

UNIVERSIDAD DE MANIZALES

FACULTAD DE SALUD

MAESTRÍA EN SALUD PÚBLICA

**COSTO-EFECTIVIDAD DEL USO DE VENTILACIÓN
ASISTIDA PROPORCIONAL VS PRESIÓN POSITIVA
CONTINUA EN LA VÍA AÉREA +VENTILACIÓN CON
PRESIÓN DE SOPORTE DURANTE LA LIBERACIÓN DE
PACIENTE ADULTO HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN
JOSÉ DE POPAYÁN E.S.E**

Alma Nattalia Muñoz Jiménez

Manizales, Colombia

2016

Alma Nattalia Muñoz Jiménez

**COSTO-EFECTIVIDAD DEL USO DE VENTILACIÓN
ASISTIDA PROPORCIONAL VS PRESIÓN POSITIVA
CONTINUA EN LA VÍA AÉREA +VENTILACIÓN CON
PRESIÓN DE SOPORTE DURANTE LA LIBERACIÓN DE
PACIENTE ADULTO HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN
JOSÉ DE POPAYÁN E.S.E**

Tesis preparada a la UAM como requisito
para la obtención del título de magister en
Salud Pública.

Director de Tesis: José Hernán Parra Sánchez, Magister

Investigador Grupo de Investigación Salud Pública

Universidad Autónoma de Manizales

Manizales, Colombia

2016

Muñoz, A. 2016 Costo-Efectividad Del Uso De Ventilación Asistida Proporcional Vs Presión Positiva Continua En La Vía Aérea +Ventilación Con Presión De Soporte Durante La Liberación De Paciente Adulto Hospital Universitario San José De Popayán E.S.E/ Alma Nattalia Muñoz Jiménez.70 páginas

Director de Tesis: José Hernán Parra

Disertación académica en Salud Pública-UAM 2016

Alma Nattalia Muñoz Jiménez

**Costo-Efectividad Del Uso De Ventilación Asistida
Proporcional Vs Presión Positiva Continua En La Vía
Aérea +Ventilación Con Presión De Soporte Durante La
Liberación De Paciente Adulto Hospital Universitario San
José De Popayán E.S.E**

“Esta tesis fue evaluada y aprobada para la obtención del
título de Magister por la Universidad Autónoma de Manizales-
UAM”

Manizales, Colombia

2016

Se dedica este a trabajo a Dios que siempre me ha dado la fortaleza para seguir adelante, incluso en momentos tan difíciles cómo mi accidente que hizo más difícil el camino, a mí madre por impulsarme a iniciar este proyecto el cual con su perseverancia y positivismo lograremos culminar, a mi hermosa hija María Guadalupe por ser mi compañía y darme la fuerza para terminar este proyecto de vida.

Se agradece por su contribución para el desarrollo de esta tesis a:
El Hospital Universitario San José de Popayán E.S.E, José Luis Diago
Franco Médico Cirujano Magister Salud Ocupacional, Yolanda Botero
de Casas Abogada Ético Legal, Jorge Armando Rivera Sarria Ingeniero
Electrónico.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. JUSTIFICACIÓN.....	2
2. ÁREA PROBLEMÁTICA, ANTECEDENTES Y PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	5
3. OBJETIVOS.....	8
3.1. OBJETIVO GENERAL	8
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	9
5. MARCO TEÓRICO.....	10
5.1. REVISIÓN DE LA LITERATURA	10
6. MATERIALES Y MÉTODOS	16
6.1. DESCRIPCIÓN DE PROBLACIÓN Y MUESTRA.....	16
6.2. ETICA	16
6.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	17
6.4. INFORMACIÓN RECOLECTADA Y PLAN DE ANÁLISIS.....	17
6.5. INSTRUMENTOS	18
6.6. ANÁLISIS.....	20
6.7. PERSPECTIVA.....	20
6.8. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	21
6.9. COSTOS.....	21
6.10. HORIZONTE TEMPORAL.....	24
6.11. PLANTEAMIENTO DEL ÁRBOL DE DECISIÓN.....	24
6.12. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	25

7. RESULTADOS	27
7.1. POBLACIÓN OBJETO DE ESTUDIO	27
7.2. INFORMACIÓN ARROJADA	27
7.3. ANÁLISIS DE COSTO-EFECTIVIDAD INCREMENTAL	28
7.4. RESULTADOS DE COSTOS	29
7.5. RESULTADOS DEL ARBOL DE DECISIONES	33
7.6. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD APLICADA	34
7.6.1. GRÁFICO DE TORNADO	36
7.6.1.1. Tabla Base	36
7.6.1.2. Gráfico Tornado CPAP+PSV	37
7.6.1.3. Gráfico Tornado VAP	39
7.6.1.4. Gráfico spider CPAP+PSV	40
7.6.1.5. Gráfico Spider VAP	41
8. DISCUSION DE LOS RESULTADOS	44
8.1. CONCLUSIONES	45
8.2. RECOMENDACIONES	46
9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	47
10. ANEXOS	49

ÍNDICE DE GRAFICAS Y TABLAS

Listado de Gráficas

<i>Gráfica 1. Modelo Metodológico- Árbol de decisión</i>	<i>19</i>
<i>Gráfica 2. Distribución porcentual del Universo</i>	<i>27</i>
<i>Gráfica 3. Análisis de Costo-Efectividad</i>	<i>29</i>
<i>Gráfica 4. Modelo con porcentajes del árbol de decisión</i>	<i>33</i>
<i>Gráfica 5. Distribución porcentual de la muestra.....</i>	<i>34</i>
<i>Gráfica 6. Gráfico tornado Modalidad CPAP+PSV.....</i>	<i>37</i>
<i>Gráfica 7. Gráfico tornado Modalidad VAP</i>	<i>39</i>
<i>Gráfica 8. Gráfico Spider Modalidad CPAP+PSV</i>	<i>40</i>
<i>Gráfica 9. Gráfico Spider Modalidad VAP</i>	<i>41</i>

Listado de Tablas

<i>Tabla 1. Costos ventilador mecánico Puritan-Bennet modelo PB840 modalidad VAP</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 2. Costo Ventilador mecánico de última generación modalidad CPAP+PSV.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 3. Valor mantenimiento, calibración y repuestos de los equipos por modalidad</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 4. Análisis de costo-efectividad incremental.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 5. Valor promedio mantenimiento, calibración y repuestos de los equipos.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 6. Medidas de Tendencia Central de las variables numéricas.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 7. Análisis de Varianza</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 8. Medias y medianas del tiempo de supervivencia entre CPAP+PSV y VAP.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 9. Modelo variables.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 10. Rangos Análisis de sensibilidad.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 11. Prueba Chi ² de Pearson.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 12. Tabla base gráfico tornado.....</i>	<i>36</i>

<i>Tabla 13. Valores de referencia gráfico tornado modalidad CPAP+PSV.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 14. Valores de referencia gráfico tornado modalidad VAP</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 15. Valores referencia gráfico Spider modalidad CPAP+PSV</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 16. Valores referencia gráfico Spider modalidad VAP</i>	<i>43</i>

RESUMEN

- *Objetivo:* Determinar cuál es la razón de costo-efectividad incremental de la modalidad de desacostumbramiento VAP comparada con la modalidad CPAP+PSV, para alcanzar días libres de VMI en pacientes con IRA hospitalizados en la UCI del HUSJ.
- *Método:* Estudio prospectivo-descriptivo de corte transversal, con perspectiva institucional. De un total de 57 pacientes que ingresaron al servicio de UCI del HUSJ en el periodo comprendido entre 21 de abril al 21 de mayo de 2014, fueron seleccionados 31 pacientes adultos con IRA de acuerdo a los siguientes criterios de inclusión: diagnósticos diferentes a compromisos neuroquirúrgicos (del sistema nervioso central o nivel de conciencia). Los costos son los facturados por cada día de estancia en UCI teniendo en cuenta la diferencia por modalidad de equipo. El modelo diseñado es un árbol de decisiones.
- *Resultado:* La estimación por intervalos de confianza a un 95% del promedio de días en la UCI de los pacientes asistidos con VM por el método CPAP+PSV se presentó entre 4.58 a 8.9 días y por el método PAV entre 4.9 y 15.1 días; con una confianza del 95% el porcentaje de uso de VM sobre el tiempo total de días de internación en la UCI se presentó entre 22.9% y 64.2% para el método CPAP+PSV y para el método PAV entre 5.6% y 75%.

La aplicación de la modalidad CPAP+PSV es costo-efectiva frente a la modalidad VAP para el desacostumbramiento de pacientes en VMI.

- *Conclusiones:* Por ser la modalidad CPAP+PSV la más costo-efectiva en términos de desacostumbramiento, es una herramienta útil para el cumplimiento de las metas institucionales.

Palabras Claves: costo-efectividad; Ventilación Asistida Proporcional (VAP); Presión Positiva Continua (CPAP); Ventilación con Presión de Soporte (PSV).

1. INTRODUCCIÓN

Una de las condiciones más frecuentes en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) es el tiempo prolongado en ventilación mecánica invasiva (VMI), debido a la demora en la extubación de pacientes. Esto es importante ya que a mayor tiempo en VMI mayor riesgo de adquirir infecciones nosocomiales, menor confort para el paciente y mayor estancia hospitalaria.

En la UCI del Hospital Universitario San José de Popayán E.S.E. (HUSJ) se cuenta con algunas modalidades para desacostumbramiento como lo son la Ventilación Asistida Proporcional (VAP) y Presión Positiva Continua en la vía aérea (CPAP) en combinación con la Ventilación con Presión de Soporte (PSV). Después de una revisión de literatura la primera modalidad se muestra más efectiva al compararse con la segunda modalidad según Ambrosino (2002), para pacientes con infarto agudo e insuficiencia respiratoria. Para probar dicha afirmación, se realizó el presente estudio prospectivo-descriptivo, cuyos resultados aportaron los insumos necesarios para llevar a cabo una evaluación económica en la cual se calculó la razón de costo-efectividad incremental entre la modalidad de desacostumbramiento VAP, comparada con CPAP en combinación con PSV para pacientes adultos (22 años a 84 años), con insuficiencia respiratoria aguda (IRA), enfermedades pulmonares, cirugías abdominales.

