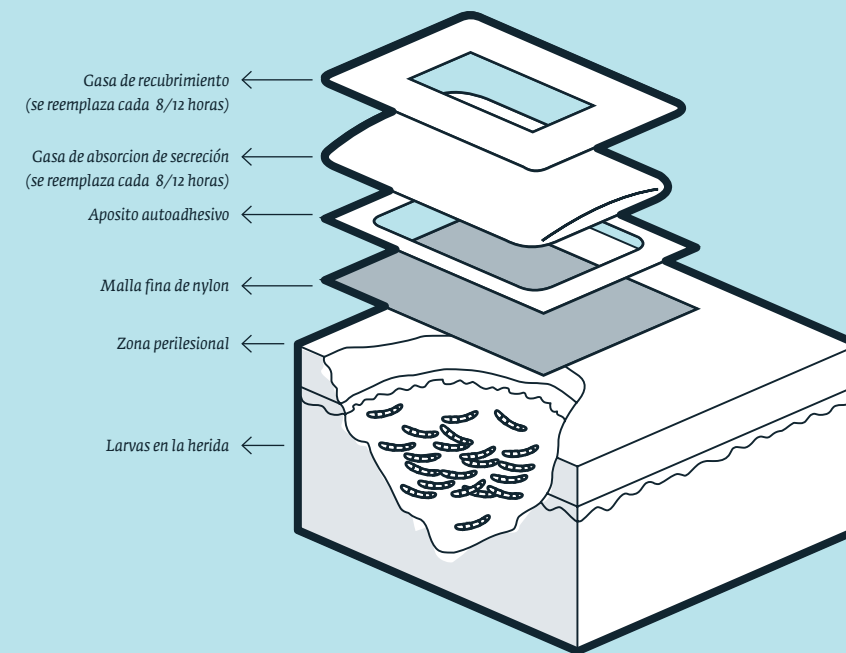
HOY EN DÍA, se han establecido dos técnicas de aplicación de la TL: La técnica de rango libre y la técnica de contención. Existe un debate entre la comunidad médica sobre cuál método utilizar en función del tipo de lesión y de su efectividad.

<sup>11</sup> Kitching M. "Patient's perceptions and experiences of larval therapy", *J Wound Care*. 2004;13:25-29.

<sup>12</sup> Grassberger M, Fleischmann W. "The biobag - A new device for the application of Medicinal Maggots", *Dermatology*. 2002;204:306.

<sup>13</sup> Chronic decubitus, ulcus cruris. Maggots feed for wound healing. *MMW Fortschr Med*. 2002;144:69.

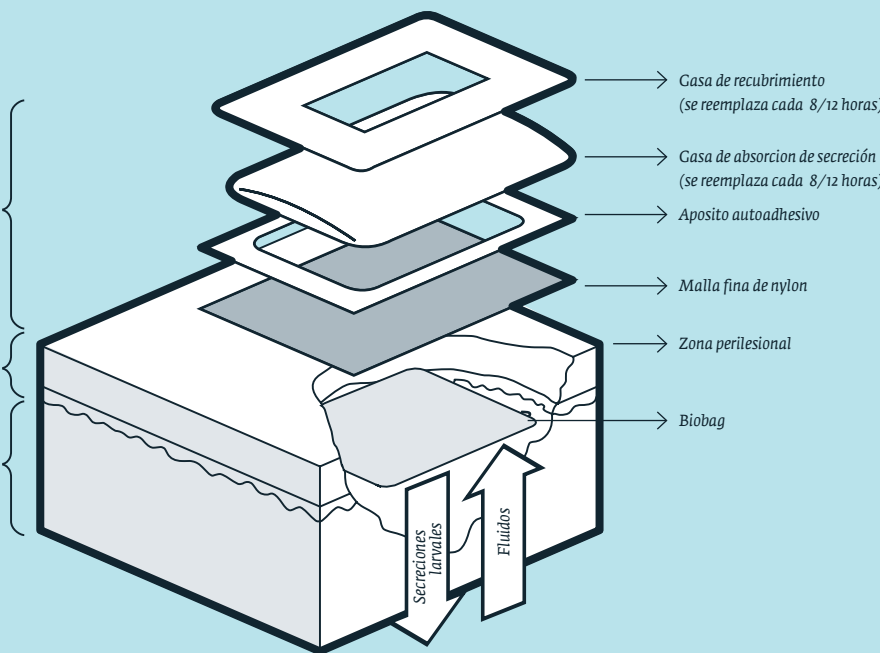
Figura N° 2



### Técnica de Rango Libre

En el trabajo del doctor Baer<sup>4</sup> se utiliza esta técnica [vid. Figura N° 2] en donde las larvas son puestas libremente en la herida. Una "jaula" es dispuesta alrededor, la que previene que las larvas se escapen. Sherman<sup>7</sup> describe la aplicación más popular de esta técnica, que hoy se utiliza: Larvas de mosca desinfectadas son aplicadas sobre la superficie de la herida, para luego cubrir a las larvas y la herida con un vendaje a manera de jaula. Básicamente se pretende mantener a las larvas en el interior, o en la superficie de las heridas, protegiendo la piel perilesional [vid. Glosario], para evitar el contacto de los jugos salivales de las larvas en la piel sana (lo que se consigue con el uso de un apósito hidrocoloide [vid. Glosario] ó pasta de zinc), encima del mismo se coloca una malla o red la que se fija por los bordes. Y se cubre con gasa, la que puede cambiarse según se requiera. Se necesitan de 8 a 10 larvas por centímetro cuadrado de lesión. Un área circular de 25 mm en diámetro tiene un área de 10 cm<sup>2</sup>, por lo que requeriría 100 larvas. El crecimiento completo de las mismas se lleva a cabo en dos o tres días. No se ven afectadas por el uso de antibióticos en el enfermo, (aunque el residuo de apósitos hidrocoloides puede afectar su crecimiento). No se ven afectadas con los rayos X, por lo que se pueden usar en su presencia para estudios. \*

Figura N° 3



### Técnica de Contención

Dado que las larvas en esta técnica son dispuestas en una bolsa [vid. Figura N° 3] dentro de la herida, la migración de larvas (o escape de la herida), ocurre con una mucha menor frecuencia, aspecto esencial para la higiene hospitalaria. Sin embargo esta contención, puede otorgar un negativo efecto en el crecimiento de las larvas. Aunque algunos médicos prefieren la técnica de rango libre, es de una creencia generalizada entre estos especialistas, que los pacientes estarán mejor dispuestos a la TL si se utiliza mediante la técnica de contención, pues logra que las larvas no sean vistas por los pacientes, mejorando su aceptación al tratamiento.

Se ha reportado que la experiencia<sup>11</sup> a la TL no resultó tan aterradora como lo había imaginado el paciente.

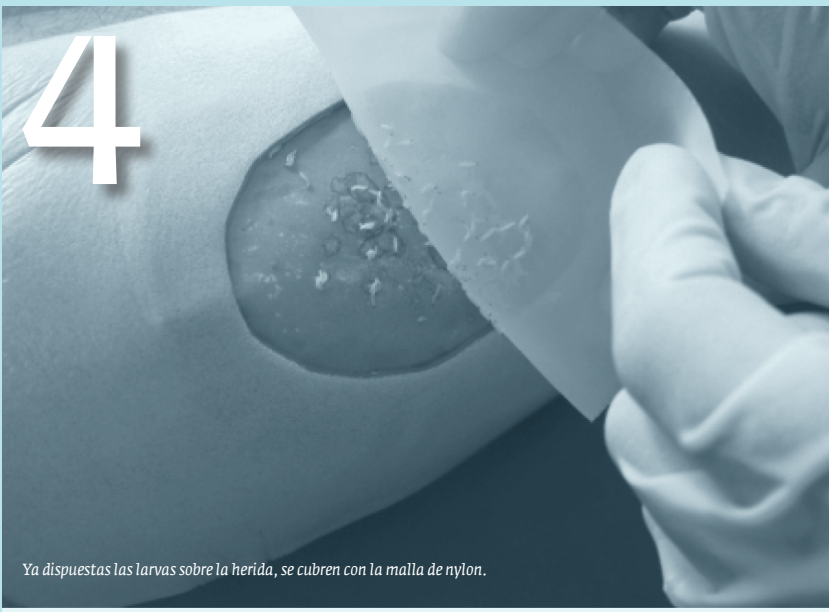
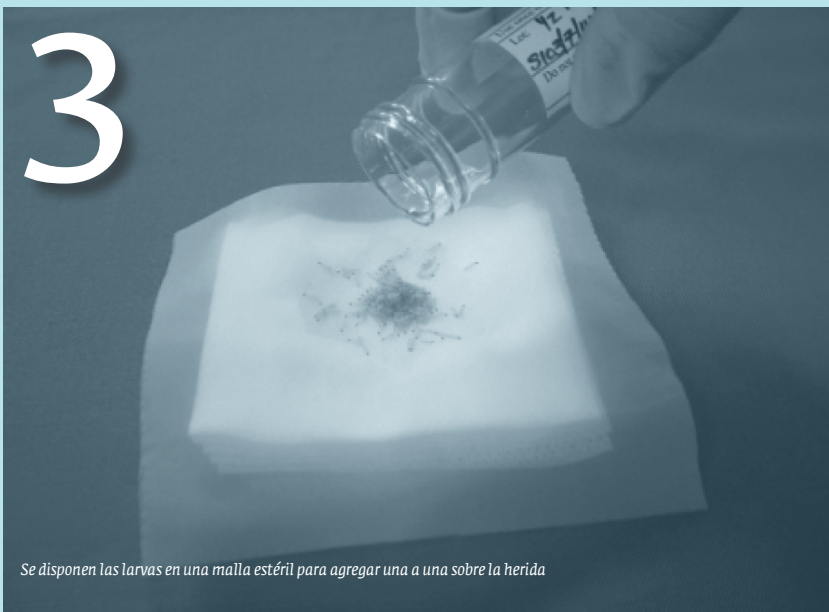
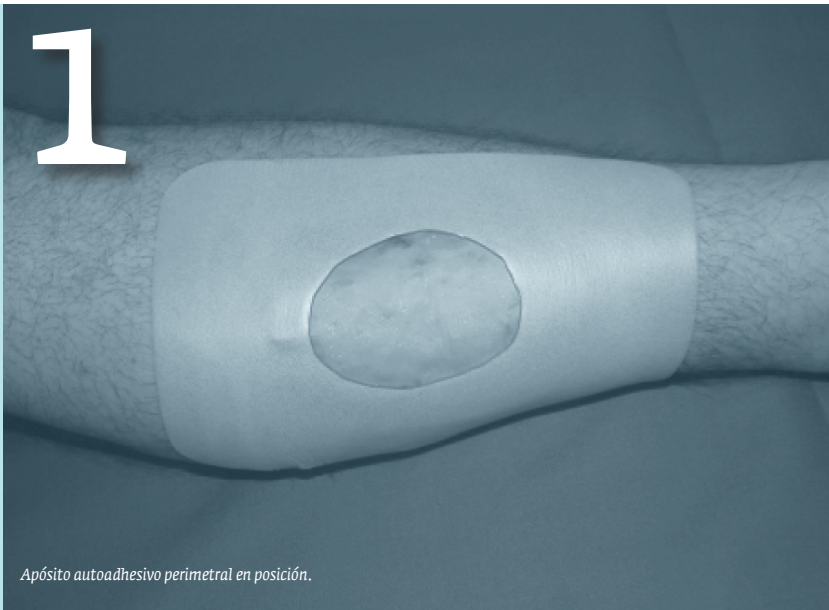
Recientemente se han introducido embolsados comerciales (Biobag<sup>12</sup>) los que mejoran la aceptación de las larvas vivas, facilitando su uso y reduciendo la sensación de repugnancia<sup>13</sup>. \*

# Secuencia de aplicación de Técnica de Rango Libre

\* Images copyrights "Illustrated Application Guide, Standard Technique". ZooBiotic Ltd, UK.

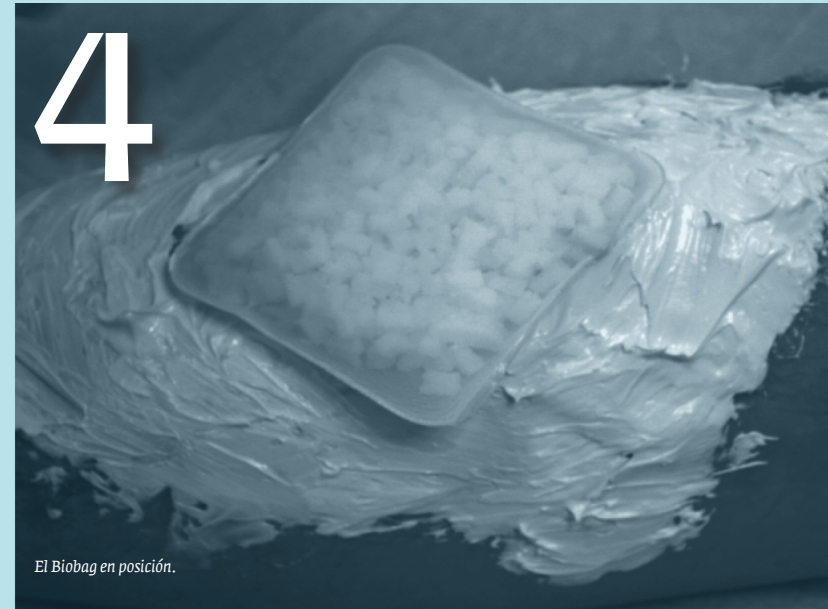
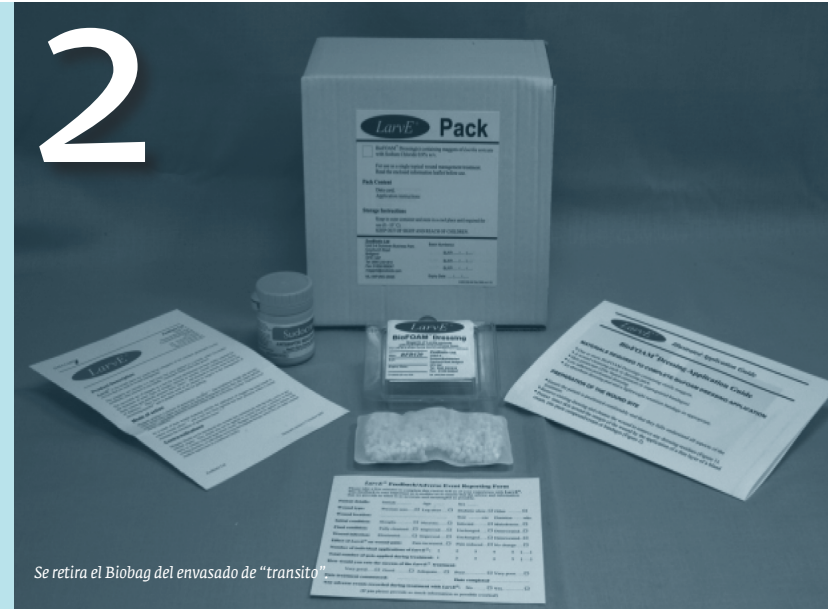
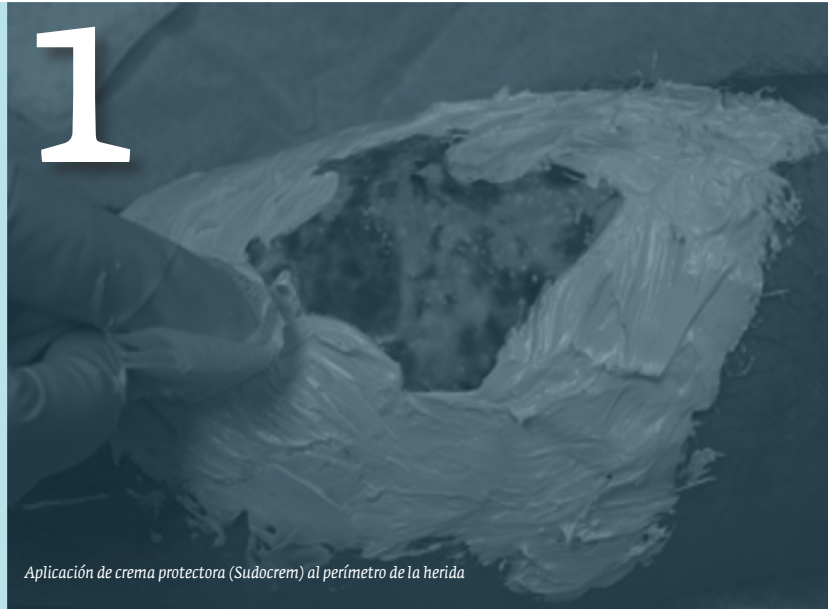
# Tiempo promedio de aplicación: **87** minutos<sup>24</sup>

<sup>24</sup> Fleischmann W, Grassberger M, Sherman R. "Maggot Therapy: A Handbook of Maggot-Assisted Wound Healing", New York: Thieme; 2004:81-85.



