

## Humidificación de la oxigenoterapia: estudio de eficiencia

Peña-Otero David <sup>1</sup>; Serna-Martínez Carlos <sup>2</sup>; Real-Rodríguez, Faustino <sup>3</sup>; Saiz-Fernández, Graciela <sup>4</sup>

DOI: [10.5281/zenodo.20082677](https://doi.org/10.5281/zenodo.20082677)

1. Peña-Otero, David. RN; MsC; PhD.  
Unidad investigación en enfermería del  
Instituto de Investigación Marqués de  
Valdecilla (IDIVAL). Hospital  
Universitario Marqués de Valdecilla.  
Servicio Cántabro de Salud, Santander,  
España. Correo-e:  
[david.pena@scsalud.es](mailto:david.pena@scsalud.es)  
<https://orcid.org/0000-0001-6896-2984>  
Autor de correspondencia. Tlf. - +34  
691 32 13 64

2. Serna-Martínez, Carlos. Hospital  
Universitario Marqués de Valdecilla.  
Servicio Cántabro de Salud, Santander,  
España. Correo-e:  
[carlos.serna@scsalud.es](mailto:carlos.serna@scsalud.es)  
<https://orcid.org/0009-0002-1840-1876>  
Tlf. - +34 686 64 80 33

3. Real-Rodríguez, Faustino. RN. Hospital  
Universitario Marqués de Valdecilla.  
Servicio Cántabro de Salud, Santander,  
España. Correo-e:  
[faustino.real@scsalud.es](mailto:faustino.real@scsalud.es)  
<https://orcid.org/0009-0007-6135-5963>  
Tlf. - +34 669 15 29 30

4. Saiz-Fernández, Graciela. RN; MsC.  
Hospital Universitario Marqués de  
Valdecilla. Servicio Cántabro de Salud,  
Santander, España. Correo-e:  
[graciela.saiz@scsalud.es](mailto:graciela.saiz@scsalud.es)  
<https://orcid.org/0009-0000-9367-3631>  
Tlf. - +34 649 52 30 70

Recibido: 22 de mayo 2025  
Aceptado: 15 de octubre 2025  
Publicado 15 de enero 2026



ROR: <https://ror.org/03qgg3111>

### RESUMEN

Objetivo: Analizar la práctica clínica de los humidificadores durante la oxigenoterapia, comparar la eficacia y seguridad de modelos reutilizables vs. desechables, y estudiar su impacto en parámetros clínicos y costos. Material y métodos: Estudio unicéntrico (hospital terciario, España) con dos componentes: 1. Encuesta cualitativa a 29 profesionales sanitarios sobre limpieza y desinfección de humidificadores reutilizables. 2. Estudio experimental controlado midiendo humedad, temperatura y ruido en siete humidificadores (1 reutilizable, 6 desechables) bajo flujos de oxígeno comprendidos entre 0-15 litros por minuto. Resultados: - Práctica clínica: Solo 13.79% de los profesionales realizaban limpieza diaria; ninguno cumplía con la desinfección de alto nivel diaria. - Rendimiento técnico: Todos los humidificadores mejoraron significativamente la humedad frente al flujo directo sin humidificar ( $p < 0.01$ ), pero aumentaron el ruido en flujos altos ( $\geq 10$  lpm), superando los 60dB. - Seguridad: Los humidificadores desechables mostraron menor riesgo microbiológico. - Costos: Los humidificadores desechables resultaron más económicos que los reutilizables. Discusión: Existe incumplimiento de los protocolos de limpieza y desinfección de los humidificadores, con riesgos para la seguridad del paciente. Los humidificadores desechables ofrecen ventajas en costo-eficiencia, mejoran la seguridad y el confort al paciente aumentando el porcentaje de humedad a cualquier flujo; aunque provocan importante ruido a partir de flujos superiores a 10lpm. Conclusiones: Se recomienda implementar protocolos estandarizados, formación continua y priorizar la adquisición de humidificadores desechables para su uso con oxigenoterapia a cualquier flujo.

**Palabras Clave:** humidificadores; terapia por inhalación de oxígeno; análisis costo-eficiencia; comodidad del paciente.