El hecho de que en el HUSJ existan estas modalidades motivó la realización del presente trabajo, ya que dada algunas ventajas que presenta VAP frente a las otras

modalidades reportada en la literatura, cabe la pregunta de cuánto más le cuesta al HUSJ obtener un buen desenlace clínico con una modalidad o con la otra. Para esto, se tomó como unidad de efectividad los días libres de VMI; el horizonte temporal para el análisis sería de 1 mes. La comparación de las modalidades de desacostumbramiento se representaron en un árbol de decisiones, el análisis de costos se realizó desde la perspectiva institucional, es decir de la Empresa Prestadora de Salud E.S.E. y los costos se midieron en términos de costo-día de estancia en la UCI del año 2014 por modalidad.

El resultado final fue determinar cuál es la modalidad costo-efectiva para desacostumbramiento de VMI dentro del HUSJ.

1.1. JUSTIFICACIÓN

La evaluación económica en salud puede contribuir a decidir que la asignación de los recursos institucionales vaya dirigida a tecnologías que reporten mayor efectividad, es así que las instituciones a través de evaluaciones económicas necesitan determinar que tecnologías presentan costo-efectividad en la prestación de los servicios para reflejarla en mayor calidad de servicio. Teniendo en cuenta que el HUSJ es la única institución pública de alta complejidad en el Departamento del Cauca que cuenta con UCI y recibe pacientes de la Población Pobre No Asegurada (PPNA) y de los regímenes subsidiado, contributivo, de excepción y especiales, hace que presente alta demanda de este servicio y teniendo en cuenta que todas las tecnologías presentan en su sistema la modalidad de ventilación CPAP pero no todas cuentan con modalidad VAP siendo esta exclusiva de un

fabricante lo que incrementa los costos de adquisición, y que no se cuenta con la aplicación de un estudio de costo-efectividad frente a la modalidad más usada en el Hospital, al requerirse estancias más cortas por cama que permita mayor oportunidad de servicio, y teniendo en cuenta que el promedio mensual de estancia hospitalaria en UCI fue de 5,4 días durante el primer trimestre 2014 (dato tomado del informe mensual de indicadores de oportunidad en el servicio por el Coordinador Médico Intensivista Héctor Fabio Londoño), identificando en el presente estudio la modalidad de desacostumbramiento costo-efectiva, que aporte mayor egreso cama y menor riesgo de infección nosocomial, mejorando dicho promedio, para pacientes adultos (22 años a 84 años), con insuficiencia respiratoria aguda (IRA), enfermedades pulmonares, cirugías abdominales.

Por estas razones, se escogió utilizar el análisis de costo-efectividad (ACE) como método sistemático de comparación de dos tecnologías de salud, ya que permitió comparar simultáneamente las diferencias en costos y en efectividad clínica entre las modalidades de desacostumbramiento de VM. Este tipo de estudio permitió aportar insumos para el proceso de la toma de decisiones del HUSJ, con respeto a la asignación de recursos (disponibles, pero escasos) que la institución debe hacer entre tecnologías de salud.

Se utilizó la herramienta de Microsoft Office Excel 2007 ® sistematizando la información para estructurar los datos básicos, que fueron transformados en resultados por medio de fórmulas que calcularon días de estancia en UCI, días en

VMI, días libres de VMI, costo en VM, índice de costo-efectividad incremental entre otros datos de interés.

2. ÁREA PROBLEMÁTICA, ANTECEDENTES Y PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La Ventilación Mecánica (VM) es un medio artificial para soportar la vida de los pacientes en estado crítico de salud; esta se usa en las UCI con el fin de mantener a los pacientes con respiración artificial y evitar su deterioro. Existen dos mecanismos de VM: uno denominado Ventilación Mecánica Invasiva (VMI) y Ventilación Mecánica No Invasiva (VMNI), que son utilizados dependiendo el estado fisiológico y la capacidad respiratoria del paciente.

Teniendo en cuenta que la VMI puede generar infecciones cuando es usada por tiempo prolongado (ocasionando el deterioro del estado de salud del paciente), la VMNI debe ser usada en forma temprana, durante el curso de la insuficiencia respiratoria, reduciendo así los días de internación y el fracaso en el tratamiento (1).

Caberlotto et al. (2007) muestran en su investigación que la VMNI evita la intubación en las exacerbaciones severas de una EPOC a la vez que produce una reducción de la tasa de mortalidad y de la estancia en UCI. Estas conclusiones son fortalecidas por los estudios de Ambrosino y Vagheggine (2).

Durante los últimos 30 años, han aparecido nuevas técnicas ventilatorias que presentan una serie de alternativas para el tratamiento de pacientes con fracaso respiratorio agudo sobre todo durante la última década. Además, durante los últimos años, nuestra comprensión de los efectos beneficiosos y perjudiciales de la VM ha aumentado, junto con las nuevas estrategias por limitar estos efectos negativos (3).

Dentro de las nuevas modalidades de desacostumbramiento de VMI denominadas modalidades alternativas se encuentra la VAP, la cual parece mostrarse más efectiva al compararse con CPAP. El HUSJ solo cuenta con 4 equipos de la modalidad VAP para atender a 15 unidades. El cuanto a la modalidad CPAP, el HUSJ tiene a esta como su modalidad habitual de desacostumbramiento, asignada en la totalidad de las unidades. Teniendo en cuenta que el alza creciente de los costos en salud ha creado la urgente necesidad de evaluar económicamente las intervenciones de salud con el objetivo de priorizar aquellas que ofrecen un mejor valor o beneficio en relación a sus costos en un contexto local (4) y como lo describe la Guía de Metodológica para la evaluación económica de intervenciones en salud en Chile 2013, El aumento del gasto en salud, el acelerado desarrollo tecnológico, las limitaciones de un mercado particularmente imperfecto y un presupuesto sectorial restringido, nos han obligado a preguntarnos cuáles son las intervenciones que eficientemente permiten a la población alcanzar el mayor nivel de salud posible. Es en este contexto de toma de decisiones en salud, que las evaluaciones económicas logran su objetivo, es decir, una mayor eficiencia técnica y de asignación en el uso de los recursos del sector.

Con base en lo anterior se decidió realizar este estudio de evaluación económica para apoyar la toma de decisión de la tecnología costo-efectiva en el HUSJ, promoviendo el uso más eficiente de los recursos públicos en la institución. Así es que vale la pena preguntarse cuáles son las diferencias en efectividad y en costos, dentro del contexto del HUSJ cuando se usa la modalidad novedosa al interior de la

institución (la VAP). Por esta razón, se propuso el desarrollo de una evaluación económica que permita obtener la razón de costo-efectividad incremental de la VAP en comparación con la CPAP+PSV. Así, se planteó la siguiente pregunta de investigación económica: ¿Cuál es la razón de costo-efectividad incremental del uso de la modalidad ventilatoria VAP para desacostumbramiento, comparada con la CPAP+PSV, para lograr días libres de VMI dentro de la población adulta con IRA internada en la UCI del HUSJ?

3. OBJETIVOS.

3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar cuál es la razón de costo-efectividad incremental de la modalidad de desacostumbramiento VAP comparada con la modalidad CPAP+PSV, para alcanzar días libres de VMI en pacientes con IRA hospitalizados en la UCI del HUSJ.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los costos desde la perspectiva institucional de las modalidades de desacostumbramiento VAP y CPAP+PSV
- Determinar las unidades de efectividad en cada grupo de pacientes: aquellos con desacostumbramiento usando VAP y aquellos que usaron CPAP+VSP, donde las unidades de efectividad son los días libres de VMI.

4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

- **Ho:** la aplicación de la modalidad CPAP+PSV es costo-efectiva frente a la modalidad VAP para el desacostumbramiento de pacientes en VMI.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Dentro de la revisión de literatura se evidenció que la evaluación económica es considerada una técnica cuantitativa desarrollada por economistas que permite evaluar programas que generalmente son de financiamiento público (4), en el contexto de toma de decisiones en salud, las evaluaciones económicas logran una mayor eficiencia técnica y de asignación en el uso de los recursos del sector (5). La evaluación económica se clasifica en parciales o completas (6), según si se van a comparar dos o más alternativas y si consideran los costos y consecuencias o solo uno de estos, y dentro de esta clasificación existen varios tipos de análisis, uno de estos es el análisis de costo-efectividad (ACE) el cual compara las consecuencias y los costos en términos de salud y economía de las diferentes alternativas en el mercado para la atención en salud, es decir está clasificada por sus características como una evaluación económica completa, por lo que se identificó como el tipo de análisis requerido en este estudio debido a que permitió comparar las dos modalidades CPAP+PSV y VAP, sus resultados y sus costos, por ello se definió la actual perspectiva lo que permitió interpretar los resultados obtenidos; para estimar los costos y la efectividad clínica se escogió entre los métodos: ensayos clínicos controlados, los estudios cuasi-experimentales y los estudios observacionales, siendo estos últimos los que hicieron parte del estudio ya que permiten proporcionar los datos reales; las unidades que se trabaja en un ACE son naturales de morbilidad, mortalidad o calidad de vida, para este caso fueron días libres de VMI, para la

representación del comportamiento se emplean modelos matemáticos, que aunque han sido cuestionados por el efecto de la transparencia de los resultados y la cantidad de supuestos que muchas veces son necesarios, son aceptados y recomendados en diferentes guías metodológicas (5), se evidenció que los modelos que se emplean más son los modelos de decisión, para el estudio se empleó el árbol de decisión debido a que modela condiciones agudas de pacientes.

En la literatura como en la sociedad se ve reflejada cómo la tecnología ha venido aumentando pero a su vez se presenta baja posibilidad de invertir en ella debido a los altos costos de adquisición, convirtiéndose en necesidad inminente de economizar los presupuestos asignados a la salud, además la literatura soporta que las evaluaciones económicas se convierten en la herramienta que soporta las decisiones de los responsables de la asignación de recursos, básicamente es un mecanismo altamente útil en el ámbito público pues con las condiciones de bajos recursos disponibles se puede garantizar la asignación de recursos sobre las nuevas tecnologías que ingresan al país que demuestren efectividad frente a sus pares, basados en esto se han elaborado guías de evaluaciones económicas en países desarrollados como Reino Unido, Estados Unidos, y algunos países latinoamericanos, donde Colombia no ha sido la excepción, sirviendo de referencia a otros países que están en proceso de elaboración de estas guías como por ejemplo Chile en 2013, las guías de evaluaciones económicas fortalecen el nacimiento de investigaciones de este tipo, a pesar de ser un tópico no muy nuevo a cobrado mayor interés los últimos años y ya se observan varias investigaciones

realizadas tanto el país como por fuera, como lo demuestra el Observatorio de la Seguridad Social Grupo de Economía de la Salud – GES como beneficio de ese auge se pueden asignar los recursos a través de dichos estudios garantizando la transparencia y objetividad beneficiando a la salud de la población.