## Secuencia de aplicación de Técnica Contención

\* Images copyrights "Illustrated Application Guide, Standard Technique". ZooBiotic Ltd, UK.

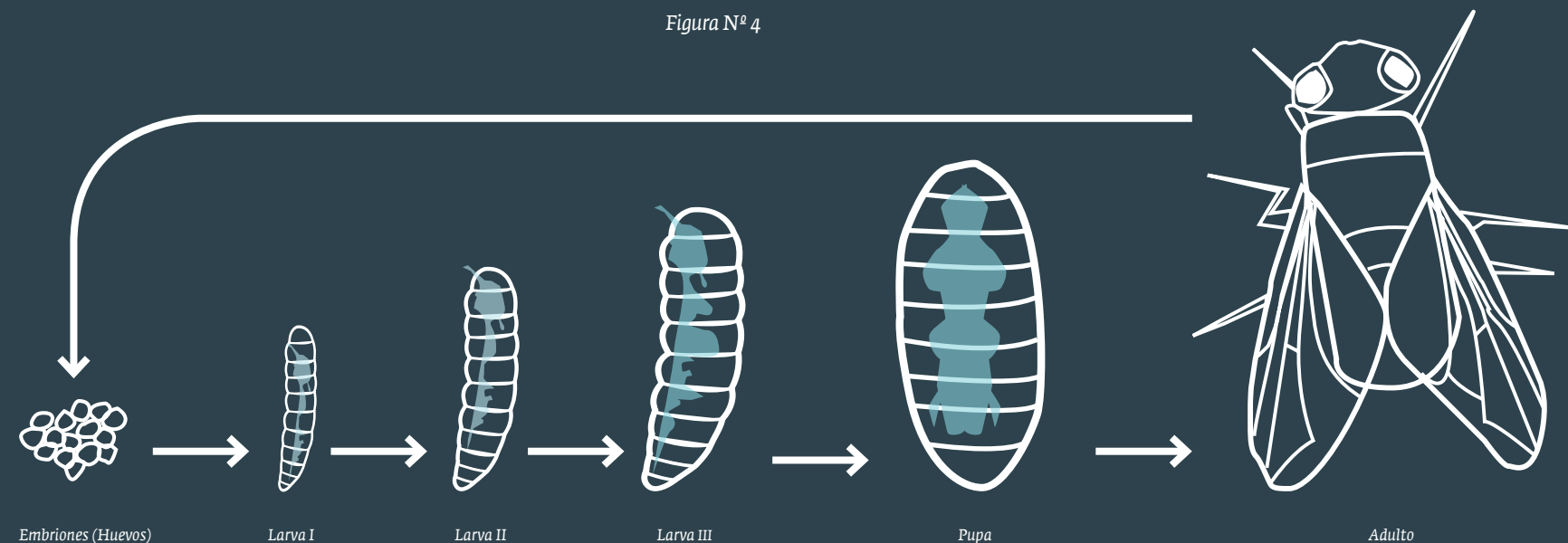


Tiempo promedio de aplicación: **65** minutos<sup>25</sup>

<sup>25</sup> Grassberger M, Fleischmann W. "The biobag - A new device for the application of Medicinal Maggots", *Dermatology*.

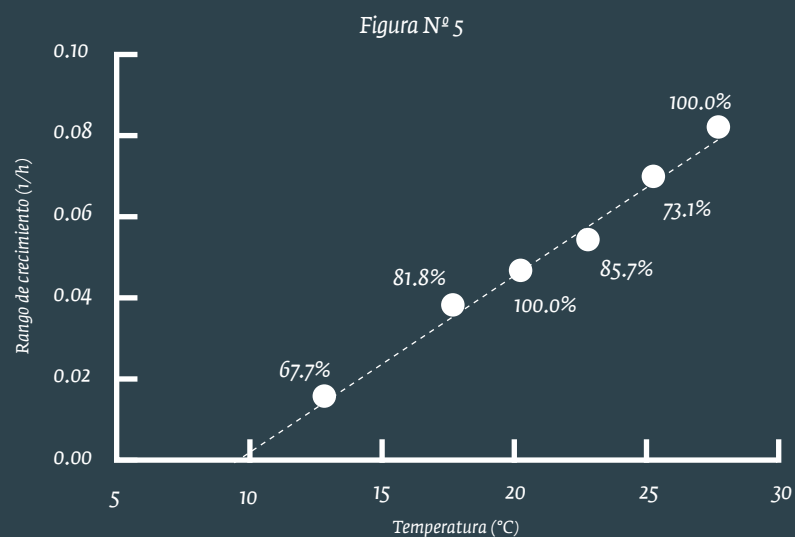


Figura N° 4

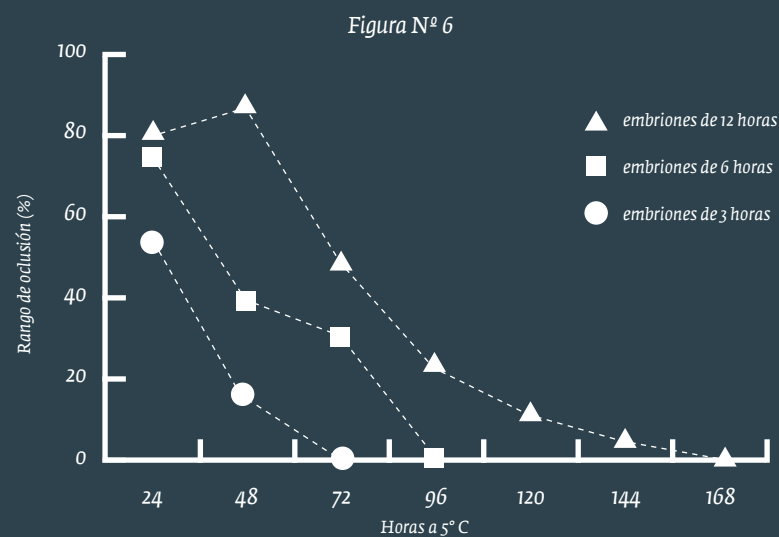


## TERAPIA LARVAL

# 4.2 MOSCAS USADAS EN TERAPIA LARVAL



Indispensable para establecer un proceso productivo de crianza y distribución de larvas estériles<sup>26</sup>, es conocer el comportamiento de desarrollo de los embriones de *Lucilia Sericata* a distintas temperaturas. El gráfico [vid. Figura N° 5] muestra el porcentaje (%) de oclusión (salida del embrión del huevo) a diferentes temperaturas.



Tolerancia al frío [vid. Figura N° 6] de embriones de *Lucilia Sericata* de 3, 6 y 12 horas de desarrollo<sup>27</sup>. El porcentaje de oclusión sin exposición al frío fue de 73.0%.

LAS LARVAS USADAS son las de la mosca *Lucilia Sericata*, miembro de la familia *Calliphoridae*, también clasificado como díptero *Muscamorpha*. En algunos animales como borregos es capaz de producir lesiones severas, pero en huéspedes humanos solo ataca al tejido muerto o necrótico.

*Lucilia Sericata* es una mosca de tamaño mediano, fácilmente reconocibles por la coloración metálica de su cuerpo (verde), especialmente sobre el abdomen. La crianza de estas moscas necrófagas es técnicamente simple. Para su manejo adecuado es necesario conocer tanto el ciclo evolutivo de la especie, sus necesidades de alimentación, condiciones de temperatura y de humedad.

Su ciclo vital [vid. Figura N° 4] comprende cuatro fases:

- 1.- Huevo.
- 2.- Larva.
- 3.- Pupa.
- 5.- Mosca.

La mosca adulta pone sus huevos en fuentes de alimentos y evoluciona a larvas en 18-24 hrs. (de acuerdo a temperatura ambiental), larvas de 1-2 mm. de longitud. A partir de entonces comienzan a usar los ganchos frontales

y producen jugos salivales y digestivos con los que licúan el tejido necrótico, para poder succionar y alimentarse mientras permanece estando en estado líquido.

Las larvas mediante éste mecanismo crecen rápidamente, alcanzando su pleno crecimiento de 8-10 mm de longitud, en dos o tres días. Para entonces dejan de alimentarse, y buscan un lugar seco para transformarse en pupa, la que dará lugar a la mosca adulta, completando de ésta manera su ciclo vital. Los huevos de la mosca son recolectados en el laboratorio, tratándolos para esterilizar su superficie (la que normalmente está contaminada). Lo que permite que las larvas que están por nacer queden libres de agentes patógenos, listas para ser usadas clínicamente. Sin embargo, siempre debe confirmarse dicha condición mediante pruebas que aseguren su esterilidad.

Es importante destacar que sólo en el estado de larva se pueden utilizar para esta clase de terapia. El ciclo completo de desarrollo toma alrededor de 14 días en ser terminado, y la larva nunca permanecerá todo ese tiempo dentro de la herida, por lo que deben renovarse completamente cada 3 o 4 días. \*

<sup>26</sup> Bo Zhang, Hideharu Numata, Hideya Mitsui. "Short-term cold storage of blowfly *Lucilia sericata* embryos", *Insect Science*, 2008;15:225-228.

<sup>27</sup> Leopold, R. A. and Atkinson. "Cryopreservation of sheep blow fly embryos, *Lucilia sericata*", *CryoLetters*, 1999;20:37-44.

## TERAPIA LARVAL

# 4.3 EXPERIENCIA DE USO DE LA TERAPIA LARVAL EN CHILE

EN CHILE, el sistema de salud público atiende anualmente a 10.000 pacientes que requieren tratamiento por úlceras del pie diabético y 67.000 por úlceras venosas, generalmente de manera ambulatoria, hospitalizándose cuando existe compromiso sistémico por la infección. Habitualmente, se tratan con curaciones periódicas y a veces con aseo quirúrgico en pabellón, siendo de evolución lenta, permaneciendo meses y años en tratamiento. El mal olor es una condición por la cual muchas veces estos pacientes son aislados del resto o del núcleo familiar.

El Instituto de Parasitología de la Facultad de Medicina en la Universidad Austral de Chile, desarrolló una investigación<sup>26</sup> el año 2003 para determinar los procesos de aplicación de la TL en nuestro país, centrándose en dos objetivos: 1) reproducir bajo condiciones locales los buenos resultados obtenidos con TL en otros países, para así, disminuir el tiempo de tratamiento de heridas crónicas y 2) obtener pacientes con lesiones libres de olor y con tejido granulatorio que permitan que la lesión pueda continuar su tratamiento con apósitos, injertos, o simplemente cicatrice espontáneamente.

Esta fue una buena oportunidad de conocer de primera mano, y con experiencia local, los alcances de la TL.

Se eligieron los pacientes mediante las pautas presentadas en un proyecto al Comité de Ética del Hospital Regional Valdivia. Los pacientes seleccionados firmaron un consentimiento informado y hospitalizados en salas de aislamiento en el Servicio de Cirugía.

Entre noviembre de 2003 y junio de 2004 se trataron 4 pacientes con 5 úlceras (3 úlceras sacras [vid. Glosario], 1 trocantérea [vid. Glosario] y 1 pie diabético), hospitalizados para tratamiento en sala de aislamiento del Servicio de Cirugía del Hospital Regional de Valdivia. Los 4 pacientes tenían contraindicación quirúrgica de anestesia local

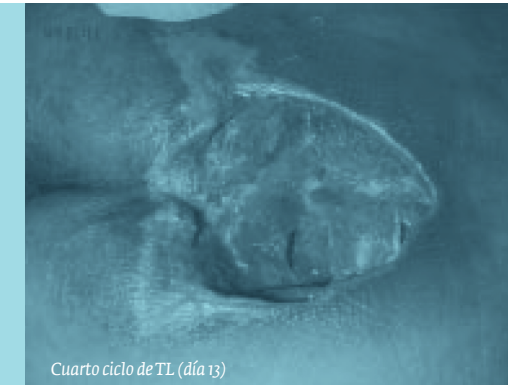
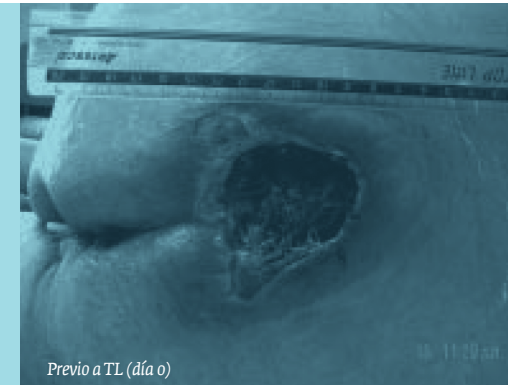
o general. Las edades fluctuaron entre 61 y 78 años, todos permanecieron por más de 1 mes en tratamiento con curaciones diarias de sus úlceras. El diámetro de los defectos variaba entre 6 y 10 cm. En todos los pacientes, antes del tratamiento, hubo infección, secreción, tejido necrótico y mal olor. Dos pacientes estaban con tratamiento antibiótico que se mantuvo durante la TL por 7 días.

La mosca utilizada, *Lucilia Sericata*, fue capturada en la ciudad de Valdivia, Chile siguiendo el procedimiento descrito por Figueroa<sup>14</sup>. Las larvas estériles se obtuvieron de huevos de mosca esterilizados en hipoclorito de sodio de 0,5% y formalina de 10%, el control de desinfección se realizó con cultivos negativos en agar sangre y caldo triptosal [vid. Glosario].

Las larvas, de aproximadamente 1 mm, se depositaron en las úlceras en número de 5 a 10 por cm<sup>2</sup> de superficie. La técnica de cobertura correspondió a una modificación de la propuesta por Sherman<sup>7</sup>. La piel sana circundante a la úlcera se protegió con un apósito adhesivo semipermeable, que siguió la forma de la úlcera a manera de un marco, y como base al resto de la cobertura. La úlcera, se cubrió con una malla fina de nylon estéril, sellando los bordes con otro anillo de apósito adhesivo. Esta malla evitó el escape de larvas de la úlcera [vid. Figura N° 2]. El exudado fue absorbido por gasas que se sustituyeron 2 a 3 veces por día. Las larvas se retiraron entre las 48 y 72 horas. El criterio para retirar las larvas fue cuando estas llegaron a su mayor tamaño (aprox. 15 mm) como larvas de 3º estadio. Entre cada ciclo de TL se retiraron las larvas y se lavó la lesión con abundante suero fisiológico estéril. En el protocolo se consideraron los datos de cada paciente y de sus lesiones; localización, tamaño, aspecto y olor de la herida; existencia de dolor, eritema [vid. Glosario] y secreción; tiempo de evolución y tratamientos recibidos.

14 Figueroa L, Linhares E. "Sinantropía de los Calliphoridae (Diptera) de Valdivia", Chile. *Neo Entomologia* 2002; 31: 233-9.

26 Figueroa L, Uherek F, Yusef P, López L, Flores J "Experiencia de TL en pacientes con úlceras crónicas", Chile. *Parasitol Latinoam* 2006; 61: 160-164.



## Resultados de la terapia

Las larvas se retiraron después de 48 a 72 hrs (ciclo de tratamiento). El tratamiento duró entre 3 y 22 días, aplicándose de uno a seis ciclos de tratamiento. En este período, las lesiones quedaron limpias, sin olor, con tejido granulatorio, sin secreción y disminución en su tamaño.

En la primera paciente el primer ciclo fracasó, al morir todas las larvas a las 24 hrs, atribuyéndose a que en esta paciente se cubrió por completo la lesión con apósito adhesivo, bajo el concepto que este material era permeable al aire y evitaría la fuga de larvas y su muerte por asfixia. A partir de la tercera semana se utilizó una malla fina de nylon estéril para cubrir la úlcera, y sobre esta, una capa de gasa para absorber las se-

creciones, debiendo cambiarse esta gasa 2 a 3 veces al día.

Se produjo fuga de larvas, principalmente en el primer ciclo. En dos pacientes hubo que recortar quirúrgicamente un trozo de úlcera seca debido a que las larvas no eran capaces de removerla. Un paciente relató prurito [vid. Glosario] leve y sensación de "cosquilleo" en la herida. La desaparición del olor fue el primer y más evidente signo de la acción de las larvas, lo que fue destacado con mucha satisfacción por los familiares de los pacientes. La rápida desaparición del tejido necrótico y aparición de tejido granulatorio fueron otros de los signos más evidentes de la acción de las larvas.

## Conclusión de la experiencia

Los datos presentados por la investigación de la Universidad Austral constituyen el primer registro de aplicación de una técnica de TL en Chile. Se estandarizó la aplicación de larvas y la técnica de cobertura de la úlcera, lográndose en todos los casos el objetivo final de limpiar las heridas. Dado que las larvas son especialmente dadas a la desecación, deberá evitarse su aplicación en heridas secas y el uso de apósitos oclusivos. La experiencia, en los primeros casos tratados, concuerda con otros autores. En relación a las principales dificultades en la aplicación de la cobertura estas radican en: evitar el escape de las larvas mediante un sellado apropiado, y su mortandad por falta de oxígeno debido al exceso de secreciones y coberturas oclusivas. Estos inconvenientes se solucionaron reforzando la adherencia en las zonas, mediante un adhesivo cutáneo o reforzando el sello de la malla de nylon con cinta adhesiva resistente al agua. La muerte por falta de oxígeno de las larvas se solucionó con el uso de la malla fina de nylon y con el cambio de los apósitos cada 8 horas.

En los casos que se observó tejido necrótico seco, este se removió quirúrgicamente, dejando la microdesbridación a las larvas. Lo más relevante fue la desaparición del mal olor a las 24 horas en todos los pacientes y la aparición de tejido granulatorio en un periodo de dos a tres semanas. Entre las mayores ventajas de la TL podemos mencionar la selectividad y la rapidez, ya que las larvas trabajan sin dañar el tejido sano, permiten una microdesbridación, además de promover una retracción de la herida y la aparición de tejido granulatorio.

Por otro lado, los investigadores advierten que las principales desventajas son estéticas y psicológicas. La TL en general es bien aceptada por los pacientes una vez sometidos a ella. Las dificultades que se reportan son para convencerlos de iniciar su uso, los temores de la comunidad médica de que dañe el ánimo del paciente, la difícil obtención de las larvas y la necesidad de un adecuado entrenamiento del personal de salud para aplicarlas<sup>7</sup>. \*

## TERAPIA LARVAL

# 4.4 PROBLEMAS RELEVANTES DETECTADOS

# 70%

de los pacientes que expuestos por primera vez a la TL (en El Reino Unido) manifestaron deseos de no seguir con el procedimiento al observar las larvas.

**GUSANOS:** La sola palabra evoca la imaginería de la descomposición y de la pudrición. Es fácil entender que la idea de utilizar a estas criaturas en heridas infectadas puede no resultar alentador para mucha gente. Se ha detectado que muchos pacientes se aterrorizan con el concepto de la TL, repulsión que ha sido catalogada como el “factor asco”<sup>17</sup>, pero quizás son los profesionales de la salud quienes lo experimentan en mayor grado.

Disponer larvas en los llamados “Biobags”, haciéndolas invisibles, fáciles de aplicar, ayuda a reducir el factor asco en los profesionales médicos y en los pacientes. En estudios realizados en 6 pacientes que recibieron TL de este modo, la experiencia resultó no ser tan aterradora como ellos habían imaginado<sup>15</sup>.

# <1%

de los pacientes experimentó sangramiento, pero la experiencia hizo que generaran una gran aversión a la TL, la cual comunicaron a sus cercanos.

**SANGRAMIENTO:** La literatura sobre la TL la describe como una técnica de desbridamiento segura, no quirúrgica. En teoría, las contraindicaciones para pacientes sujetos a TL son: alergia a los huevos, a los granos de soya, larvas de mosca o a los componentes del vendaje. El sangramiento como contraindicación no es siempre mencionado. Incluso en un manual de asistencia<sup>16</sup> para la TL, el sangramiento está sólo mencionado en casos donde las larvas son dispuestas cerca de vasos sanguíneos.

De acuerdo a los reportes<sup>17</sup>, el sangramiento sólo ocurre en menos del 1% de los vendajes con larvas y está ligado al nivel de vascularización de la zona de la herida.

# 12%

de los pacientes experimentó dolores intensos producto de la TL, pero no existe consenso si es que se debe a la sensibilidad extrema de las úlceras varicosas o a la acción de las larvas.

**DOLOR:** como complicación en el desbridamiento larval, el dolor es controversial. Exista o no dolor, depende del tipo de herida tratada. Sin embargo, algunos autores sugieren que la TL no es dolorosa: la mayoría de los pacientes no sienten las larvas, o el dolor decrece o desaparece después que las larvas son aplicadas. En contraste, el dolor ha sido detectado cuando las larvas han crecido (uno a tres días después de su aplicación)<sup>18</sup> y en pacientes cuyas heridas producían mucho dolor aún antes de la aplicación de las larvas y del uso de la analgesia. \*

<sup>14</sup> Kitching M. “Patient’s perceptions and experiences of larval therapy”, *J Wound Care*. 2004;13:25-29.

<sup>16</sup> Fleischmann W, Grassberger M, Sherman R. “Maggot Therapy: A Handbook of Maggot-Assisted Wound Healing”, *New York: Thieme*; 2004:81-85.

<sup>17</sup> [www.larve.com/maggot\\_manual/docs/contraindications.html](http://www.larve.com/maggot_manual/docs/contraindications.html) . 12-10-2004.

<sup>18</sup> Courtenay M. “The use of larval therapy in wound management in the UK”. *J Wound Care*. 1999;8:177-179.

## TERAPIA LARVAL

# 4.5 CONCLUSIONES GENERALES DE LA TL

LAS PUBLICACIONES refieren que las personas involucradas con la TL dicen que el *factor asco* es un importante impedimento para el uso de la TL a pesar de ser un procedimiento cuyos beneficios en el tratamiento de heridas crónicas está ampliamente documentado. Beneficios, que frente a otras técnicas de desbridamiento, van desde los costos, tiempo y efectividad del proceso.

Una herida que no sana, que supura, que huele mal, que hace que los pacientes deban evitar salir a la calle he incluso aislarse de su propio entorno familiar, hace que la consideración al *factor asco* sea, en algunos casos, posible de aceptar por el paciente, especialmente en casos donde la gravedad de la heridas pueda llevar a la amputación de alguna extremidad. Frente al *factor asco* los pacientes saben lo que es verdaderamente asqueroso: la herida en sí. Paradójicamente la repulsión atávica parece estar más presente en la mente de los administradores y profesionales del área de la salud.

La bibliografía mayoritariamente expresa que la superación a la aversión de la TL esta basada en una cuidadosa comunicación con el paciente, en información bien entregada y diseñada, cuyo fin es la aceptación y la racionalizar sus temores.

Por otra parte, queremos establecer que esta racionalización de la imagen cultural de las larvas de mosca, como la antítesis de la salud y de la limpieza, es una configuración que supera ampliamente los ejercicios de educación que el personal de salud pueda inculcar entre sus pares y en sus pacientes.

El prejuicio médico sobre el asco o el posible rechazo de los pacientes que esperan una solución eficaz a sus heridas crónicas, no hace sino agravar la necesidad imperiosa de esconder la carga simbólica de las larvas sin comprometer su eficacia. \*

**Objetivo general:** Extender el uso de la terapia larval (TL).

**Objetivos específicos:**

Reducir los costos del tratamiento convencional de heridas crónicas.

Simplificación del modo de aplicación de la TL.

Reducir el “Factor Asco” implícito en la TL.

No comprometer los beneficios de la técnica de “rango libre” de la TL.



Modulo amigable



Contenedor.

Ocultador de larvas y su proceso.

Dispensador.

Figura N° 7

# DISPOSITIVO

## 5.1 PROPUESTA CONCEPTUAL

EN BASE A LO QUE ESTA INVESTIGACIÓN ha pretendido exponer y abarcar, el diseño que comenzará a ser proyectado en base a los requerimientos que la TL exige, se sugiere conceptualmente en la fusión de varias ideas [vid. Figura N° 7]:

**Contenedor:** ser un transportador efectivo de las larvas, manteniéndolas en un ambiente propicio hasta el minuto de ser aplicadas.

**Ocultador de larvas y su proceso:** ser capaz de exponerlas lo menos posible o negar al contacto visual con los pacientes pero sin dejar de entregar información al personal médico respecto a su correcto estado.

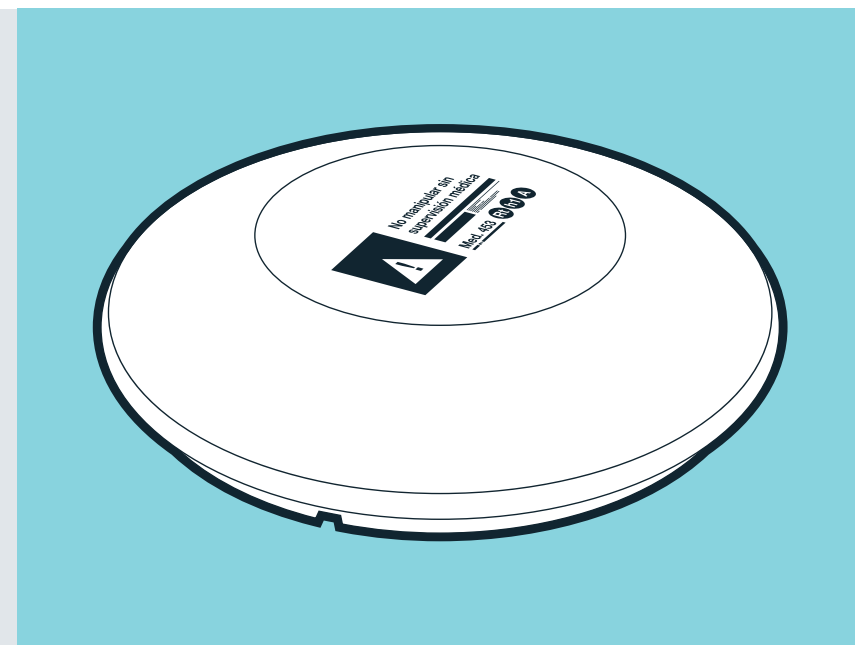
**Dispensador:** debe ser capaz de simplificar el proceso de aplicación de la TL, reduciendo los tiempos, los pasos y la capacitación requerida al personal médico.

Estos tres conceptos básicos deben estar contenidos en un *modulo amigable* que sea capaz de comunicar los beneficios que el personal de salud entregará a sus pacientes al exponerlos a la TL, y que estos a su vez, puedan recibirlos de la mejor manera posible, pudiendo también comunicarlo a quienes les rodean.

## DISPOSITIVO

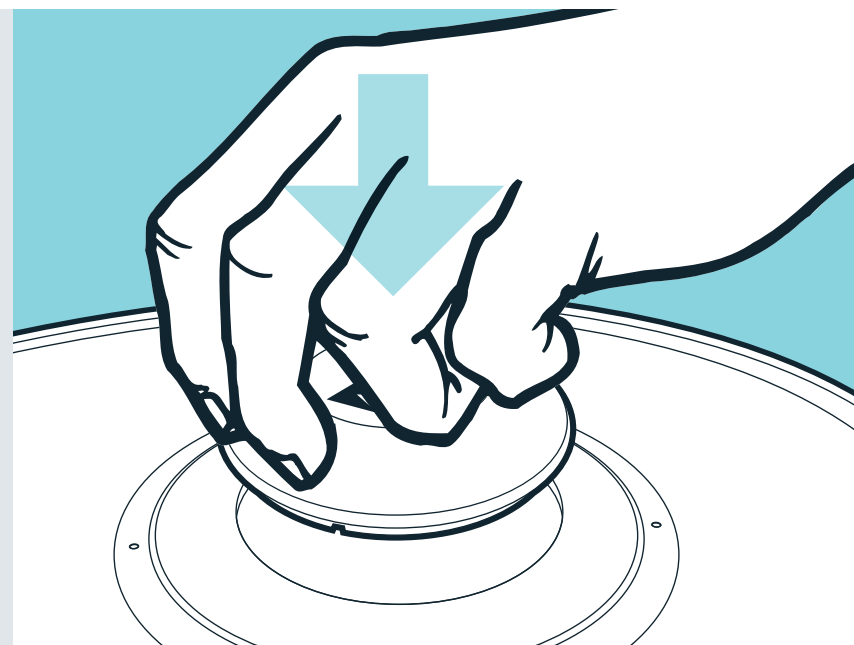
# 5.2 SECUENCIA DE APLICACIÓN IDEAL

Figura N°8



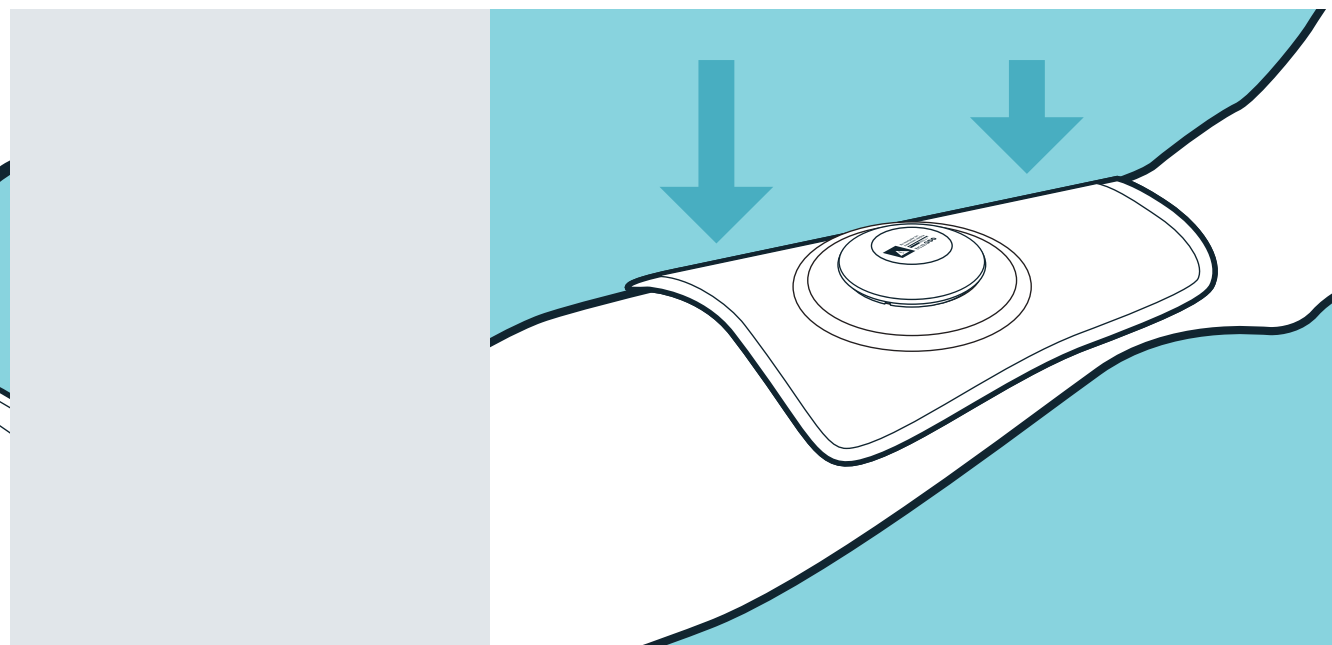
# 1

El contenedor llega al centro asistencial con todas las larvas de *Lucilia Sericata* en perfectas condiciones, estériles y dentro del tiempo de desarrollo adecuado para comenzar con la TL. El personal médico debe poder corroborar estas condiciones y proceder con el tratamiento. El contenedor evita el contacto visual entre las larvas y el paciente.