Una vez hecha la búsqueda investigaciones relacionadas con ACE de las modalidades de desacostumbramiento de VMI no se encontró ninguna que pudiera demostrar la respuesta a la pregunta de investigación y teniendo en cuenta que es un tema álgido se estimó que este estudio se emplee como base para futuras investigaciones relacionadas con ventilación mecánica, pues esta tecnología es la que hace la diferencia en mantener con vida a pacientes en estado crítico de salud siendo incapaces de respirar solos y posterior a esto requieren ser retirados lo más rápido posible para evitar complicaciones médicas.

Sin embargo, en la revisión de literatura se encontraron varias discusiones en relación con el procedimiento de desacostumbramiento de VMI, una de ellas es la difícil identificación del momento en que se debe dar inicio al desacostumbramiento debido a la diversidad de estados clínicos y condiciones fisiológicas de los pacientes, convirtiéndose para la mayoría de los especialistas en una etapa de la rehabilitación respiratoria decisiva por su complejidad. Se ha determinado que el proceso de retirada del soporte ventilatorio ocupa alrededor de 40% del tiempo total de la VM (7), tiempo relativamente extenso si se observa desde una perspectiva del estado de la calidad de vida; el estudio de Gil Hermoso 2008 ha identificado que alrededor de un 20-25% de los pacientes presentan dificultad para la desconexión

y retirada del ventilador (8), como medidas ante esta situación se han elaborado protocolos que permitan estandarizar el procedimiento de desacostumbramiento basados en el comportamiento de parámetros fisiológicos que comprometen las condiciones de respiración espontánea, aunque también se ha declarado que la mayoría de protocolos no han demostrado resultados positivos mayores y no son aplicables a todos pacientes, los diferentes estudios han recomendado realizar evaluaciones constantes de efectividad para actualizarlos como medida de seguridad; para el caso del HUSJ se cuenta con un protocolo para este procedimiento, el cual permite escoger entre la modalidad CPAP+PSV o VAP, siempre y cuando se cumplan los parámetros clínicos en cada paciente: estado de placas radiográficas de tórax, saturación de oxígeno SPO₂, estado de resultado de gases arteriales, que estén clínicamente estables, con tolerancia al paso del modo ventilatorio y confort, la selección de la modalidad se realiza según disponibilidad del equipo, sin embargo no se han llevado a cabo ningún tipo de evaluaciones económicas que arrojen los resultados importantes para la toma de decisiones, identificándose una brecha de evidencias útiles de aplicación.

Teniendo en cuenta que Georgopoulos concluye en su estudio que la modalidad PAV puede ser utilizada como un modo útil de apoyo en pacientes en estado crítico y que PAV + en comparación con PSV aumenta la probabilidad de permanecer en la respiración espontánea, mientras que reduce considerablemente la incidencia de asincronías paciente-ventilador (9); se consideró información útil para comparar los resultados en términos de días libres de VMI de la aplicación de VAP frente a

CPAP+PSV y sus costos, Alvarado A 2008 después de realizar la revisión bibliográfica de Ventilación Mecánica declaró que es obvio que se requiere más y mejor investigación primaria y clínica, que permita optimizar los resultados de los pacientes que requieran asistencia ventilatoria, es decir da indicios de que a pesar de las muchas investigaciones realizadas no se ha encontrado aún la efectividad de una modalidad para el desacostumbramiento de VMI, el presente estudio puede actuar como apertura al descubrimiento de alternativas costo-efectivas durante la ventilación mecánica, además el estudio adelantado por Ambrosino y Rossi (10) define que VAP es una nueva adición frente a modos convencionales utilizados en la ventilación mecánica con la ventaja teórica de mejorar la interacción paciente-ventilador. Declaró además que VAP alcanza el éxito de los objetivos de la ventilación mecánica, en términos de gases en sangre arterial, tensiones, la mecánica respiratoria, y el alivio del paciente en una forma significativa, mencionando que la presión de las vías respiratorias es más baja que con PSV, concluye elaborar ensayos clínicos prospectivos para investigar si PAV tiene ventajas reales sobre los modos actuales de ventilación mecánica en entornos clínicos, lo que denotó la oportunidad de realizar un estudio prospectivo que analizara dicha cuestión.

La toma de decisiones se basó en el Análisis de costo-efectividad Incremental (ICER) expresado en términos de razones de costo efectividad promedio por intervención y en términos de la razón incremental de costo efectividad, dentro de la Guía de Evaluación de Promoción en Salud de la OPS se identificó lo siguiente:

- La Relación Costo-Efectividad Incremental, (RCEI), no dice nada sobre cuánto costará *en total* la implementación del nuevo programa.
- Indica el precio que debe pagarse por cada unidad de resultado, pero no dice nada sobre cuánto del resultado se tiene que comprar (o cuánto se tiene que gastar) para llegar a ese precio.

Es decir se debe tener especial cuidado al momento de la toma de decisiones basándose en el umbral o rango definido por la institución de salud interesada en aplicar la presente investigación.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

Evaluación económica de tipo análisis costo-efectividad que permitió comparar entre las dos modalidades de desacostumbramiento de VMI, VAP y CPAP+PSV sus respectivos costos frente a los días libres de VMI, Se trató de un estudio de cohorte prospectivo-descriptivo de corte transversal durante un mes exactamente se recogió la información realizando un seguimiento en tiempo real de las condiciones de cada paciente hospitalizados en la UCI, no se requirió tasa de descuento debido a que el horizonte temporal es de 1 mes, el intervalo de confianza fue del 95%.

6.1. DESCRIPCIÓN DE PROBLACIÓN Y MUESTRA

El universo del estudio contó con 57 pacientes de los cuales 31 obedecieron a los criterios de inclusión establecidos, siendo estos el nodo de decisión del árbol que representa la elección entre las dos modalidades de desacostumbramiento de VM; 8 pacientes en VAP es decir el 26% de la muestra y 23 pacientes en CPAPA+VSP corresponden al 74% gráfica 2, la diferencia del tamaño de la muestras demostró que no se afectan las varianzas tabla N° 8.

6.2. ETICA

Se contó con la aprobación del comité de Bioética del HUSJ de acuerdo con la declaración de Helsinki, se utilizó el consentimiento informado en donde se describió los datos a recolectar, firmado por el familiar del paciente o quien lo asistió.

6.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Los criterios de inclusión en el estudio fueron: pacientes adultos (22 años a 84 años), con insuficiencia respiratoria aguda (IRA), enfermedades pulmonares, cirugías abdominales para lo cual se tomó como unidad de efectividad los días libres de VMI.

6.4. INFORMACIÓN RECOLECTADA Y PLAN DE ANÁLISIS.

Se recolectaron los datos como: número de ítem del paciente usado para ordenar el ingreso de los pacientes, N° de cama e iniciales, N° de historia clínica del paciente para su identificación y seguimiento, diagnóstico dato necesario para aplicar los criterios de inclusión y exclusión, fecha y hora de intubación, fecha y hora de ingreso a UCI, las cuales fueron diferentes debido a que los pacientes eran intubados en el servicio remitente como urgencias, cirugía o en instituciones de remisión, la información fue obtenida tras leer la evolución de terapia respiratoria o la consulta inicial en urgencias, las notas operatorias o las notas de enfermería; para los datos de extubación se debía hacer un seguimiento del paciente de cuatro veces al día, los datos de la noche se tomaban a primera hora del día siguiente, para los casos de los pacientes que sufrían cambios importantes en horario nocturno se referenciaba en las sabanas de terapia respiratoria en las cuales se registran datos cada hora y con los profesionales que cubrían dichos turnos, quienes estaban en pleno conocimiento del objetivo y la importancia de contar con la información verídica para lo cual se contó con el apoyo del coordinador médico una reunión al inicio de la toma de datos explicando el objetivo y la metodología de la recolección

de datos, pues se identificó que el personal de terapia respiratoria cobraba un valor importante en la referenciación de la información cuando el paciente sufría cambios en su condición en horarios que no eran cubiertos por el investigador, esto fue un factor importante y difícil de manejar, pues se debía observar la condición anímica del paciente al momento de ser extubado, para esta investigación se estableció que ningún paciente presentó intranquilidad al momento de su extubación.

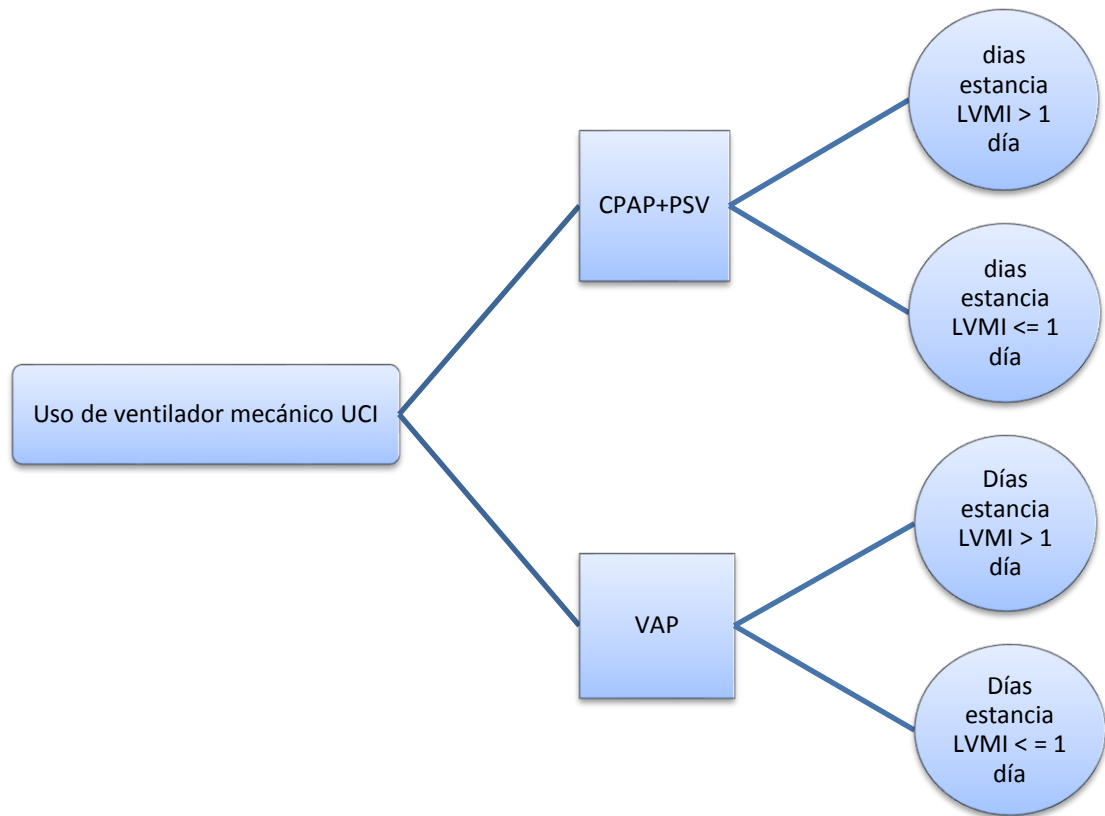
6.5. INSTRUMENTOS

Se elabora base de datos en Microsoft Office Excel 2007 ® alimentándola con los datos obtenidos por método observacional realizando seguimiento al paciente en su historia clínica, para recolectar la información en el instrumento anexo 1 que contiene:

1. Identificación de paciente: Número consecutivo, número de historia clínica, iniciales del paciente y diagnósticos.
2. Fecha ingreso hospital.
3. Fecha de ingreso a UCI.
4. Modalidad desacostumbramiento (CPAP+PSV o VAP).
5. Fecha y hora de extubación.