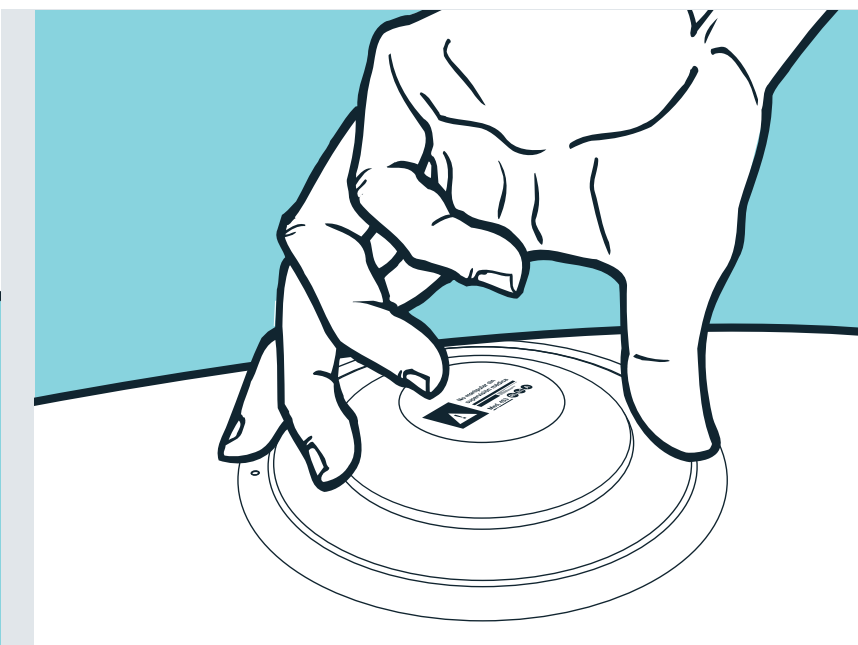
# 2

El contenedor es manipulado por el personal de salud y se adhiere al apósito que mejor interpreta el tamaño y ubicación de la herida a tratar. Esta fijación es permanente y deberá evitar la salida de las larvas hasta que el conjunto sea fijado en el paciente.



# 3

El sistema aplicador (apósito + contenedor) se adhiere sobre la extremidad, cubriendo completamente el área de la herida crónica a tratar, y fijándose solo sobre la piel sana restante. Las larvas aun se encuentran dentro del contenedor, sin posibilidad de salir.



# 4

El sistema aplicador está fijado sobre la herida y su correcta condición es observada por el personal médico. Cuando este considera que ha terminado la inspección y aprueba la fijación del sistema sobre el tejido, activa la liberación de las larvas, las cuales emergen desde la parte inferior del contenedor y se distribuyen naturalmente en la herida, hacia los tejidos necróticos o infectados. El desbridamiento ha comenzado. Dentro de 1 o 3 días, el paciente deberá volver a que el personal de salud retire el sistema.

## DISPOSITIVO 5.3 DESARROLLO FORMAL DE LA PROPUESTA

Nombre:

# propuesta 0.1

Fecha: agosto 2008

Descripción:

Esta primera aproximación pretende adaptarse a distintas heridas, dejando que el personal de salud pueda adaptar cualquier tamaño o forma de apósito al contenedor de las larvas. Es así, que este llega separado del dispensador, y no considera el diseño de un apósito que cubra la herida. Todo el sistema debe ser montado antes de comenzar la TL.

Evaluación:

Dejar que el personal de salud prepare el apósito a medida de cada paciente es una buena solución desde el punto de vista de la curva de aprendizaje, ya que se basa en los procedimientos rutinarios de desbridamiento. Por otro lado, aumenta los pasos de manipulación del sistema, incrementando el tiempo de aplicación y las posibilidades de errores.

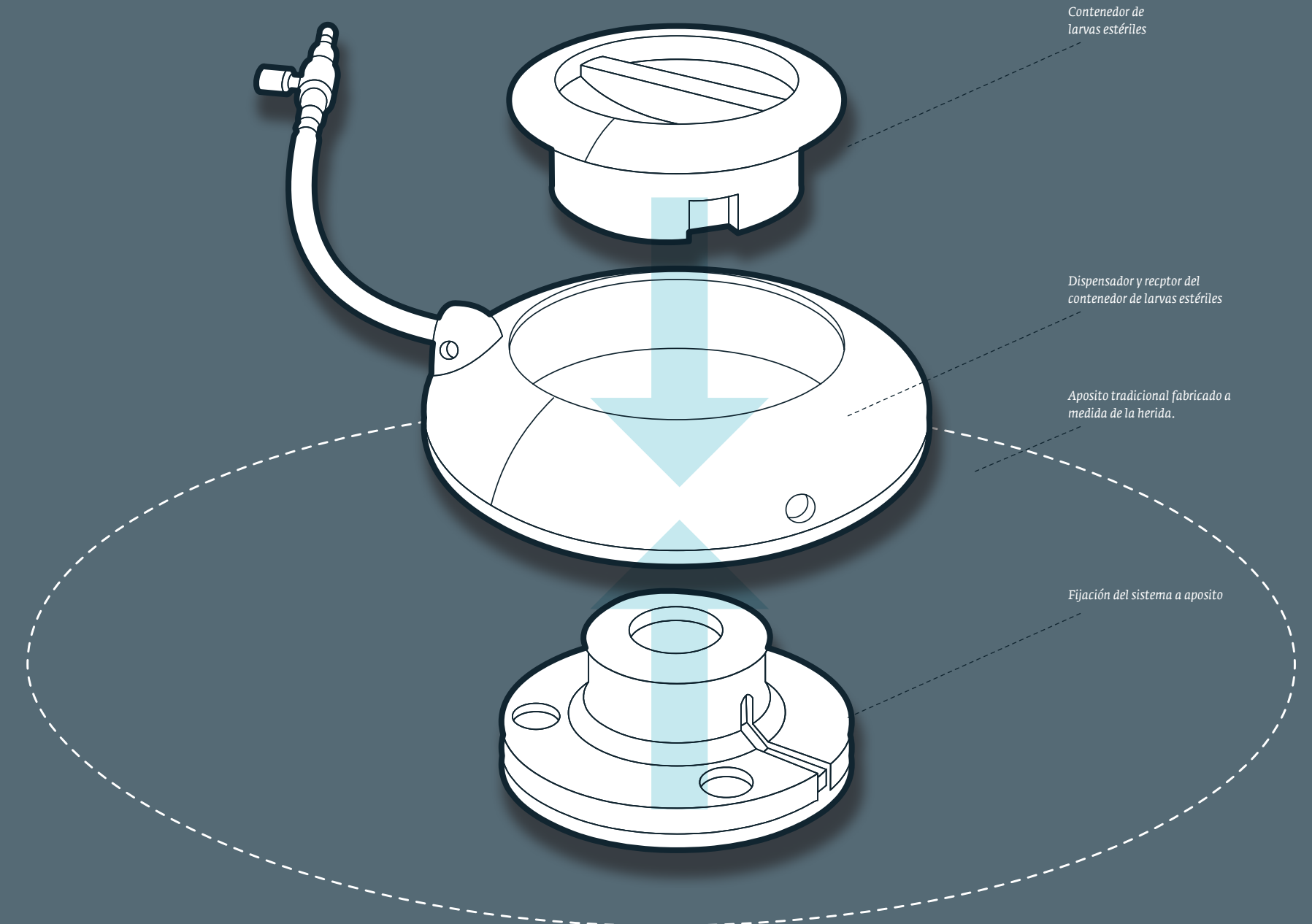
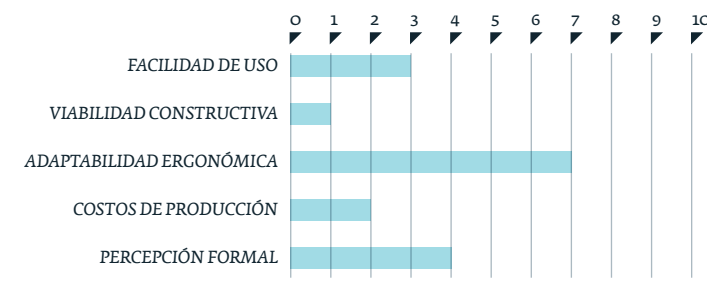
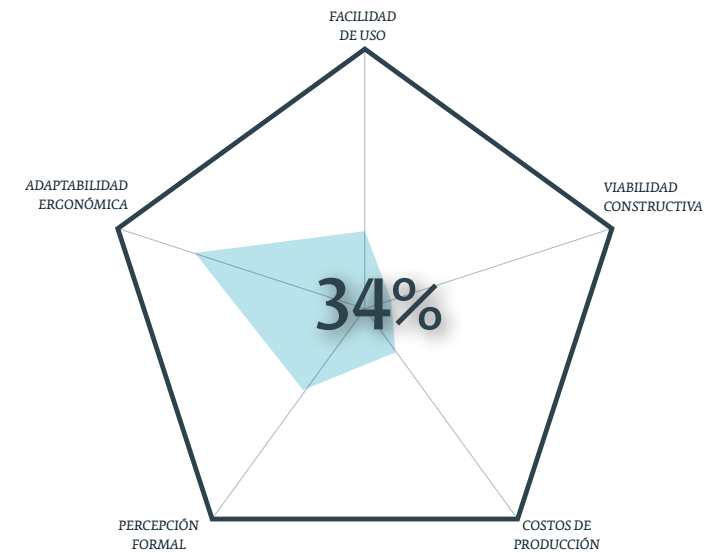
*Complejidad de uso:* Dice relación con la curva de aprendizaje, la manipulación y los movimientos que requiere el dispositivo por parte del personal médico. La escala va desde "muy complejo" (0) hasta "muy simple" (10).

*Viabilidad constructiva:* Establece la capacidad productiva de las partes y piezas que componen el sistema, así como la disponibilidad de materiales y armado. La escala va desde "muy inviable" (0) hasta "muy viable" (10).

*Adaptabilidad ergonómica:* Analiza la relación de la forma y los materiales con el cuerpo del paciente, además de la flexibilidad de la forma para adaptarse a distintos tamaños de heridas, extremidades y superficies. La escala va desde "muy inadaptable" (0) hasta "muy adaptable" (10).

*Costos de producción:* Analiza el costo de los materiales, mano de obra e investigación a fin de aproximar un costo productivo, el cual puede arrojar una idea sobre el valor de mercado del dispositivo. La escala va desde "muy caro" (0) hasta "muy barato" (10).

*Percepción formal:* Establece la "amabilidad" del diseño general del dispositivo y su capacidad para evitar el "factor asco" de las larvas. La escala va desde "muy rechazable" (0) hasta "muy amigable" (10).

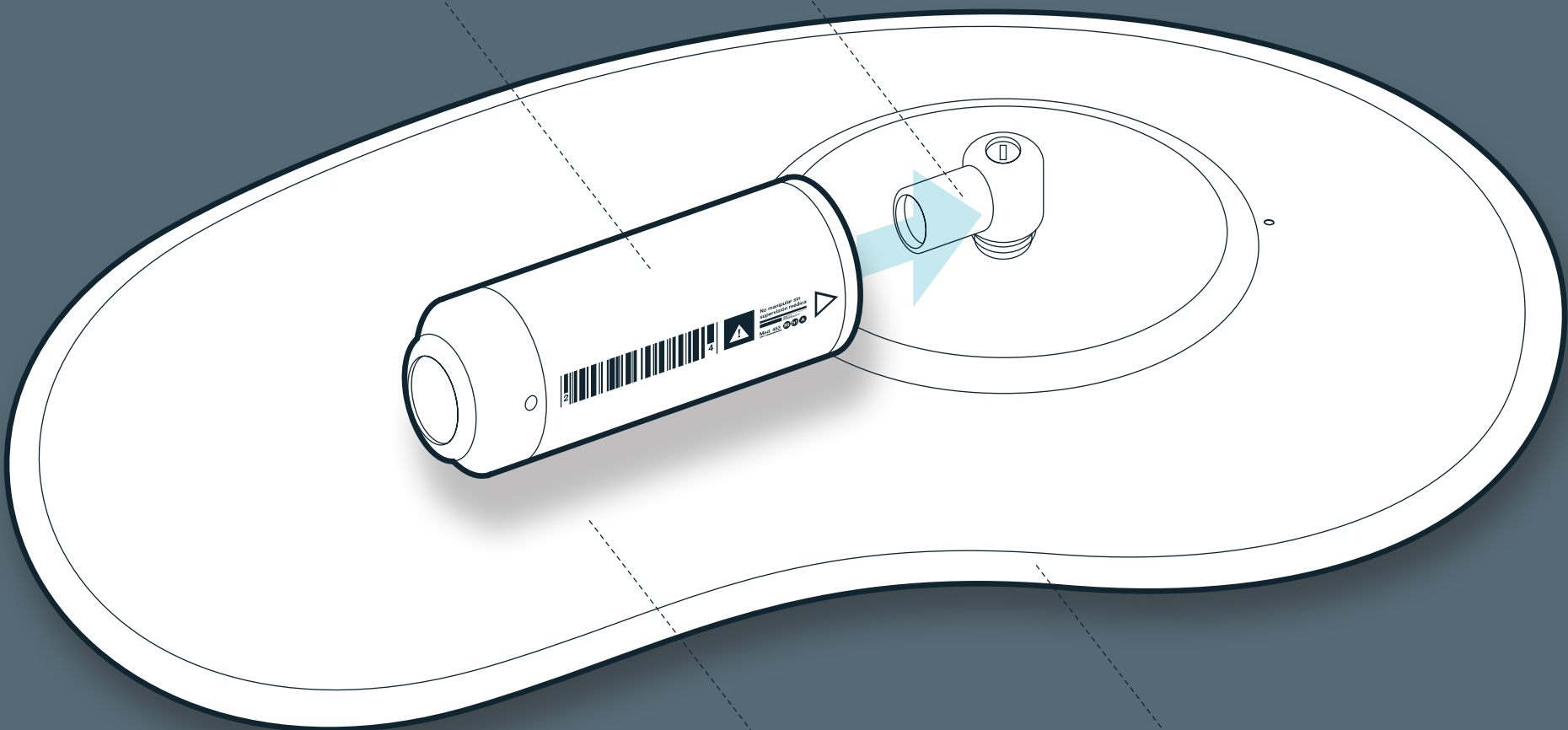


Contenedor - transportador de larvas estériles

Vínculo entre el contenedor y el apósito

Apósito

Perímetro autoadhesivo del apósito para fijar sobre la piel o tejido sano



## DISPOSITIVO 5.3 DESARROLLO FORMAL DE LA PROPUESTA

Nombre:

# propuesta 0.2

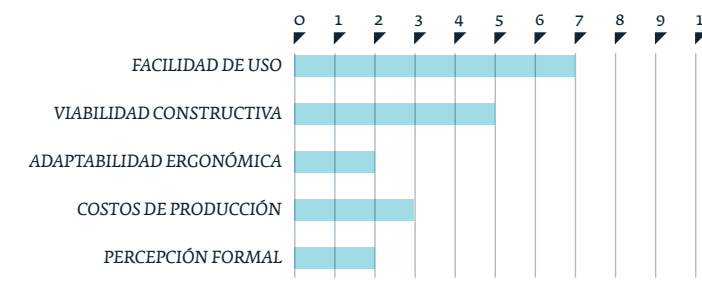
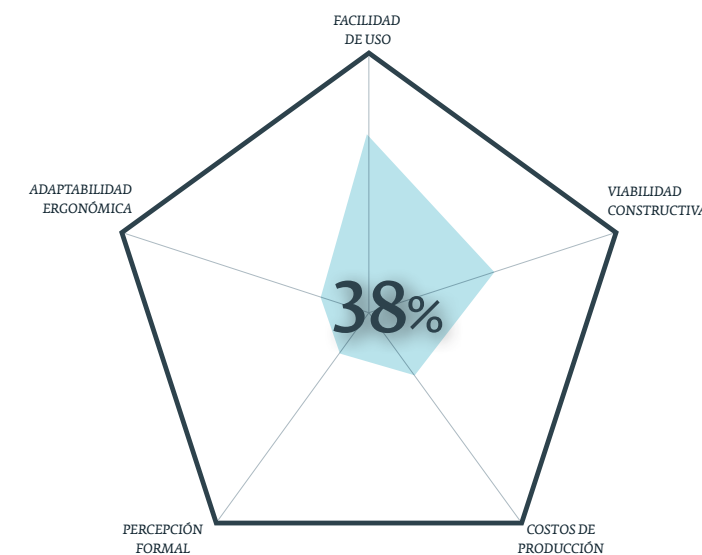
Fecha: octubre 2008

Descripción:

Esta solución pretende ser lo más parecido posible, formal y operativamente, a los objetos con que el personal de salud interactúa día a día. Imita los modos de uso de las conexiones y válvulas intravenosas, esperando lograr una buena asimilación por el personal médico. Considera un apósito prefabricado que se presenta en diferentes tamaños y formas, y que integra el vínculo con el contenedor.