Los valores para el análisis de este estudio son:

- Días en VM
- Desacostumbramiento No exitoso
- Desacostumbramiento Exitoso
- Días libres de VMI



Gráfica 1. Modelo Metodológico- Árbol de decisión

Los valores fueron transformados en unidad de porcentaje para facilitar comprensión.

Se utilizó el programa SPSS y el programa Crystal Ball para obtener los resultados de los datos recolectados.

6.6. ANÁLISIS

Para efectos de unificar los términos a emplear, se establecieron los siguientes:

- **Desacostumbramiento exitoso:** extubación por más de 48 horas.
- **Días en VMI:** tiempo estimado entre la fecha y hora de ingreso a UCI y su extubación.
- **Desacostumbramiento no exitoso:** fracaso de la extubación durante las 48 horas siguientes a la extubación.
- **Días libres de ventilación mecánica:** tiempo posterior a extubación exitosa.

El estudio se basó en análisis de costo-efectividad (ACE) el cual compara las consecuencias y los costos en términos de salud y economía de las diferentes alternativas en el mercado para la atención en salud, es decir está clasificada por sus características como una evaluación económica completa, por estas razones, se escogió utilizar el análisis de costo-efectividad (ACE) como método sistemático de comparación de dos tecnologías de salud, ya que permitió comparar simultáneamente las diferencias en costos y en efectividad clínica entre las modalidades de desacostumbramiento de VM. Este tipo de estudio permitió aportar insumos para el proceso de la toma de decisiones del HUSJ, con respeto a la asignación de recursos que la institución debía hacer entre tecnologías de salud.

6.7. PERSPECTIVA

La perspectiva asumida fue la institucional por que se requirió averiguar qué modalidad permite mayor días libres de VMI, herramienta útil para la toma de decisiones institucionales, teniendo en cuenta de que se trata de una E.S.E se

buscó optimizar los recursos, por tanto la inversión del presupuesto en dotación hospitalaria es una fuente para adquirir tecnología efectiva y brindar los servicios ofertados a un menor costo.

6.8. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

La selección de alternativas se basó teniendo en cuenta la modalidad para desacostumbramiento de mayor uso en la institución CPAP+PSV y la modalidad PAV modalidad objetivo del presente estudio y que fue referente por considerarse por varios autores como una modalidad de mejores características frente a las demás.

6.9. COSTOS

El estudio incluyó los costos aproximados de cada modalidad por día de uso, incluyendo las depreciaciones, costos del mantenimiento, calibración y repuestos necesarios durante su vida útil, basándose en el costo del equipo nuevo; se debe tener en cuenta que para los equipos que presentan modalidad VAP solo existe un fabricante que lo maneja y en el mercado nacional cuenta con representación exclusiva; las unidades monetarias se expresan en pesos colombianos año 2014, mientras que para los ventilador con modalidad CPAP+PSV existe gran variedad de distribuidores de diferentes marcas. Los costos se midieron en términos de costo-día de estancia en la UCI del año 2014 por modalidad.

Tabla 1. Costos ventilador mecánico Puritan-Bennet modelo PB840 modalidad VAP

Objeto	Precio (Cop) (pesos)	Cantidad (Unidades)	Total (Cop) (pesos)
Costo del equipo	\$40,000,000	1	\$40,000,000
Mantenimiento*	\$1,800,000	2	\$3,600,000
Calibración*	\$ 60,000	1	\$ 60,000
Repuestos*	\$835,000	1	\$835,000
Total			\$44,495,000

Fuente: precios oficiales por distribuidor

*precio por año.

Tabla 2. Costo Ventilador mecánico de última generación modalidad CPAP+PSV

Objeto	Precio (Cop) (pesos)	Cantidad (Unidades)	Total (Cop) (pesos)
Costo del equipo	\$ 37,500,000	1	\$ 37,500,000
Mantenimiento*	\$ 1,800,000	2	\$ 3,600,000
Calibración*	\$ 60,000	1	\$ 60,000
Repuestos*	\$ 835,000	1	\$ 835,000
Total			\$ 41,995,000

Fuente: precios oficiales por distribuidor

*precio por año.

Se realizó la proyección del costo del equipo día teniendo en cuenta el costo de mantenimiento, calibración y repuestos durante su vida útil (10 años).

Tabla 3. Valor mantenimiento, calibración y repuestos de los equipos por cada modalidad

Año	Modalidad VAP¹ (Cop)	Modalidad CPAP+PSV² (Cop)
1	\$ 4.495.000,00	\$ 4.495.000,00
2	\$ 4.629.850,00	\$ 4.629.850,00
3	\$ 4.768.745,50	\$ 4.768.745,50
4	\$ 4.911.807,87	\$ 4.911.807,87
5	\$ 5.059.162,10	\$ 5.059.162,10
6	\$ 5.210.936,96	\$ 5.210.936,96
7	\$ 5.367.265,07	\$ 5.367.265,07
8	\$ 5.528.283,03	\$ 5.528.283,03
9	\$ 5.694.131,52	\$ 5.694.131,52
10	\$ 5.864.955,46	\$ 5.864.955,46

¹ Se aplicó una base fija de una tasa de inflación promedio por cada año del 3%

² Se aplicó una base fija de una tasa de inflación promedio por cada año del 3%

6.10. HORIZONTE TEMPORAL

El horizonte temporal considerado para obtener los datos necesarios fue de un mes comprendido entre el 21 de abril al 21 de mayo de 2014 no se requirió tasa de descuento debido a que el horizonte temporal es de 1 mes.

6.11. PLANTEAMIENTO DEL ÁRBOL DE DECISIÓN.

El modelo empleado fue el árbol de decisiones debido a que su estructura se adecúa al estudio por lo que las consecuencias de las decisiones tomadas son lineales y el tiempo no juega un rol importante en el flujo de las decisiones ni en sus consecuencias azarosas, y porque la indicación que modela se asumirá como una condición aguda y no crónica. El nodo de decisión del árbol representa la elección entre las dos modalidades de desacostumbramiento de VM (VAP vs. CPAPA+VSP), las cuales están descritas en el protocolo institucional para desacostumbramiento de VMI como factibles sin criterios especiales de aplicación, sin embargo sí se presenta la diferencia de disponibilidad de la modalidad VAP en los equipos, solo cuatro (4) equipos con modo VAP frente a doce (12) equipos con modo CPAP+PSV, posterior se presentan nodos de azar que muestran la probabilidad de que, luego de utilizar la modalidad de desacostumbramiento seleccionada, se determina los pacientes que presenten días LVMI mayor a un día o menor igual a un día, los supuestos surgieron resultado de la observación de los pacientes durante 2 meses anteriores a recoger la información del estudio, y se contó con el apoyo del coordinador médico de UCI para su revisión, obteniendo así la coherencia de los nodos de azar en la realidad de esa forma se validó el modelo. El árbol de decisiones

(ver gráfica 1) tiene una estructura simétrica y se garantizó su balance. Las probabilidades de ocurrencia de los eventos fueron calculadas como probabilidades frecuentistas a partir de los datos recogidos en la UCI del HUSJ.

6.12. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Es frecuente enfrentar incertidumbre en la evaluación de los costos y la efectividad de una intervención. Para el presente caso medimos la efectividad de la utilización de 2 modalidades de apoyo respiratorio en UCI de adultos en términos de correlacionar el tiempo de uso de la modalidad y el número total de días de internación en la UCI.

De igual manera se corrió la estimación de costos de cada modalidad frente al costo total de la facturación que en nuestro caso es un costo fijo presentado a los pagadores como un paquete integral de servicios, donde se factura el día de internación sin tener en cuenta si se utilizó o no alguna de las modalidades de apoyo respiratorio.

Para evaluar la robustez de las conclusiones del estudio se realizó un análisis de sensibilidad de una vía en el programa Excel con los costos de las distintas técnicas. Una forma de abordar la incertidumbre es aplicando análisis de sensibilidad. Esto permite evaluar la robustez de los resultados, si se considera la variación en los valores de las variables claves, en los análisis de sensibilidad simple (esto se puede realizar variando uno o más componentes de la evaluación) tales como los resultados de efectividad o los costos de la intervención y observando en qué magnitud se ve afectada la relación de beneficios y resultados de efectividad (11).

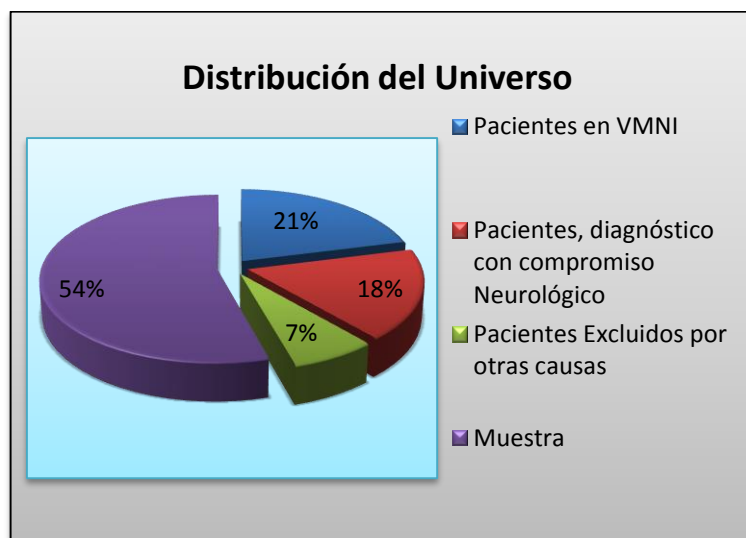
También se realizan análisis de sensibilidad de escenarios extremos, en donde las alternativas comparadas se evalúan en las condiciones más pesimistas (altos costos y baja efectividad) y optimistas (bajos costos y alta efectividad) y se observa su desempeño. De esta manera se tienen diferentes posibles escenarios y se observa que tan estables son los resultados o el análisis de sensibilidad de los mismos.

Se realizó un análisis de sensibilidad determinístico univariado mediante un análisis de tornado, y gráfico spider utilizando el programa Crystal Ball.

7. RESULTADOS

7.1. POBLACIÓN OBJETO DE ESTUDIO

Se obtuvo un total de (57) pacientes de los cuales se excluyeron 26 pacientes (12 por estar en VMNI, 10 por tipo de diagnóstico con compromisos neuroquirúrgicos, 1 paciente menor de edad, y 3 pacientes que no estuvieron aptos para ingreso a la base de datos debido a que recientemente habían ingresado en el servicio y no estaban en condiciones de evaluación para desacostumbramiento).



Gráfica 2. Distribución porcentual del Universo

7.2. INFORMACIÓN ARROJADA

Las modalidades objeto de estudio se aplicaron de la siguiente manera: para CPAP+PSV a través de prueba de respiración espontánea por 15 minutos máximo y extubando al paciente, y para la modalidad VAP la valoración del éxito se

evidenció reduciendo el porcentaje de entrega de apoyo respiratorio (0.3 julios) demostrando bajo trabajo respiratorio del paciente y apto para extubar.

Se determinaron las medidas de tendencia central y se aplicaron pruebas Levene, pruebas T para medias, con un intervalo de confianza del 95% de las variables numéricas: Edad, días en VMI, días Hospitalización UCI, días facturados UCI, costo de VMI, Días intubados, días libres de VMI, y horas de desacostumbramiento.

Se determinó la media y mediana del tiempo de supervivencia entre las modalidades.

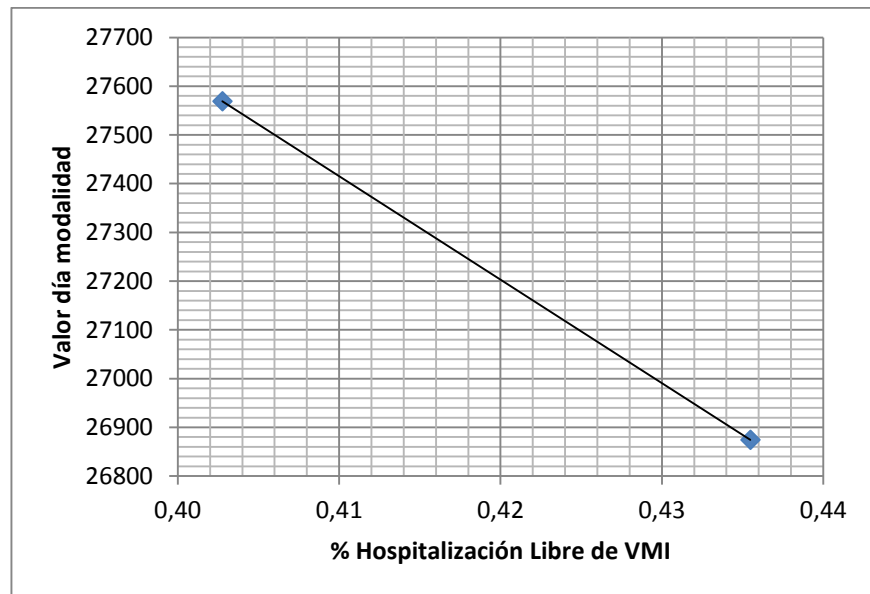
7.3. ANÁLISIS DE COSTO-EFECTIVIDAD INCREMENTAL

Tabla 4. Análisis de costo-efectividad incremental

Modalidad	Costo (pesos)	Efectivida d	C/E Medio	Increment o Costo	Increment o Efectivida d	CE Increment al
VAP	27.568, 8	0,40	\$ 68.450			
CPAP+PS V	26.874, 4	0,44	\$ 61.712	- 694	0,04	-17.350

La tabla anterior muestra que la razón incremental de costo-efectividad fue de - 17.350, especificando que la modalidad CPAP+PSV no presentó incremento por

días de estancia (0.04 días libres de VMI tiene un costo de \$ - 694), por lo tanto se puede asegurar que la Hipótesis nula planteada se cumple H_0 : la aplicación de la modalidad CPAP+PSV es costo-efectiva frente a la modalidad VAP para el desacostumbramiento de pacientes en VMI.



Gráfica 3. Análisis de Costo-Efectividad

Representando estos resultados en el plano de costo-efectividad se mostró que la modalidad comparada no presentó un incremento significativo frente al incremento del costo.

7.4. RESULTADOS DE COSTOS

En el presente estudio se realizó una aproximación del valor de cada modalidad por día de uso, incluyendo las depreciaciones, el costo del mantenimiento anual de dos visitas según recomendación del fabricante, calibración anual y cambio de repuestos que se desgastan por el uso filtros y sensor de oxígeno.

Tabla 5. Valor promedio mantenimiento, calibración y repuestos de los equipos

Gasto Promedio	Modalidad VAP (Cop)	Modalidad CPAP+PSV (Cop)
Sumatoria 10Años	\$ 51.530.137,51	\$ 51.530.137,51
Anual	\$ 9.153.014	\$ 8.903.014
Mensual	\$ 762.751	\$ 741.918
Diario	\$ 25.425	\$ 24.731

El estudio tomó las dos modalidades CPAP+PSV con 23 casos y VAP 8 casos, encontrándose los siguientes resultados:

Tabla 6. Medidas de Tendencia Central de las variables numéricas

Estadístico	Modalidad	Edad (Años)	Núm. Días Intubación	Núm. Días UCI	Facturación UCI (Cop)	Costo VMI (Cop)	Núm Días VMI	Núm Días Libre VMI	Horas desacom-tumbamiento
Media	A	56,83	4,37	6,65	\$ 6.878.630	\$ 108.009	4,29	2,36	3,78
	B	74	7,5737	9,785	\$ 10.207.000	\$ 192.528	7,34	2,45	6,19
	AB	61,26	5,20	7,46	\$ 7.737.564	\$ 129.820	5,08	2,38	4,40
Desviación típica	A	21,49	4,67	5,21	\$ 5.323.474	\$ 115.529	4,63	1,18	5,51
	B	10,54	6,25	7,22	\$ 7.400.703	\$ 158.935	6,30	2,10	8,66
	AB	20,57	5,21	5,83	\$ 5.979.444	\$ 130.749	5,18	1,43	6,39
Coeficiente Variación	A	0,38	1,07	0,78	0,77	1,07	1,08	0,50	1,46
	B	0,14	0,83	0,74	0,73	0,83	0,86	0,86	1,40
	AB	0,34	1,00	0,78	0,77	1,01	1,02	0,60	1,45
Percentil 75	A	79	5,85	9,06	\$ 9.186.300	\$ 144.777	5,83	3,21	5
	B	83,75	12,79	15,21	\$ 15.310.500	\$ 325.096	12,85	3,80	11
	AB	80	6,81	9,78	\$ 10.207.000	\$ 168.305	7,05	3,23	5

Donde modalidad: A: Pacientes en Modalidad CPAP+PSV

B: Pacientes en Modalidad VAP

AB: Suma de pacientes de las dos modalidades

La edad promedio de la muestra total fue de 61 años, siendo mucho menor para los pacientes en modalidad CPAP+PSV con 56 años frente a los 74 años promedio de la modalidad VAP.

Aunque existió una diferencia significativa entre los costos por facturación debido a los días de estancia en UCI para cada modalidad A y B así como los costos por VMI para cada modalidad, el promedio de los días libres de ventilación mecánica invasiva son muy cercanos, 2.36 días para CPAP+PSV y 2.45 días para PAV.

En el análisis de varianza se encontró los siguientes resultados:

Tabla 7. Análisis de Varianza

Prueba de muestras independientes	Varianza	Prueba de Levene		Prueba T para medias			95% Intervalo de confianza para la diferencia	
		F	Sig.	T	gl	Sig. (bilateral)	Inferior	Superior
Edad	Igual	6,31	0,02	(2,15)	29	0,04	(33,48)	(0,87)
	Desiguales			(2,95)	25,15	0,01	(29,18)	(5,17)
Días Tubo	Igual	2,95	0,10	(1,53)	29	0,14	(7,49)	1,07
	Desiguales			(1,33)	9,86	0,21	(8,60)	2,19
Días UCI	Igual	3,00	0,09	(1,33)	29	0,20	(7,97)	1,70
	Desiguales			(1,13)	9,66	0,29	(9,35)	3,08
Costo VM UCI	Igual	3,22	0,08	(1,55)	29	0,13	(203.671,15)	27.790,12
	Desiguales			(1,32)	9,60	0,22	(237.490,35)	61.609,32
Días VMI	Igual	2,79	0,11	(1,46)	29	0,16	(7,31)	1,22
	Desiguales			(1,25)	9,77	0,24	(8,47)	2,38
Días Libre VMI	Igual	3,43	0,07	(0,16)	29	0,88	(1,32)	1,13

	Desiguales			(0,12)	8,58	0,91	(1,88)	1,69
Efectividad porcentaje	Iguales	0,24	0,63	0,26	29	0,79	(0,20)	0,26
	Desiguales			0,24	10,68	0,81	(0,24)	0,30
HORAS liberación	Iguales	2,66	0,11	(0,91)	29	0,37	(7,79)	2,98
	Desiguales			(0,74)	9,05	0,48	(9,80)	4,99

Teniendo en cuenta que el tamaño de las muestras no afectó las varianzas, se evidencia que la estimación por intervalos de confianza a un 95% del promedio de días en la UCI de los pacientes asistidos con VM por el método CPAP+PSV estuvo entre 4.58 a 8.9 días y por la modalidad PAV entre 4.9 y 15.1 días. La estimación del porcentaje del uso de VM sobre el tiempo total de días de internación en la UCI a un intervalo de confianza del 95% se encontró que para la modalidad CPAP+PSV estuvo entre 22.9% y 64.2% y para la modalidad PAV entre 5.6% y 75%.