Evaluación:

Homologar procedimientos existentes reduce la curva de aprendizaje de uso y mejora la asimilación del personal de salud pero no responde a las características particulares del procedimiento de TL (salida y tránsito de larvas), y no hace ningún esfuerzo por lograr un "módulo amigable".



Complejidad de uso: Dice relación con la curva de aprendizaje, la manipulación y los movimientos que requiere el dispositivo por parte del personal médico. La escala va desde "muy complejo" (0) hasta "muy simple" (10).

Viabilidad constructiva: Establece la capacidad productiva de las partes y piezas que componen el sistema, así como la disponibilidad de materiales y armado. La escala va desde "muy inviable" (0) hasta "muy viable" (10).

Adaptabilidad ergonómica: Analiza la relación de la forma y los materiales con el cuerpo del paciente, además de la flexibilidad de la forma para adaptarse a distintos tamaños de heridas, extremidades y superficies. La escala va desde "muy inadaptable" (0) hasta "muy adaptable" (10).

Costos de producción: Analiza el costo de los materiales, mano de obra e investigación a fin de aproximar un costo productivo, el cual puede arrojar una idea sobre el valor de mercado del dispositivo. La escala va desde "muy caro" (0) hasta "muy barato" (10).

Percepción formal: Establece la "amabilidad" del diseño general del dispositivo y su capacidad para evitar el "factor asco" de las larvas. La escala va desde "muy rechazable" (0) hasta "muy amigable" (10).

## DISPOSITIVO 5.3 DESARROLLO FORMAL DE LA PROPUESTA

Nombre:

# propuesta 0.3

Fecha: diciembre 2008

Descripción:

Este sistema considera la separación del “transportador” del “dispensador” de las larvas. El primero funciona como protección de un dispensador de material flexible, el cual queda adosado al apósito.

Evaluación:

El gesto de adosar el “transportador” al apósito debe lograr ser lo más fluida posible, pues su protección debe ser descartada inmediatamente. Este sistema no está definido y, al parecer, podría llegar a poseer una gran complejidad constructiva. Por otro lado, son rescatables los niveles de asepsia que se logran con este modo, no vistos en las anteriores propuestas. Además, su baja sección transversal una vez adosado al paciente reduce los riesgos de choques y roces posteriores.

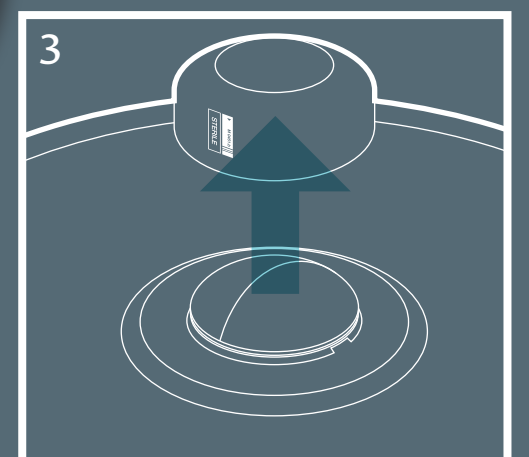
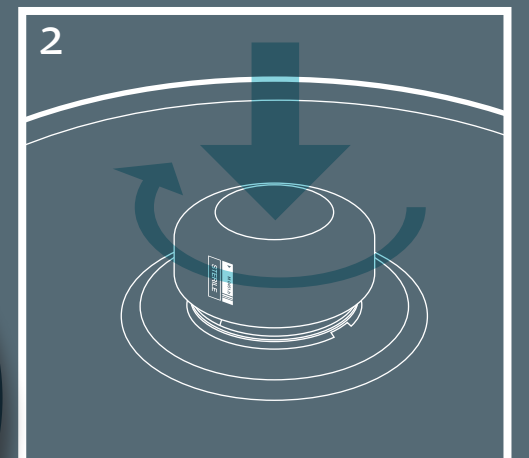
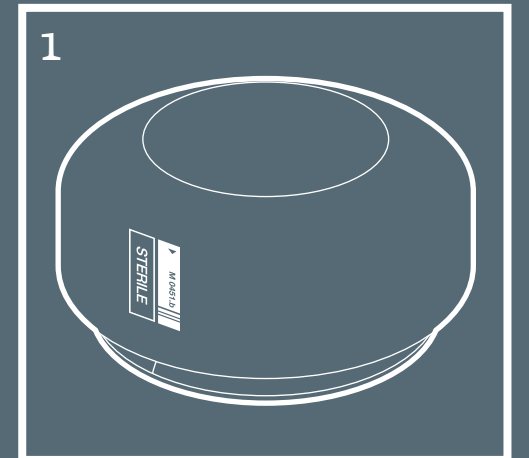
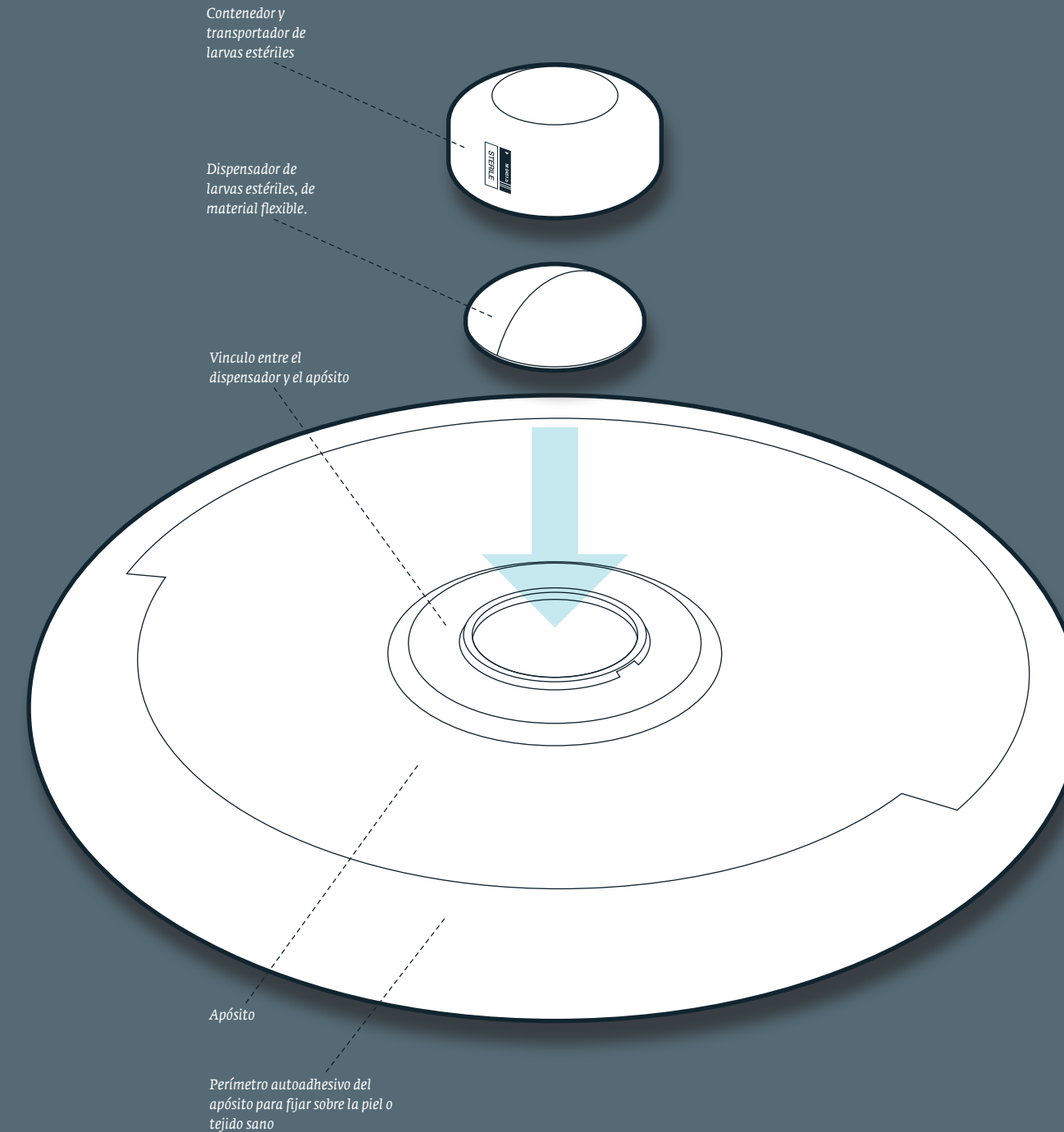
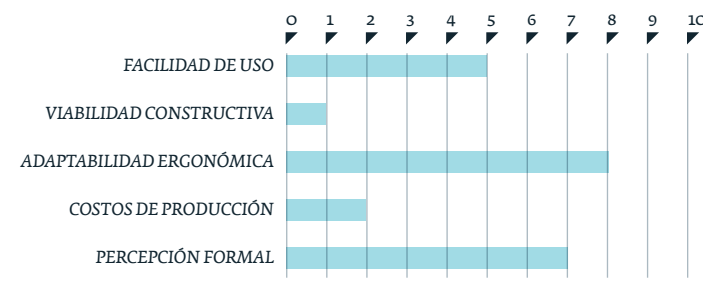
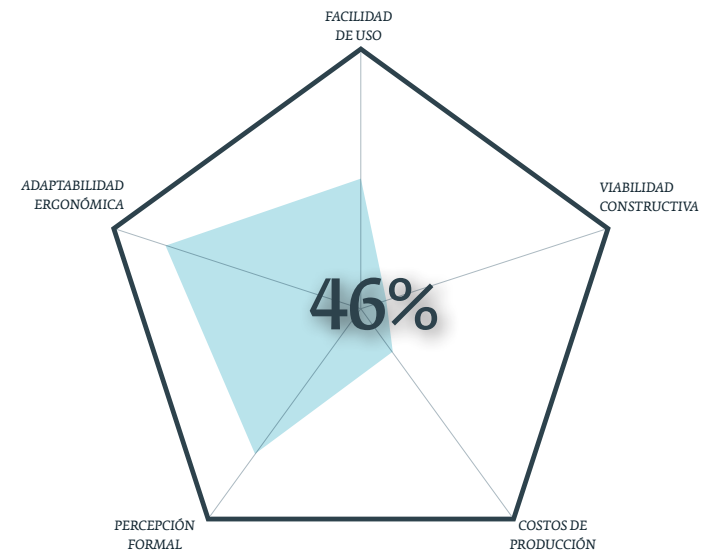
**Complejidad de uso:** Dice relación con la curva de aprendizaje, la manipulación y los movimientos que requiere el dispositivo por parte del personal médico. La escala va desde “muy complejo” (0) hasta “muy simple” (10).

**Viabilidad constructiva:** Establece la capacidad productiva de las partes y piezas que componen el sistema, así como la disponibilidad de materiales y armado. La escala va desde “muy inviable” (0) hasta “muy viable” (10).

**Adaptabilidad ergonómica:** Analiza la relación de la forma y los materiales con el cuerpo del paciente, además de la flexibilidad de la forma para adaptarse a distintos tamaños de heridas, extremidades y superficies. La escala va desde “muy inadaptable” (0) hasta “muy adaptable” (10).

**Costos de producción:** Analiza el costo de los materiales, mano de obra e investigación a fin de aproximar un costo productivo, el cual puede arrojar una idea sobre el valor de mercado del dispositivo. La escala va desde “muy caro” (0) hasta “muy barato” (10).

**Percepción formal:** Establece la “amabilidad” del diseño general del dispositivo y su capacidad para evitar el “factor asco” de las larvas. La escala va desde “muy rechazable” (0) hasta “muy amigable” (10).

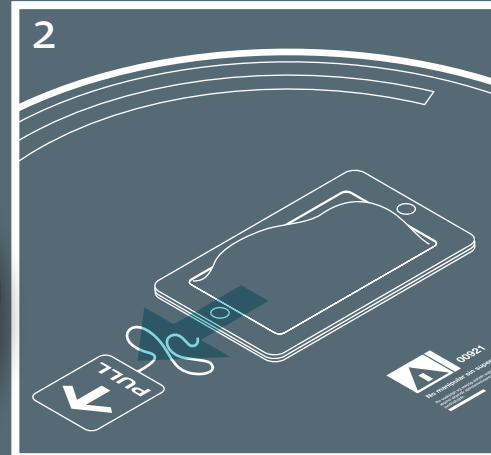
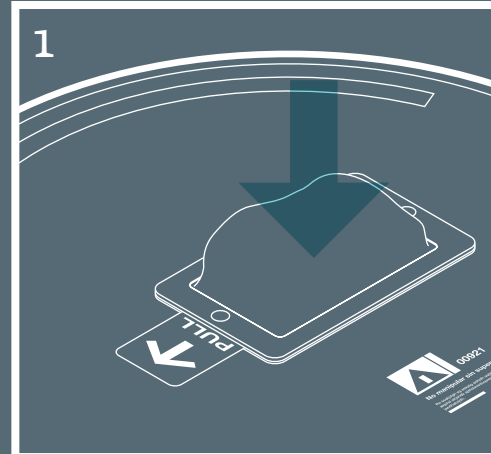
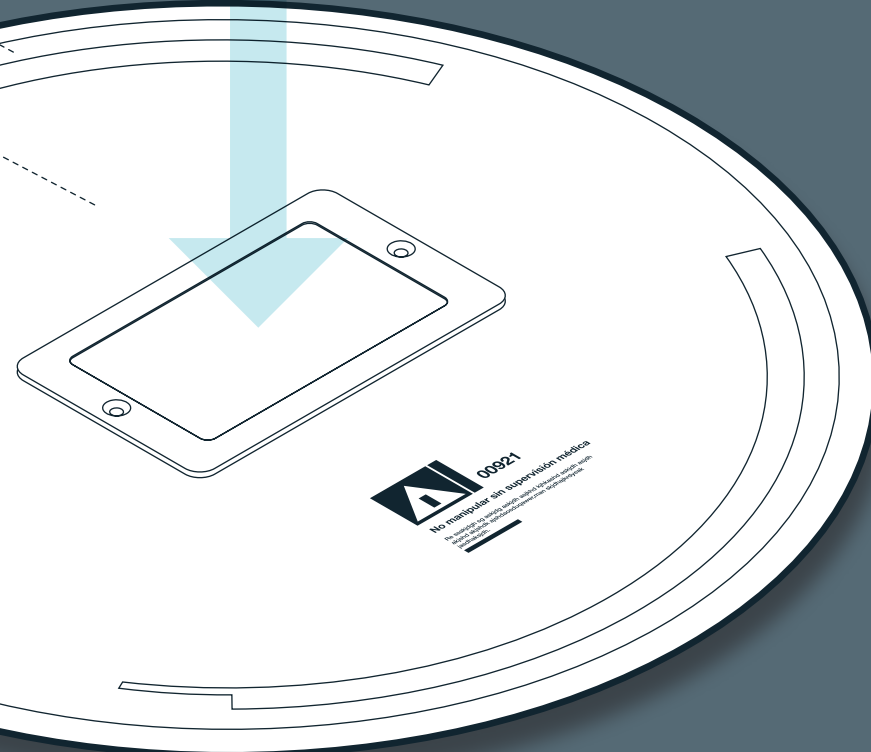
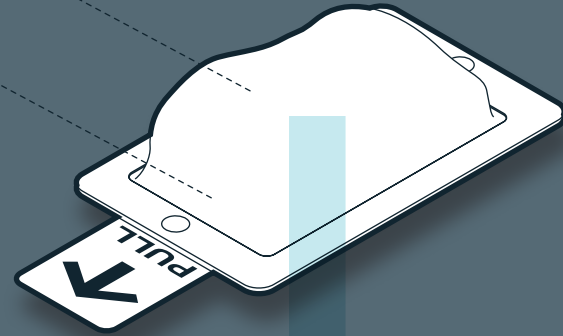