Tabla 8. Medias y medianas del tiempo de supervivencia entre CPAP+PSV y VAP.

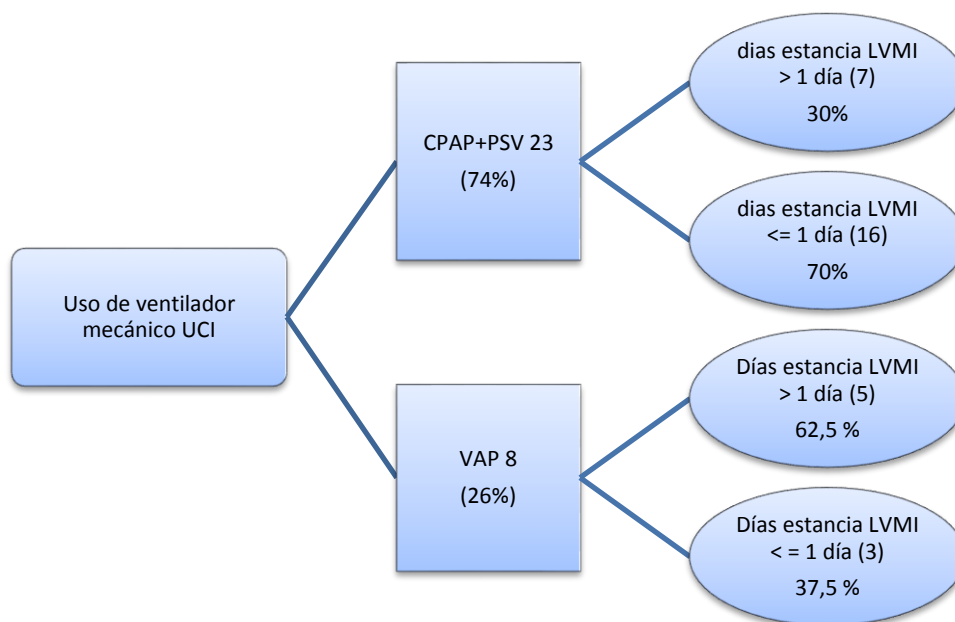
			Intervalo de confianza al 95%		Mediana		Intervalo de confianza al 95%	
Grupos	Estimación	Error típico	Límite inferior	Límite superior	Estimación	Error típico	Límite inferior	Límite superior
CPAP+PSV	4,29	0,966	2,397	6,182	2,92	0,423	2,09	3,75
VAP	7,335	2,229	2,967	11,703	4,47	4,462	0	13,215
Global	5,075	0,93	3,252	6,899	3,27	0,963	1,383	5,157

Al hacer el análisis de supervivencia con el test de log-Rank se observa que tanto en el límite inferior como en el límite superior del intervalo de confianza se espera un mayor tiempo de supervivencia en VAP, a diferencia de CPAP+PSV, lo que daría

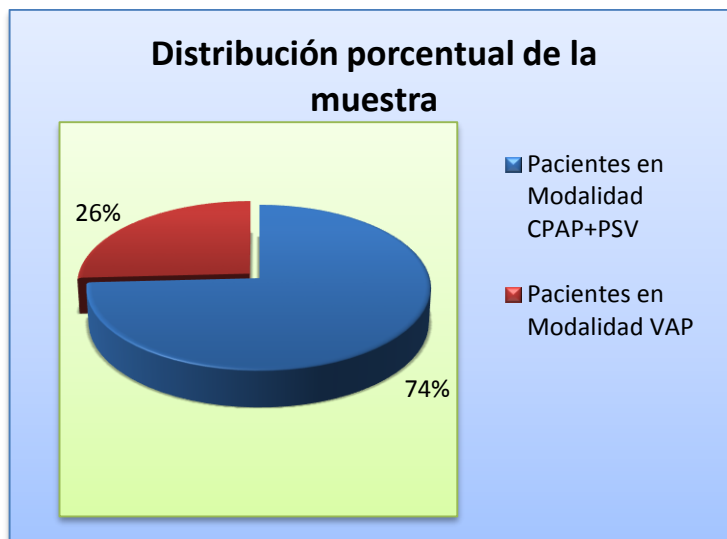
una mayor efectividad al tratamiento VAP, pero el valor del error en este método es mayor, lo que no permite realizar una conclusión, razón por la que es de suma importancia los resultados del análisis de costo-efectividad.

7.5. RESULTADOS DEL ARBOL DE DECISIONES

Teniendo en cuenta el modelo empleado árbol de decisiones se evidenció que el 74% de pacientes fueron tratados con la modalidad CPAP+PSV de estos el 30% representan los pacientes en días Libre de Ventilación Mecánica Invasiva LVMI mayor a un día y el 70% restante permaneció en días LVMI menor o igual a un día; del 26% restantes de la muestra fueron tratados con modalidad VAP observando que 62.5% representan los pacientes en días Libre de Ventilación Mecánica Invasiva LVMI mayor a un día y el 37.5% restantes obedece a aquellos pacientes que duraron igual a un día o menos de días LVMI.



Gráfica 4. Modelo con porcentajes del árbol de decisión



Gráfica 5. Distribución porcentual de la muestra

7.6. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD APLICADA

Se realizó el análisis de sensibilidad comparando los mejores u optimistas (bajos costos y alta efectividad) y peores o pésimos desempeños de cada uno (altos costos y baja efectividad), informados en la literatura para ambos métodos Ambrosino y Rossi (2002), en cuanto a la capacidad de lograr una salida exitosa de la UCI, hasta la comparación del mejor del uno comparado con el peor del otro. Por otra parte, se hizo también una estimación con el mínimo y el máximo de recursos posibles utilizados en ambos métodos. El análisis evidenció que los resultados eran estables en ambas modalidades pero con el mejor desempeño del método CPAP+PSV.

Tabla 9. Modelo variables

Variables	CPAP+PSV (Cop)	VAP (Cop)
Días UCI	1,00 d	1,00 d
Días esperados VM	0,63 d	0,74 d
Facturación VM	\$ 16.988,37	\$ 20.527,24
Facturación esperada con VM	\$ 10.739,04	\$ 15.284,22
Facturación esperada sin VM	\$ 1.009.960,96	\$ 1.005.415,78
Total Facturación	\$ 1.020.700,00	\$ 1.020.700,00

En los rangos utilizados para la sensibilidad o precisamente identificar ese rango donde la alternativa mantiene su dominio (Tabla N° 11).

Tabla 10. Rangos Análisis de sensibilidad

Días UCI	Días esperados de VM			Facturación esperada por VM		
	A	B	Dif	A	B	Dif
1	0,63	0,74	0,11	10.739	15.284,2	4.545,2
2	1,26	1,49	0,22	171.825	244.547,5	72.722,9
3	1,90	2,23	0,34	869.862	1.238.021,8	368.159,8
4	2,53	2,98	0,45	2.749.193	3.912.760,2	1.163.566,9
5	3,16	3,72	0,56	6.711.898	9.552.637,1	2.840.739,6
6	3,79	4,47	0,67	13.917.791	19.808.348,4	5.890.557,6
7	4,42	5,21	0,79	25.784.426	36.697.410,8	10.912.985,1
8	5,06	5,96	0,90	43.987.092	62.604.162,7	18.617.070,9
9	5,69	6,70	1,01	70.458.816	100.279.763,5	29.820.947,7
10	6,32	7,45	1,12	107.390.361	152.842.194,1	45.451.833,2

Donde el grupo A: Modalidad CPAP+PSV; B: Modalidad VAP

Para complementar el análisis de sensibilidad se utilizó la prueba de Chi cuadrado de Pearson encontrándose muy significativa la modalidad VAP en las internaciones de más de 11 días que para nuestro caso de estudio corresponde al 50% de los datos con una $p=0.03$.

Tabla 11. Prueba Chi² de Pearson

	Total días UCI						
	< 10 días		> 11 días		Total	Chi ² Pearson	sig ³
Grupos	Frec	Porc	Frec	Pors			
A	21	91,30	2	8,70	23	6,488	0,03
B	4	50,00	4	50,00	8		
Total	25	80,65	6	19,35	31		

7.6.1. GRÁFICO DE TORNADO

7.6.1.1. Tabla Base

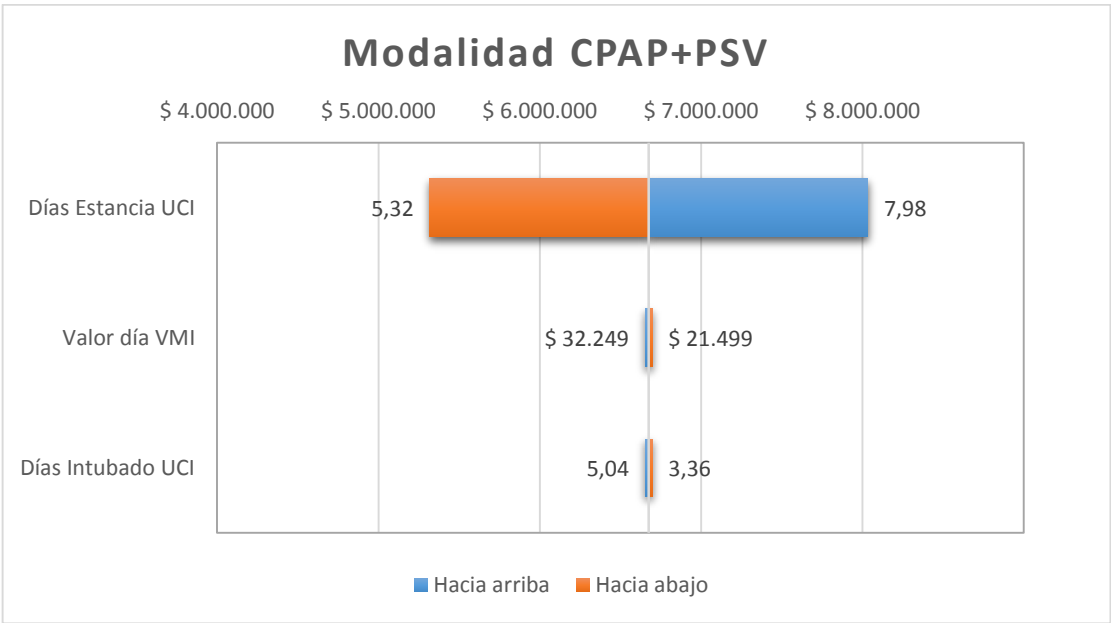
Tabla 12. Tabla base gráfico tornado

Variables		CPAP+PSV	VAP
Variable dependiente objetivo	Ahorro	\$ 6,674,783	\$ 9,791,676
variables independientes	Días Estancia UCI	6.65	9.79
	Días Intubado UCI	4.20	7.29
	Días LVMI	2.45	2.50
	Total Facturación	\$ 6,787,655	\$ 9,992,653
	Total facturación LVMI	\$ 112,872	\$ 200,977
	Valor día VMI	\$ 26,874	\$ 27,569