Bolsa de malla de nylon flexible

Contenedor - transportador de larvas estériles

Perímetro autoadhesivo del apósito para fijar sobre la piel o tejido sano

Apósito



## DISPOSITIVO 5.3 DESARROLLO FORMAL DE LA PROPUESTA

Nombre:

# propuesta 0.4

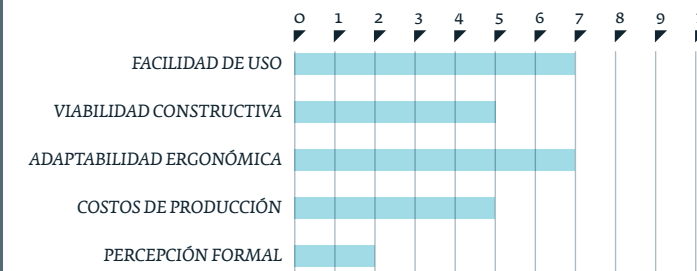
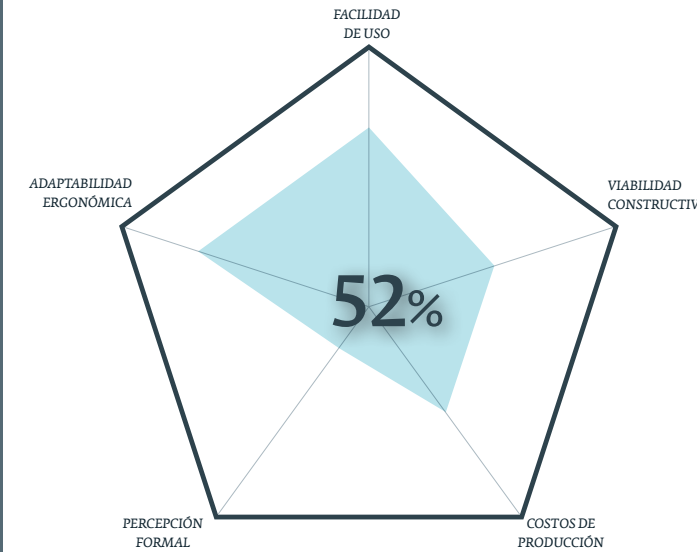
Fecha: marzo 2009

Descripción:

El contenedor está constituido de un bastidor rígido, el cual se adosará al apósito, y de una pequeña bolsa de malla de nylon flexible que contiene a las larvas. En su parte inferior, el contenedor tiene una apertura que se mantiene unida por una costura de hilo encerado. Una vez fijado el sistema al paciente, se jala este hilo y la esclusa de la malla se abre a fin de permitir la salida de las larvas hacia la herida.

Evaluación:

Toma bastante de la experiencia que la industria ha adquirido en el desarrollo del Biobag, especialmente su manipulación previa al desbridamiento. El vaciado del contenedor ayuda a que el apósito se mantenga plano, reduciendo el peligro de roces posteriores.



Complejidad de uso: Dice relación con la curva de aprendizaje, la manipulación y los movimientos que requiere el dispositivo por parte del personal médico. La escala va desde "muy complejo" (0) hasta "muy simple" (10).

Viabilidad constructiva: Establece la capacidad productiva de las partes y piezas que componen el sistema, así como la disponibilidad de materiales y armado. La escala va desde "muy inviable" (0) hasta "muy viable" (10).

Adaptabilidad ergonómica: Analiza la relación de la forma y los materiales con el cuerpo del paciente, además de la flexibilidad de la forma para adaptarse a distintos tamaños de heridas, extremidades y superficies. La escala va desde "muy inadaptable" (0) hasta "muy adaptable" (10).

Costos de producción: Analiza el costo de los materiales, mano de obra e investigación a fin de aproximar un costo productivo, el cual puede arrojar una idea sobre el valor de mercado del dispositivo. La escala va desde "muy caro" (0) hasta "muy barato" (10).

Percepción formal: Establece la "amabilidad" del diseño general del dispositivo y su capacidad para evitar el "factor asco" de las larvas. La escala va desde "muy rechazable" (0) hasta "muy amigable" (10).

## DISPOSITIVO 5.3 DESARROLLO FORMAL DE LA PROPUESTA

Nombre:

# propuesta 0.5

Fecha: abril 2008

Descripción:

El contenedor de larvas es de plástico inyectado, el cual posee una esclusa mecánica en su parte inferior, que evita la salida de las larvas hasta después de fijar el sistema sobre la herida. Considera además una válvula para la inyección de solución estéril a fin de limpiar y ayudar a desprender el conjunto. El apósito se presenta en diversos tamaños y formas.

Evaluación:

Aumentar la rigidez constructiva del contenedor e integrar el sistema de aplicación en el mismo, facilita el transporte y manipulación que el proceso productivo de larvas estériles requiere, además de facilitar el gesto de liberación de estas. Lamentablemente, compromete la sección transversal del apósito y la flexibilidad que se requiere para adaptarse a las sinuosidades de la piel humana.

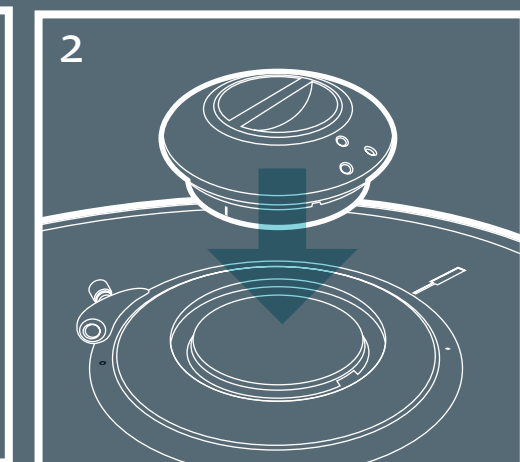
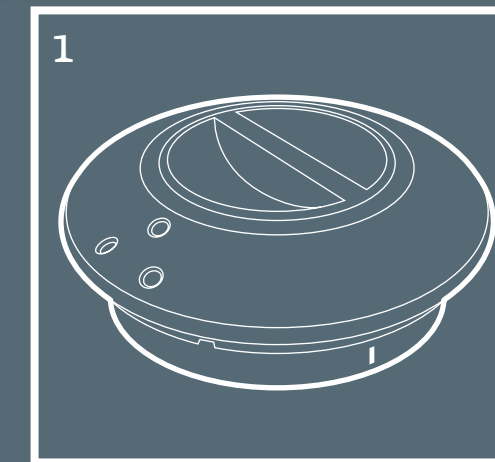
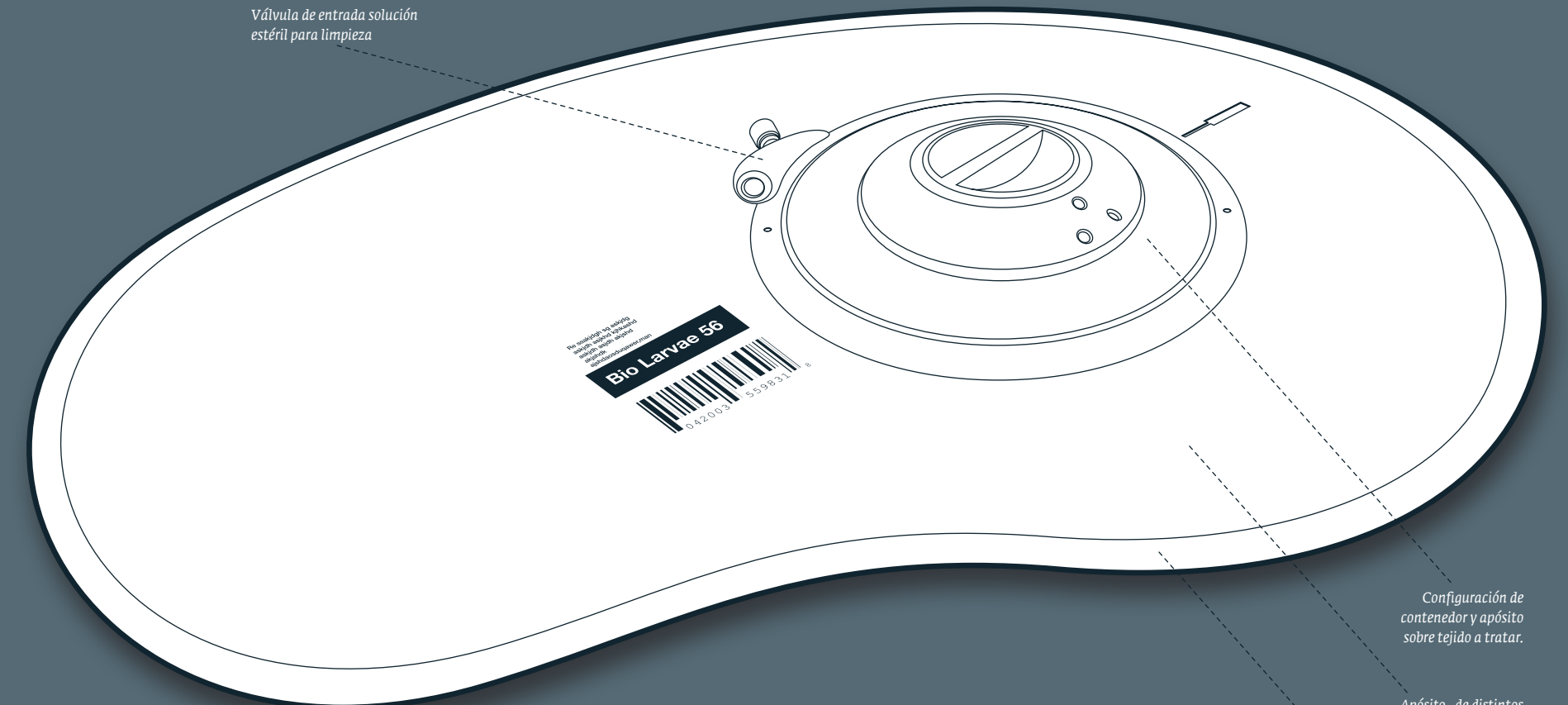
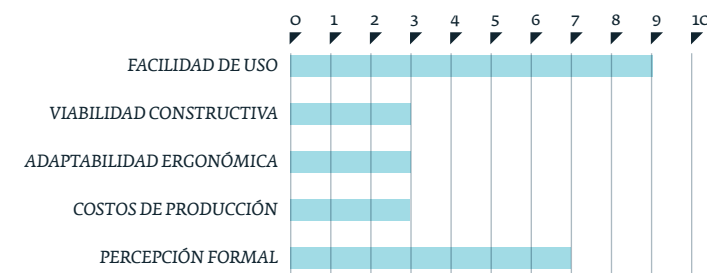
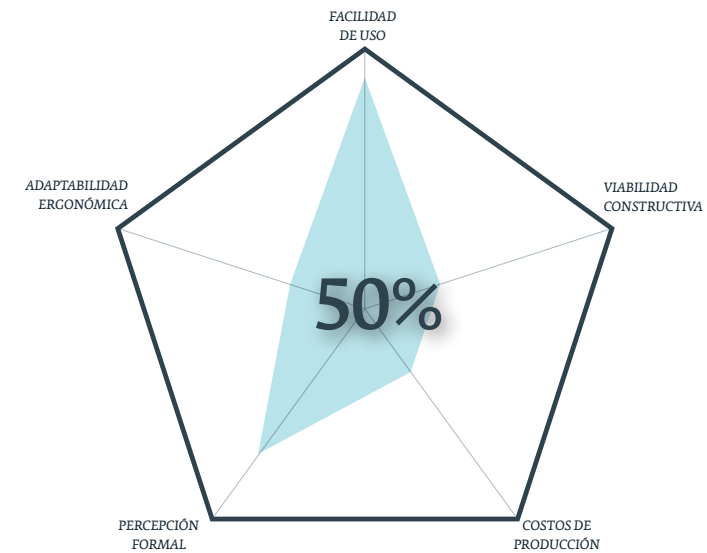
*Complejidad de uso:* Dice relación con la curva de aprendizaje, la manipulación y los movimientos que requiere el dispositivo por parte del personal médico. La escala va desde "muy complejo" (0) hasta "muy simple" (10).

*Viabilidad constructiva:* Establece la capacidad productiva de las partes y piezas que componen el sistema, así como la disponibilidad de materiales y armado. La escala va desde "muy inviable" (0) hasta "muy viable" (10).

*Adaptabilidad ergonómica:* Analiza la relación de la forma y los materiales con el cuerpo del paciente, además de la flexibilidad de la forma para adaptarse a distintos tamaños de heridas, extremidades y superficies. La escala va desde "muy inadaptable" (0) hasta "muy adaptable" (10).

*Costos de producción:* Analiza el costo de los materiales, mano de obra e investigación a fin de aproximar un costo productivo, el cual puede arrojar una idea sobre el valor de mercado del dispositivo. La escala va desde "muy caro" (0) hasta "muy barato" (10).

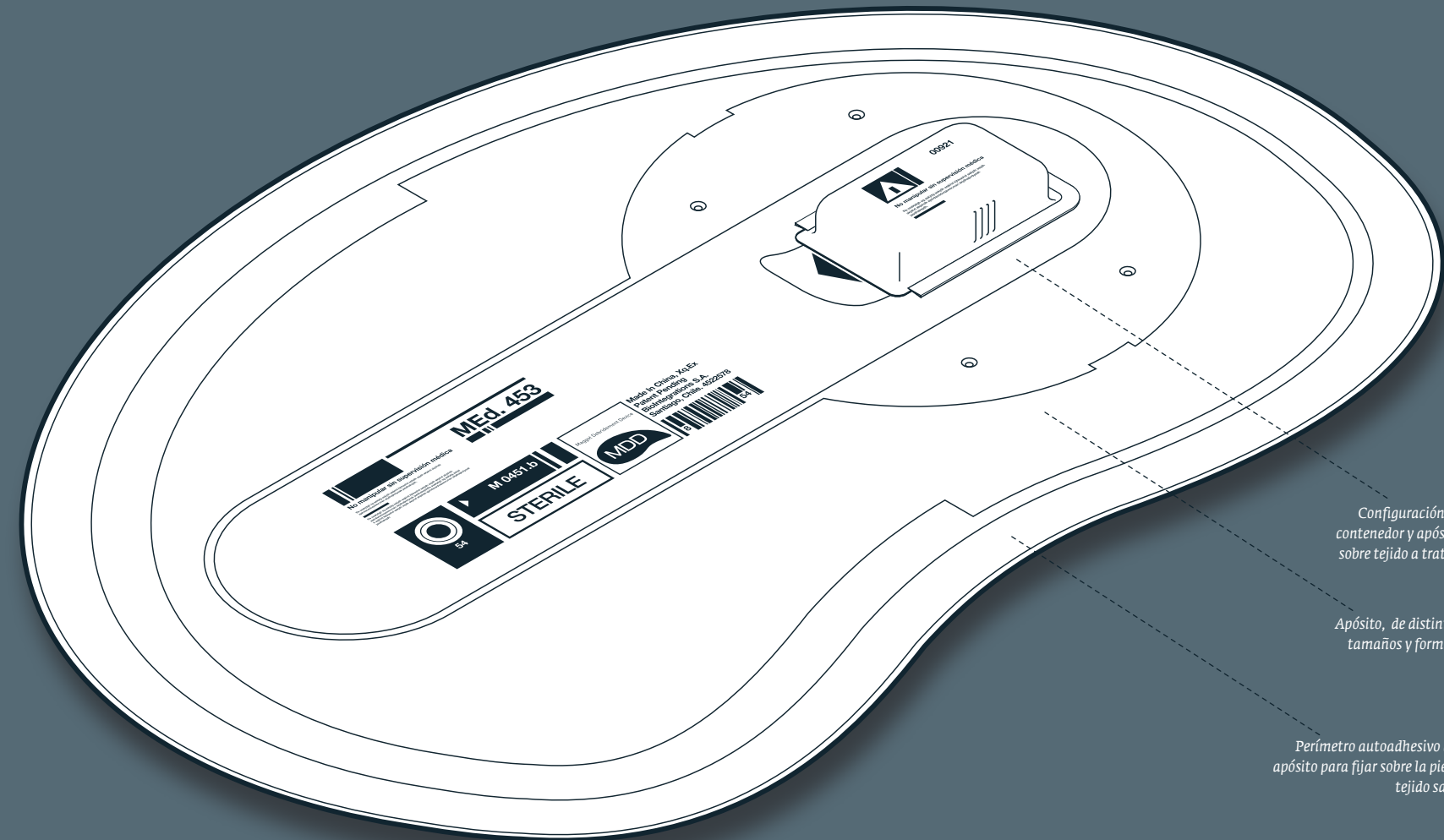
*Percepción formal:* Establece la "amabilidad" del diseño general del dispositivo y su capacidad para evitar el "factor asco" de las larvas. La escala va desde "muy rechazable" (0) hasta "muy amigable" (10).