³ Se aplicó prueba exacta de fisher

Opciones de ejecución:	
Método de Tornado	Desviaciones (por porcentaje)
Rango de prueba	-20% a 20%
Puntos de prueba	10
Personalizar rangos de prueba por variable	Activado
Mostrar variables superiores	20
Caso base de las variables de Crystal Ball	

7.6.1.2. Gráfico Tornado CPAP+PSV



Gráfica 6. Gráfico tornado Modalidad CPAP+PSV

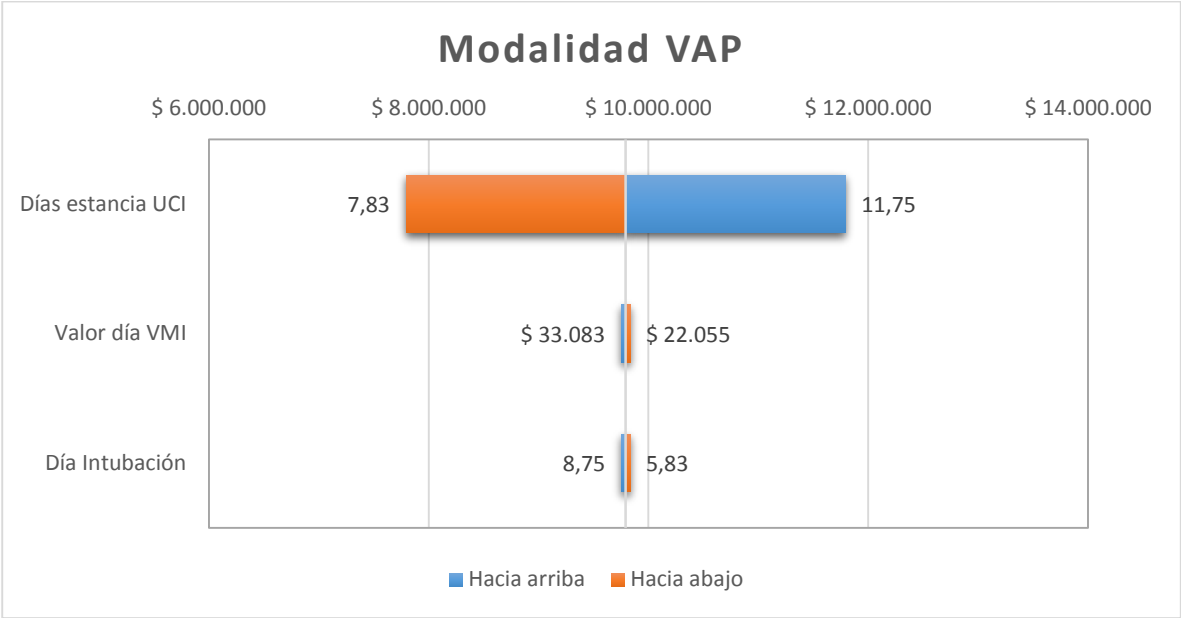
Las etiquetas de barras muestran el rango de prueba de cada variable de entrada

Tabla 13. Valores de referencia gráfico tornado modalidad CPAP+PSV

	Modalidad CPAP+PSV				Entrada		
Variabl e de entrada	Hacia abajo	Hacia arriba	Rango	Explicació n de variación ¹	Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base
Días Estanci a UCI	\$ 5,317,25 2	\$ 8,032,31 4	\$ 2,715,06 2	99.94%	5.32	7.98	6.65
Valor día VMI	\$ 6,697,35 7	\$ 6,652,20 8	\$ 45,149	99.97%	\$ 21,49 9	\$ 32,24 9	\$ 26,87 4
Días Intubad o UCI	\$ 6,697,35 7	\$ 6,652,20 8	\$ 45,149	100.00%	3.36	5.04	4.20
¹ La explicación de la variación es acumulativa							

La gráfica tornado muestra la distribución en la parte superior de la variable con mayor sensibilidad considerando un nivel de confianza y variabilidad de + y - 20% afectando el valor base de 6.65 días de estancia, es decir que se muestra a la variable denominada Días de estancia UCI como la que afecta el costo-efectividad, para la modalidad CPAP+PSV la variación mínima fue de 5.32 días de estancia representado en un ahorro de \$ 5.317.252 y un promedio máximo de estancia de 7.98 días con un ahorro de \$8.032.314 lo que implicó que CPAP+PSV permite una estancia más corta en UCI.

7.6.1.3. Gráfico Tornado VAP



Gráfica 7. Gráfico tornado Modalidad VAP

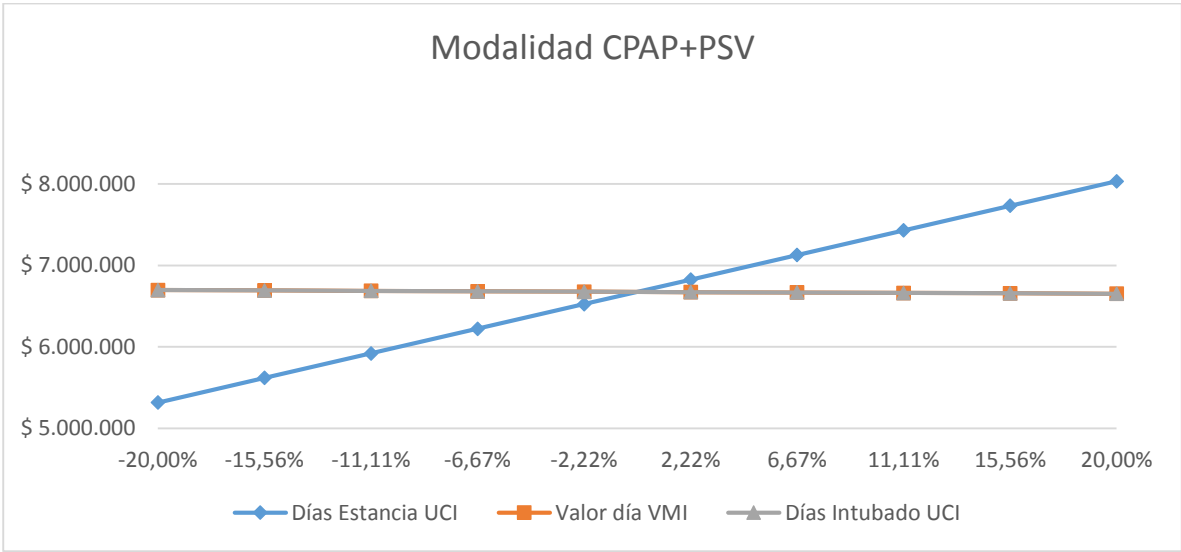
Las etiquetas de barras muestran el rango de prueba de cada variable de entrada.

Tabla 14. Valores de referencia gráfico tornado modalidad VAP

Variable de entrada	Modalidad VAP				Entrada		
	Hacia abajo	Hacia arriba	Rango	Explicación de variación ¹	Hacia abajo	Hacia arriba	Caso base
Días Estancia UCI	\$ 7,793,146	\$ 11,790,207	\$ 3,997,061	99.92%	7.83	11.75	9.79
Valor día VMI	\$ 9,831,872	\$ 9,751,481	\$ 80,391	99.96%	\$ 22,055	\$ 33,083	\$ 27,569
Días Intubado UCI	\$ 9,831,872	\$ 9,751,481	\$ 80,391	100.00%	5.83	8.75	7.29

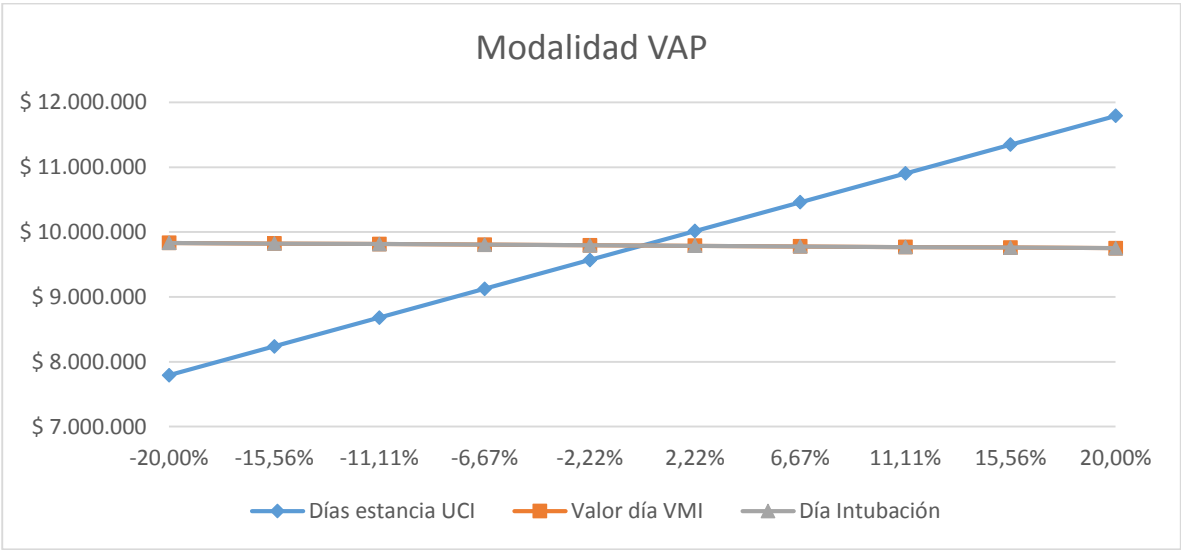
La gráfica tornado aplicada a la modalidad VAP muestra un promedio máximo de 11,75 días de estancia con una ahorro aproximado de \$ 11.790.2017, y un promedio mínimo de 7.843 de estancia con un ahorro de \$7.793.14, frente a un valor base de 9.79 días estancia UCI.