Configuración de contenedor y apósito sobre tejido a tratar.

Apósito, de distintos tamaños y formas.

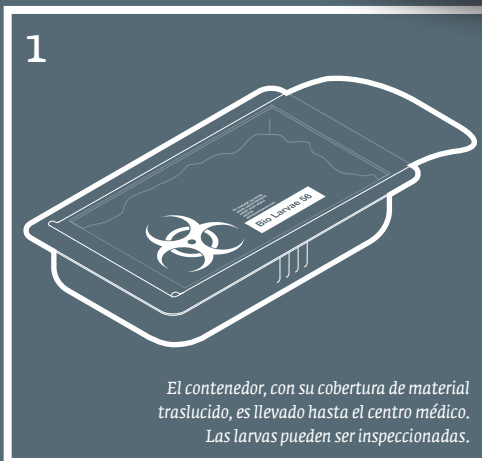
Perímetro autoadhesivo del apósito para fijar sobre la piel o tejido sano



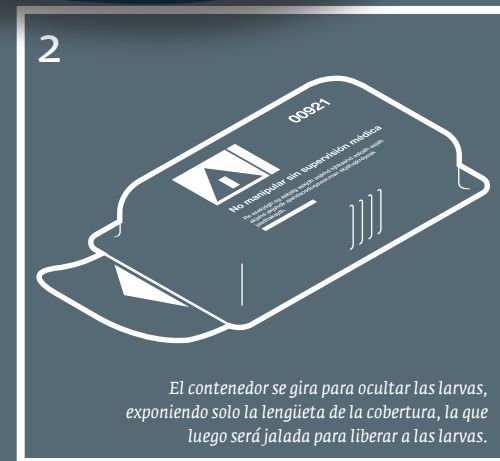
Configuración de contenedor y apósito sobre tejido a tratar.

Apósito, de distintos tamaños y formas.

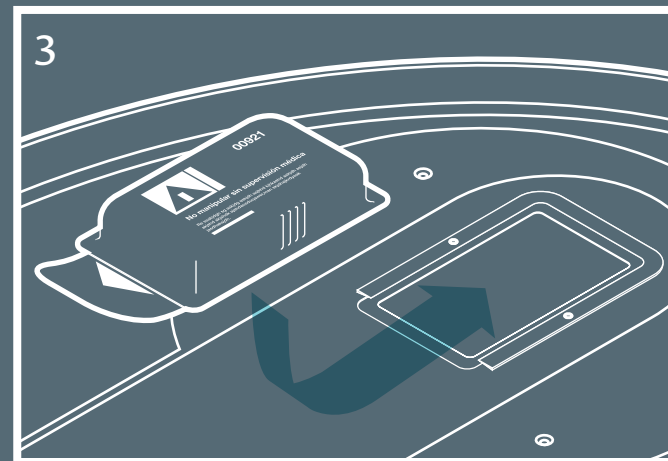
Perímetro autoadhesivo del apósito para fijar sobre la piel o tejido sano



1 El contenedor, con su cobertura de material traslúcido, es llevado hasta el centro médico. Las larvas pueden ser inspeccionadas.



2 El contenedor se gira para ocultar las larvas, exponiendo solo la lengüeta de la cobertura, la que luego será jalada para liberar a las larvas.



## DISPOSITIVO 5.3 DESARROLLO FORMAL DE LA PROPUESTA

Nombre:

# propuesta 0.6

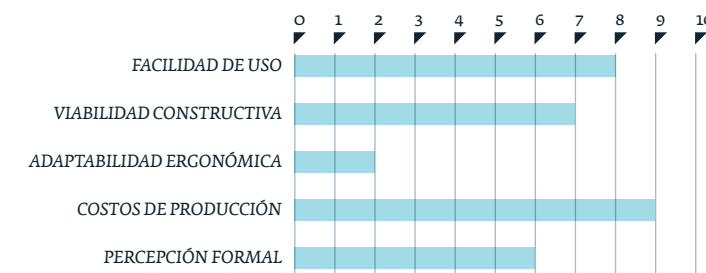
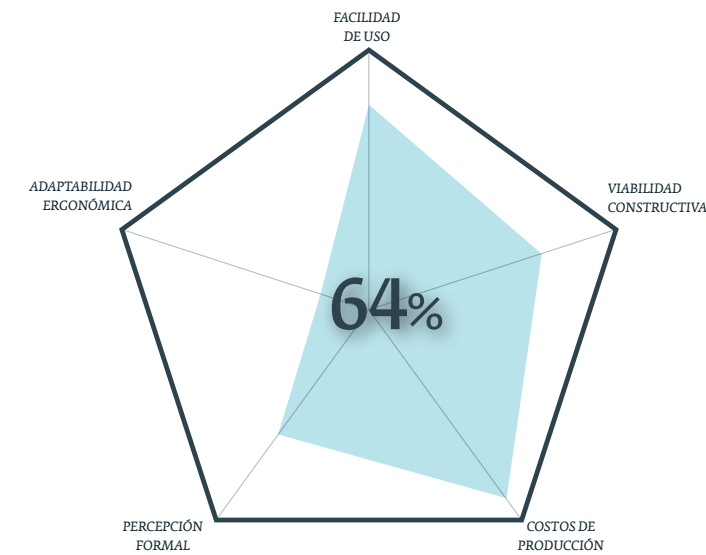
Fecha: mayo 2008

Descripción:

Contenedor de plástico termoformado, de material opaco, que posee una cobertura de cierre traslúcida, la que evita la salida de las larvas. El personal de salud une el contenedor al apósito y procede a fijarlo sobre la herida del paciente. Una vez dispuesto el sistema, se desliza la cobertura, permitiendo la salida de las larvas.

Evaluación:

Posee la facultad de permitir inspeccionar visualmente las larvas, algo muy útil en la producción de estas y para el personal de salud. Luego, al girar el contenedor, las oculta de la vista del paciente. Al ser piezas de plástico termoformadas, reduce los costos y la complejidad productiva. Lamentablemente, compromete la sección transversal del apósito y la flexibilidad que se requiere para adaptarse a las sinuosidades de la piel humana.



Complejidad de uso: Dice relación con la curva de aprendizaje, la manipulación y los movimientos que requiere el dispositivo por parte del personal médico. La escala va desde "muy complejo" (0) hasta "muy simple" (10).

Viabilidad constructiva: Establece la capacidad productiva de las partes y piezas que componen el sistema, así como la disponibilidad de materiales y armado. La escala va desde "muy inviable" (0) hasta "muy viable" (10).

Adaptabilidad ergonómica: Analiza la relación de la forma y los materiales con el cuerpo del paciente, además de la flexibilidad de la forma para adaptarse a distintos tamaños de heridas, extremidades y superficies. La escala va desde "muy inadaptable" (0) hasta "muy adaptable" (10).

Costos de producción: Analiza el costo de los materiales, mano de obra e investigación a fin de aproximar un costo productivo, el cual puede arrojar una idea sobre el valor de mercado del dispositivo. La escala va desde "muy caro" (0) hasta "muy barato" (10).

Percepción formal: Establece la "amabilidad" del diseño general del dispositivo y su capacidad para evitar el "factor asco" de las larvas. La escala va desde "muy rechazable" (0) hasta "muy amigable" (10).



## DISPOSITIVO

# 5.4 ESTADO DEL ARTE

EL SIGUIENTE ANÁLISIS del estado del arte inicia y profundiza con el dispositivo llamado Biobag (Biomonde, Alemania), pues es el que se encuentra más aceptado y difundido entre los especialistas médicos relacionados con la TL. Luego, se discuten referentes del sistema de patentes norteamericano y europeo. Vale mencionar, que el Biobag no se encuentra patentado, pues por las características de la industria farmacéutica, este tipo de innovaciones son validadas por el uso y por la certificación de los productores.

### 5.4.1 BIOBAG

Como anteriormente se ha presentado, la “técnica de contención” en la aplicación de la TL requiere que estas se encuentren literalmente encerradas en un recipiente que permita aplicarlas en grupo sobre el área a tratar de la herida, y que además permita una correcta oxigenación de las larvas. También debe permitir que los fluidos de la herida se mantengan en contacto con las larvas, dejando que estas inicien un proceso metabólico de digestión y luego devuelvan a los tejidos circundantes sus secreciones [vid. Figura N° 3].

El llamado “Biobag” (Vitapad®, Polymedics Bioproducts, Peer, Bélgica), nació como respuesta estandarizada de un proceso iniciado por el personal médico, en que fabricaban, artesanalmente, pequeños sacos de nylon quirúrgico donde introducían entre 20 a 30 larvas y que luego cerraban cociéndolos a mano. Todo esto con la esperanza de que el paciente no tenga contacto visual con las larvas, y de simplificar el delicado proceso de disponerlas sobre la herida en la técnica de rango libre.

Dado que en la TL el “factor asco” siempre es una consideración tanto para el personal de salud como para los

pacientes, el Biobag es una respuesta a la manipulación y exposición de las larvas.

### Características del Biobag

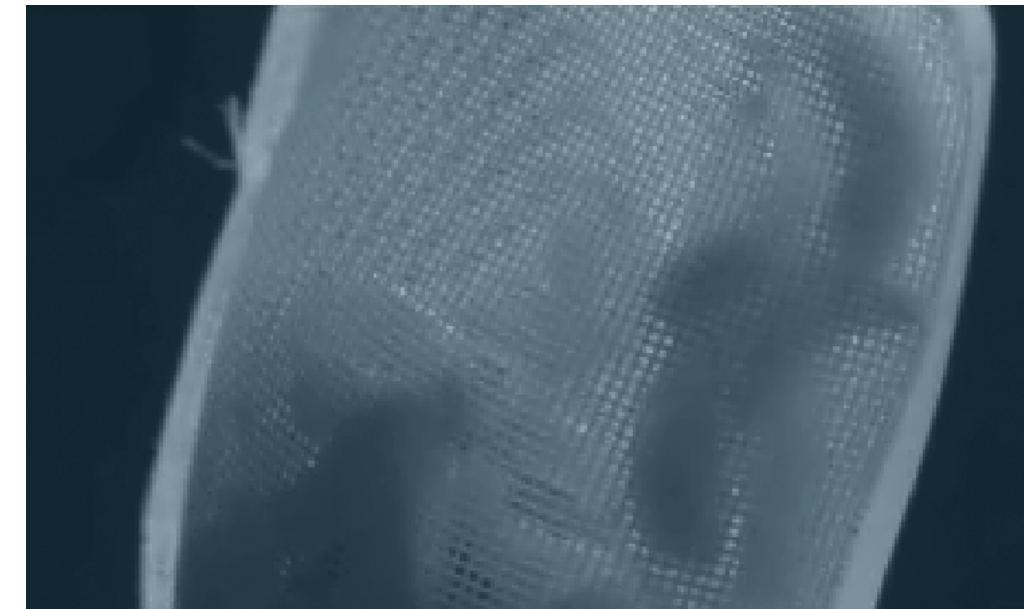
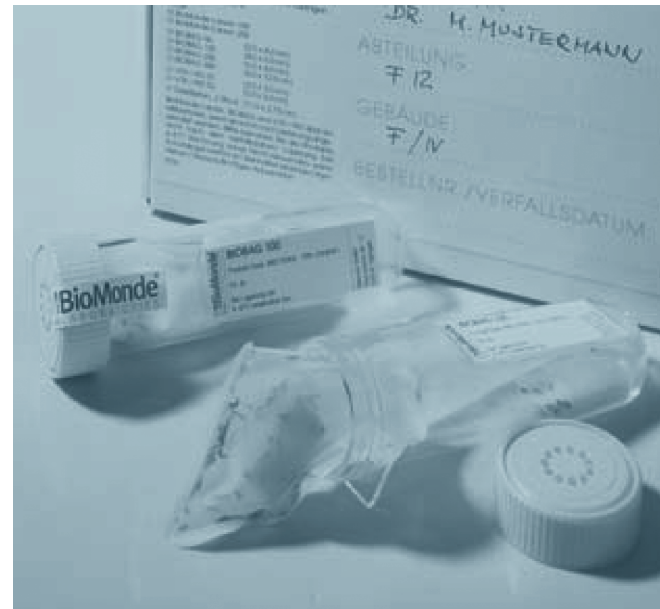
Estos contenedores de larvas, están fabricados de una hidroesponja de alcohol polivinílico sellada con calor, y se presenta en dos tamaños: 4 x 4 cm, y 6 x 3,5 cm, cada uno conteniendo alrededor de 20 larvas estériles.

Se utilizan preferentemente en heridas que son muy difíciles de vendar o en las oportunidades donde se debe anular la posibilidad de que las larvas escapen (por ejemplo, un paciente tratado por una herida en su pecho).

Sin embargo la contención de las larvas reduce su efectividad<sup>19</sup>, por lo que muchos especialistas prefieren, siempre que sea posible, utilizar la técnica de rango libre.

Los Biobags son construidos con fibras compuestas biodegradables de 0.05 mm., las cuales son entrelazadas en grupos de 15 para formar un tejido uniforme que permita una alta tasa de transferencia de fluidos<sup>20</sup>, permitiendo que las larvas puedan actuar como agentes necrófagos.

Se ha comprobado que el propio alcohol polivinílico esta asociado con el esterilización y sanado de la herida<sup>21</sup>. Otros sistemas de contención para larvas están hechos de nylon o



Dacron de chiffon, los que permiten el libre tránsito de las secreciones de las larvas y el drenaje de la herida, dejando a las larvas en el interior con un limitado contacto físico directo con los tejidos. Sin embargo, estos materiales a diferencia del alcohol polivinílico no absorben activamente el drenaje de la herida y no están asociados con el sanado de esta.

Se ha argumentado que la técnica de contención, al limitar o prevenir el contacto directo entre la larva y la herida, es menos efectiva en el proceso de desbridamiento, pues el paciente no tiene el beneficio mecánico de la activa boca de las larvas, con sus colmillos y especulas, trabajando directamente sobre el tejido neurótico y penetrando hasta los profundos rincones de la herida que requieren de su limpieza.

### Ventajas

-La manipulación del Biobag, reduce considerablemente la carga psicológica de la TL (para personal de salud y pacientes).

-Reduce el tiempo del procedimiento de aplicación de la TL.

-Facilita el retiro de las larvas de la herida y su posterior eliminación por incineración o congelación.

-Reducen o anulan la posibilidad de fuga de las larvas.

### Desventajas

-Tiene una menor efectividad expresada en tiempo de aplicación y desbridación de la herida comparado con la técnica de rango libre.

- A diferencia de la técnica de rango libre, en heridas mal vascularizadas, las larvas no pueden eliminar el tejido neurotizado.

- No pueden ser aplicadas en pacientes con problemas de coagulación.

### Conclusiones

El Biobag es la respuesta más utilizada en la actualidad contra el “factor asco” de la TL, además de ser la única que opta primero por ocultar las larvas y luego por facilitar la manipulación de las mismas. Sin embargo, el costo de sus beneficios se paga en una restricción del trabajo de las larvas en la herida, mermando su efectividad.

Sería importante desarrollar una proceso que logre combinar los beneficios de ambas técnicas (libre y de contención) a fin de apoyar la masificación de la TL y aprovechar la totalidad de los beneficios que esta entrega. \*

<sup>19</sup> Thomas S, Wynn K, Fowler T, Jones M. “The effect of containment on the properties of sterile maggots”. *Br J Nurs, Tissue Viability Supplement*. 2002;11:S21-S28.

<sup>20</sup> Medical Polymers 2006: 5th International Conference.

<sup>21</sup> Cuy Magalon, Romanf. “Guide des plaies: du pansement à la chirurgie”, 2003; 100.

## DISPOSITIVO

### 5.4.2 ESTADO DEL ARTE, PATENTES

#### Patente N°: 7,144,721 / Dic.5, 2006

Descripción:

Síntesis de una de las enzimas generada por la larva de *Lucilia Sericata*, para su utilización en el tratamiento de heridas crónicas.

Similitudes:

-Apunta a eliminar la incomodidad o asco que genera la MDT (Maggot Debridement Therapy) en pacientes y personal médico.

-Mejora de los tiempos de recuperación en comparación a los métodos normales de desbridamiento de heridas crónicas.

-Simplificación de protocolo de aplicación de MDT (menor tiempo).

Diferencias:

-No requiere de la presencia de verdaderas larvas actuando sobre la herida.

-Puede ser aplicado directamente sobre la herida (se propone a modo de ungüento, hidrogel o similar) según los protocolos tradicionales de desbridamiento, por lo cual no requiere de entrenamiento adicional del personal médico.

-Al no haber larvas en contacto con la herida a sanar, se elimina la acción mecánica sobre los tejidos que el movimiento de las larvas produce y que se considera de gran ayuda para la formación de tejido granulador.

-La enzima aislada no considera las cualidades antibióticas de la acción de las larvas.

Observaciones:

Eventualmente, muchas investigaciones apuntan a sintetizar cada una de las cualidades de la MDT a fin de prescindir de la presencia de larvas vivas de mosca. Con seguridad esto ocurrirá en el mediano a largo plazo,

cuando el perfeccionamiento de esta compilación de propiedades sintéticas de la MDT sean costo/efectivas comparadas con el actual uso de las larvas.

#### Patente N°: 6,863,022 / Mar.8, 2005

Descripción:

Dispositivo para la crianza estéril de larvas de mosca a fin de recolectar sus secreciones y poder utilizarlas en procesos de curación de heridas. Además pretende controlar el desarrollo de los estados de crecimiento de la mosca, apuntando a un control de los tiempos de producción, distribución y aplicación de la MDT.

Similitudes:

-Establece una mejora del proceso de uso de la MDT.

-Apunta a eliminar la incomodidad o asco que genera la MDT en pacientes y personal médico.

Diferencias:

-Se concentra en el proceso de producción de larvas y no en la relación de estas con la herida.

-Es cuestionable que la sola secreción de larvas, obtenidas en un hábitat que no es el natural, se acerque a las propiedades documentadas de la MDT.

Observaciones:

Las indicaciones de esta patente son útiles a fin de generar un plan productivo de larvas de mosca, pero debido al ámbito al cual se refiere, no llega a incluir el área de acción que la propuesta a discutir aborda, pues no tiene injerencia en la manera en que las larvas son manipuladas ni la forma en que son transferidas sobre la herida.

#### Patente N°: 6,555,729 / Abr.29, 2003

Descripción:

Se describe un vendaje para el tratamiento de heridas crónicas, que incluye una capa que contiene las secreciones de larvas de mosca, las que a su vez, están encapsuladas en un compartimiento del apósito.

Similitudes:

-Apunta a eliminar la incomodidad o asco que genera la MDT en pacientes y personal médico.

-Mejora de los tiempos de recuperación en comparación a los métodos normales de desbridamiento de heridas crónicas.

-Simplificación de protocolo de aplicación de MDT (menor tiempo).

- Considera la integración de un dispositivo contenedor y un apósito.

Diferencias:

-Considera que las larvas se contienen en compartimientos dentro del vendaje y no su distribución libremente en la herida.

-A pesar de integrar un dispositivo contenedor y un apósito, no queda clara la manera en que estas puedan constituir un solo dispositivo, y no considera la manipulación ni manejo anterior de las larvas.

-Tiene una válvula de acceso de aire, para la ventilación de la herida y de las larvas.

-La acción de las larvas es solo por intercambio de fluidos.

-Las larvas no ejercen presión mecánica sobre los tejidos a fin de estimular su regeneración.

-Las larvas actúan solo localizadamente dentro del rango del vendaje y de la transmisión de fluidos, no pudiendo cubrir una mayor superficie ni aprovechando la capacidad selectiva de las larvas de actuar sobre los tejidos necrotizados o infectados.

Observaciones:

Formalmente esta patente es, dentro de las estudiadas, la que mejor se acerca a la propuesta que esta investigación presenta. Aunque se centra especialmente en la manera que las larvas son dispuestas sobre la herida y la relación de estas con un vendaje “especial”, no se explica claramente su método de uso, fabricación ni manipulación.

La forma de aplicación de la MDT que esta patente presenta, queda dentro del método “de contención”, el cual encapsula las larvas, limitando su acción a las propiedades del intercambio de fluidos entre estas y el tejido dañado de la herida. El mejor ejemplo del método de contención es el producto llamado “Biobag” (Biomonde Laboratories, Alemania). Por otro lado la propuesta sometida a discusión queda dentro del método “de rango libre”, en donde las larvas recorren libremente la herida, solo sometidas a un perímetro definido por el apósito, el cual separa el tejido dañado del sano. \*

DISPOSITIVO

# 5.5 PROPUESTA A EVALUAR

Nombre:

## propuesta 1.0

Fecha: junio 2009

Descripción:

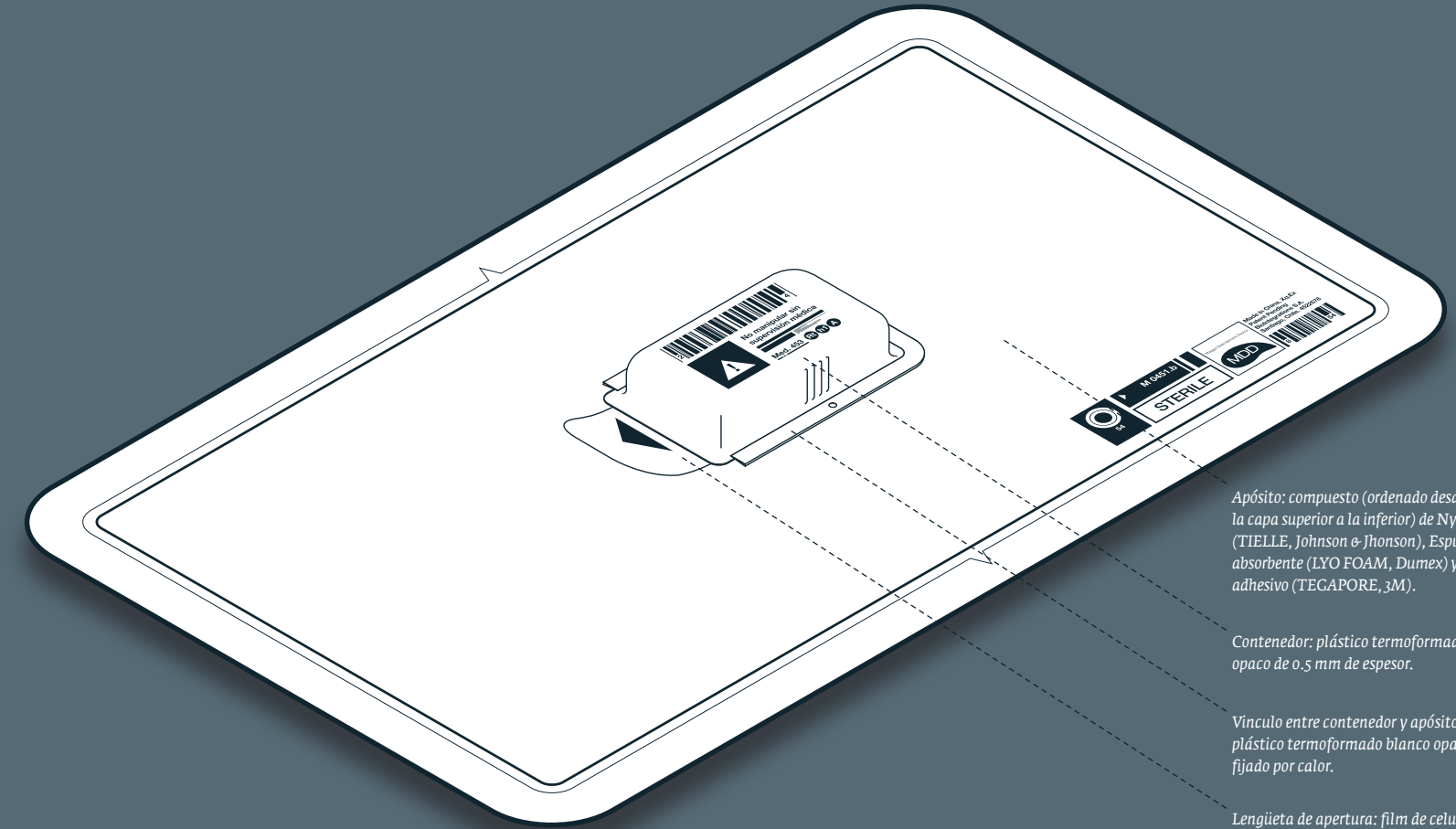
Al momento de publicar este documento, La Facultad de Medicina de la Universidad de Chile se encuentra colaborando con el autor en el diseño de las pruebas clínicas necesarias para la validación del dispositivo. El proyecto está a cargo del Dr. Luis Michea (director de Investigación y Tecnología), Mónica Morales (subdirectora de Investigación) y Valeria Prado (CICEF). Además, el ISP analizó la información recolectada, definiendo los siguientes pasos de acción para certificar el dispositivo:

- Detener cualquier prueba con humanos hasta resolver el veredicto del comité de ética de la universidad de Chile.

- Deben comenzarse lo antes posible Estudios Clínicos Fase II.

- El muestreo debe de ser realizado en al menos 30 pacientes.

Por lo tanto, es necesario considerar la fabricación de 400 dispositivos, cuyo diseño está basado en la propuesta 0.6.

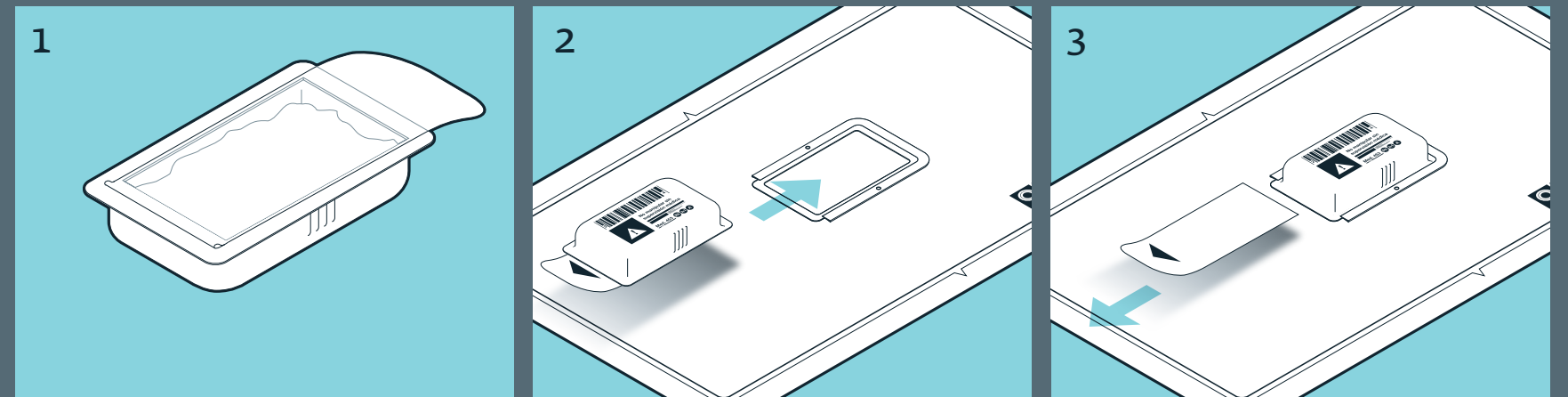


Apósito: compuesto (ordenado desde la capa superior a la inferior) de Nylon (TIELLE, Johnson & Johnson), Espuma absorbente (LYO FOAM, Dumex) y el adhesivo (TEGAPORE, 3M).

Contenedor: plástico termoformado blanco opaco de 0,5 mm de espesor.

Vinculo entre contenedor y apósito: plástico termoformado blanco opaco, fijado por calor.

Lengüeta de apertura: film de celulosa translúcida, adosada adhesivo orgánico al contenedor.



# 5. GLOSARIO

**Caldo triptosa:** Medio de cultivo para la detección de patógenos en tejidos.

**Desbridación:** acto de desprender tejido necrótico o infectado de la herida a fin de mejorar el potencial sanador del resto del tejido sano. Los métodos de desbridación son: el quirúrgico, enzimático, mecánico y biológico (TL).

**Eritema:** Nombre médico para el enrojecimiento creciente de la piel debido al mayor flujo sanguíneo a un área debido a tejido dañado. Es una lesión cutánea caracterizada por enrojecimiento de la piel, limitado o extenso, permanente o pasajero, debido a fenómenos vasculares, produciendo así vasodilatación.

**Citoquinas:** Son proteínas que regulan la función de las células que las producen u otros tipos celulares. Son los agentes responsables de la comunicación intercelular.

**Hemolinfa:** Se denomina al líquido circulatorio de los invertebrados (artrópodos, moluscos, etc.) análogo a la sangre de los vertebrados.

**Hidrocoloide:** Ser “hidrocoloide” significa que tiene la capacidad de absorber gran cantidad de agua y de aumentar la viscosidad de una mezcla. Los hidrocoloides generalmente le brindan a la herida un medio de curación que permite limpiarlas.

**Mastoiditis:** Es una inflamación o infección del hueso mastoides, que es una parte del hueso temporal.

**Miasis:** se define como infestación de animales vertebrados y humanos por larvas de dípteros, las cuales por lo menos durante cierto periodo, se alimentan de los tejidos vivos o muertos del huésped, líquidos corporales o alimentos ingeridos. Estas infestaciones pueden tener un efecto benigno o asintomático, pero por otro lado pueden resultar en alteraciones leves o severas e incluso la muerte.

**Necrótico:** tejido muerto, tejido desvitalizado.

**Osteomielitis:** Infección de hueso aguda.

**Perilesional:** Referido al área adyacente a la lesión.

**Prurito:** es un hormigueo peculiar o irritación incómoda de la piel que conlleva un deseo de rascar la parte en cuestión.

**Tejido de granulación:** tejido conjuntivo muy vascularizado que se forma durante el proceso de cicatrización de una herida que no cicatriza por primera intención, constituido por numerosos capilares rodeados de colágeno fibroso.

**Trocantérea:** Zona alta del fémur que se encuentra con la cadera.