7.6.1.4. Gráfico spider CPAP+PSV



Gráfica 8. Gráfico Spider Modalidad CPAP+PSV

7.6.1.5. Gráfico Spider VAP



Gráfica 9. Gráfico Spider Modalidad VAP

Las gráficas Spider se presentan como soporte a la gráfica tornado en donde se refleja en escala porcentual en ambos sentidos, mostrando la desviación porcentual en base al valor central, es decir la variable más perpendicular al eje central son las más sensibles, es decir se confirma que la variable independiente más significativa es la denominada Días Estancia en UCI.

Tabla 15. Valores referencia gráfico Spider modalidad CPAP+PSV

		CPAP									
Variab le de entrad a	Elasticid ad ¹	- 20.00%	- 15.56%	- 11.11%	-6.67%	-2.22%	2.22%	6.67%	11.11%	15.56%	20.00%
Días Estan cia UCI	1.02	\$ 5,317,2 52	\$ 5,618,9 25	\$ 5,920,5 99	\$ 6,222,2 72	\$ 6,523,9 46	\$ 6,825,6 20	\$ 7,127,2 93	\$ 7,428,9 67	\$ 7,730,6 40	\$ 8,032,3 14
Valor día VMI	-0.02	\$ 6,697,3 57	\$ 6,692,3 41	\$ 6,687,3 24	\$ 6,682,3 08	\$ 6,677,2 91	\$ 6,672,2 74	\$ 6,667,2 58	\$ 6,662,2 41	\$ 6,657,2 25	\$ 6,652,2 08
Días Intuba do UCI	-0.02	\$ 6,697,3 57	\$ 6,692,3 41	\$ 6,687,3 24	\$ 6,682,3 08	\$ 6,677,2 91	\$ 6,672,2 74	\$ 6,667,2 58	\$ 6,662,2 41	\$ 6,657,2 25	\$ 6,652,2 08

¹La elasticidad es la media de todo el rango de prueba

Tabla 16. Valores referencia gráfico Spider modalidad VAP

		VAP									
Variab le de entrad a	Elasticid ad ¹	- 20.00%	- 15.56%	- 11.11%	-6.67%	-2.22%	2.22%	6.67%	11.11%	15.56%	20.00%
Días estanc ia UCI	1.02	\$ 7,793,1 46	\$ 8,237,2 64	\$ 8,681,3 82	\$ 9,125,5 00	\$ 9,569,6 17	\$ 10,013,7 35	\$ 10,457,8 53	\$ 10,901,9 71	\$ 11,346,0 89	\$ 11,790,2 07
Valor día VMI	-0.02	\$ 9,831,8 72	\$ 9,822,9 39	\$ 9,814,0 07	\$ 9,805,0 75	\$ 9,796,1 43	\$ 9,787,21 0	\$ 9,778,27 8	\$ 9,769,34 6	\$ 9,760,41 3	\$ 9,751,48 1
Día Intuba do	-0.02	\$ 9,831,8 72	\$ 9,822,9 39	\$ 9,814,0 07	\$ 9,805,0 75	\$ 9,796,1 43	\$ 9,787,21 0	\$ 9,778,27 8	\$ 9,769,34 6	\$ 9,760,41 3	\$ 9,751,48 1

8. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Especificando que la modalidad CPAP+PSV no presentó incremento por días de estancia se reveló como la modalidad costo-efectiva frente a la modalidad VAP para el desacostumbramiento de pacientes en VMI, teniendo en cuenta que la razón incremental de costo-efectividad fue de -17.350 (tabla N° 5) basados en la Hipótesis de investigación planteada, los resultados revelaron que las modalidades de desacostumbramiento no presentan mayor diferencia en cuanto al costo de uso y efectividad a diferencia de los estudios utilizados como referencia. Se debatió si la ventilación asistida proporcional es una adición prometedora frente a otros modos más convencionales de la VM con la ventaja teórica de mejorar la interacción paciente-ventilador (10), que concluyó la necesidad de realizar ensayos clínicos prospectivos para investigar si PAV tiene ventajas reales sobre los actuales modos de VM en entornos clínicos a largo plazo, así mismo lo refuerza el estudio de Mireles E, encontrándose a través de este que en una evaluación de costo-efectividad VAP se mostró ligeramente menos costo-efectividad (12), sin que ello precise en la interacción paciente-ventilador, según Díaz Lobato (13) cuando se cuenta con extubaciones tempranas y se mantiene con VMNI se evita la reintubación en caso de presentarse falla respiratoria, en pocas palabras la modalidad CPAP+PSV al demostrar que es costo-efectiva sugirió contar con esta tecnología en las instituciones de alta complejidad.

El estudio determinó los costos desde la perspectiva institucional de las modalidades de desacostumbramiento VAP y CPAP+PSV y sugiere al grupo gerencial una herramienta importante para la toma de decisiones de inversión en el presupuesto asignado para la adquisición de tecnología apta para la ampliación del 100% del servicio de UCI.

8.1. CONCLUSIONES

- La investigación reveló que la hipótesis nula: la aplicación de la modalidad CPAP+PSV es costo-efectiva frente a la modalidad VAP para el desacostumbramiento de pacientes en VMI, es aplicable según el presente estudio
- Se obtuvo el costo de contar con la modalidad VAP por un valor de cuarenta y cuatro millones cuatrocientos noventa y cinco mil pesos M/CTE (\$44.495.000), y para la modalidad CPAP+PSV cuarenta y un millones novecientos noventa y cinco mil pesos M/CTE (\$41.995.000), comprendidos en adquisición y manutención por un año de los equipos, la diferencia de costos invertidos en la tecnología de las modalidades de desacostumbramiento es de dos millones quinientos mil pesos M/CTE (\$2'500.000), es decir que este sería el incremento o el ahorro según el tipo de tecnología que se decida adquirir.
- Se determinó el costo de uso diario de ventilación con modalidad VAP por veintisiete mil quinientos sesenta y ocho pesos M/CTE (\$ 27. 568,8) y para

la modalidad se CPAP+PSV un costo de veinte seis mil ochocientos setenta y cuatro pesos M/CTE (\$26.874,4).

- La efectividad ganada con la aplicación de la modalidad CPAP+PSV fue de un (0.04) días LVMI frente a la modalidad VAP.

8.2.RECOMENDACIONES

- Se recomienda determinar el costo en detalle que diferencie la hospitalización por cada tipo de la tecnología aplicada.
- Se puede generar más conocimiento si se evalúan otras modalidades frente a CPAP+PSV, para determinar que modalidad es costo-efectiva como medida estándar y bajo que parámetros, sirviendo para la elaboración de protocolos de desacostumbramiento que podrían contar con un respaldo adecuado para la toma de decisiones basados en el ejercicio de la razón costo-efectiva.
- No hay estudios que determinen las razones que evitan el bajo giro cama en los servicios de salas de internación del HUSJ lo que ocasiona cuello de botella por la no disponibilidad de camas en los servicios que se requieren para atender pacientes aptos para egreso de UCI.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) O. J. Caberlotto, M. Fernandez, L. Grodnisky, P. Malamud, G. Gramblika y E. Giugno, «VENTILACION NO INVASIVA EN PACIENTES CON EXACERBACION DE EPOC,» *Medicina*, vol. 67, pp. 120-124, 2007.
- (2) N. Ambrosino y G. Vaghegini, «Non-invasive ventilation in exacerbations of COPD,» *International Journal of COPD*, vol. 2, nº 4, pp. 471-476, 2007.
- (3) A. A. H. García y A. T. Gálvez, «Modos de ventilación mecánica,» *Revista Cubana de Medicina Intensiva y Emergencias*, vol. 1, pp. 82-94, 2002.
- (4) V. Zarate, «Evaluaciones económicas en salud: Conceptos básicos y clasificación,» *Revista Médica de Chile*, vol. 138, pp. 93-97, 2010.
- (5) M. C. Riquelme, C. C. Laborde, S. L. Saldivia y M. A. Pastén, «Guía metodológica para la evaluación económica de intervenciones en salud en Chile,» Ministerio de Salud de Chile, Santiago.
- (6) Grupo de economía de la Salud GES, Evaluación económica en salud: tópicos teóricos y aplicaciones en Colombia, Medellin: Universidad de Antioquia, 2006.
- (7) O. Morera, M. F. Gonzáles, R. E. Guevara, M. S. Michel y O. L. Hernández, «Evaluación de los resultados de la ventilación no invasiva en una unidad emergente,» Hospital Militar Clínico Quirúrgico, Cuba, 2008.
- (8) M. Gil-Hermoso y A. J. Ibarra, «Destete de la ventilación mecánica,» Almería-España.
- (9) D. Georgopoulos, *Proportional assist ventilation with load-adjustable gain factors in critically ill patients: comparison with pressure support intensive care.*, EE.UU: National Institutes of Health.

- (10) N. Ambrosino y A. Rossi, «Proportional assist ventilation (PAV): a significant advance or a futile struggle between logic and practice?,» *Occasional Review*, pp. 272-276, 2002.
- (11) Organización mundial de la salud.
- (12) E. Mireles, *Alternatives Modes of Mechanical ventilation: a review fro the hospital*, Arkansas-EE.UU: Universidad de Arkansas.
- (13) S. D. Lobato, M. G. Mendieta y S. M. Alises, «Aplicaciones de la ventilación mecánica no invasiva en pacientes que reciben ventilación endotraqueal,» *Arch Bronconeumol*, vol. 38, nº 6, pp. 281-284, 2002.
- (14) A. A. González, «Ventilación Mecanica (Revisión Bibliográfica),» *Revista médica de Costa Rica y Centroamérica*, vol. LXV(584), pp. 181-209, 2008.
- (15) J. d. M. Díez, F. Villar, M. J. Gómez y J. L. Álvarez-Sala, «Insuficiencia respiratoria aguda,» *Medicine*, Madrid, 2006.
- (16) L. F. i. Carretero, C. García, J. M. Dalmau y M. R. Pibernat, «Cómo entender un análisis de coste efectividad,» vol. 20, nº 4, pp. 172-176, 2006.
- (17) J. Cerda, «Glosario de términos utilizados en evaluación económica de la salud,» *Revista Medica de Chile*, vol. 138, pp. 76-78, 2010.

10. ANEXOS

1. Instrumentos para recolección de Datos e instructivo de diligenciamiento