### Oxygen therapy humidification: study of the efficiency

### ABSTRACT

Objective: To analyze the clinical practice of using humidifiers during oxygen therapy, compare the efficacy and safety of reusable vs. disposable models, and study their impact on clinical parameters and costs. Materials and methods: Single-center study (tertiary hospital, Spain) with two components: 1. Qualitative survey of 29 healthcare professionals on the cleaning and disinfection of reusable humidifiers. 2. Controlled experimental study measuring humidity, temperature, and noise in seven humidifiers (1 reusable, 6 disposable) under oxygen flows ranging from 0-15 liters per minute. Results: - Clinical practice: Only 13.79% of professionals performed daily cleaning; none complied with daily high-level disinfection. - Technical performance: All humidifiers significantly improved humidity compared to unhumidified direct flow ( $p < 0.01$ ), but increased noise at high flow rates ( $\geq 10$  lpm), exceeding 60 dB. - Safety: Disposable humidifiers showed a lower microbiological risk. - Cost: Disposable humidifiers were more cost-effective than reusable humidifiers. Discussion: Non-compliance with humidifier cleaning and disinfection protocols exists, posing risks to patient safety. Disposable humidifiers offer cost-efficiency advantages and improve patient safety and comfort by increasing the humidity percentage at any flow rate; however, they cause significant noise at flow rates above 10 lpm. Conclusions: It is recommended to implement standardized protocols, provide ongoing training, and prioritize the purchase of disposable humidifiers for use with oxygen therapy at any flow rate.

**Keywords:** Humidifiers; Oxygen Inhalation Therapy; Cost Efficiency Analysis; Patient Comfort.

### Umificação da oxigenoterapia: estudo de eficácia

### RESUMO

Objetivo: Analisar a prática clínica de umidificadores durante a oxigenoterapia, comparar a eficácia e a segurança de modelos reutilizáveis versus descartáveis e estudar seu impacto nos parâmetros clínicos e nos custos. Materiais e métodos: Estudo unicêntrico (hospital terciário, Espanha) com dois componentes: 1. Inquérito qualitativo a 29 profissionais de saúde sobre a limpeza e desinfeção de umidificadores reutilizáveis. 2. Estudo experimental controlado, medindo a umidade, a temperatura e o ruído em sete umidificadores (1 reutilizável, 6 descartáveis) sob fluxos de oxigênio variando de 0 a 15 litros por minuto. Resultados: - Prática clínica: Apenas 13,79% dos profissionais realizavam a limpeza diária; nenhum cumpria a desinfeção diária de alto nível. - Desempenho técnico: Todos os umidificadores melhoraram significativamente a umidade em comparação com o fluxo direto sem umidificação ( $p < 0,01$ ), mas aumentaram o ruído em fluxos elevados ( $\geq 10$  lpm), ultrapassando 60 dB. - Segurança: Os umidificadores descartáveis apresentaram menor risco microbiológico. Custos: Os umidificadores descartáveis mostraram-se mais econômicos do que os reutilizáveis. Discussão: Há falta de adesão aos protocolos de limpeza e desinfeção dos umidificadores, o que representa riscos à segurança do paciente. Os umidificadores descartáveis oferecem vantagens em termos de custo-benefício, melhoram a segurança e o conforto do paciente ao aumentar a porcentagem de umidade em qualquer vazão; no entanto, geram ruído significativo em vazões acima de 10 l/min. Conclusões: Recomenda-se a implementação de protocolos padronizados, o fornecimento de treinamento contínuo e a priorização da aquisição de umidificadores descartáveis para uso com oxigenoterapia em qualquer vazão.

**Palavras-Chave:** Umidificadores; Oxigenoterapia; Análise de Custo-Benefício; Conforto do Paciente.



**Highlights: aspectos claves para Enfermería.**

1.- La oxigenoterapia, indiferente al flujo, debe estar siempre acompañada de humidificación para mejorar la seguridad y el confort del paciente. 2.- La adquisición de humidificadores pasivos desechables es una elección eficiente, ya que aseguran un porcentaje de humedad mayor durante la oxigenoterapia y disminuyen el riesgo de infección. 3.- Futuros estudios deben optimizar el diseño de los humidificadores para mitigar el impacto acústico a flujos de oxígeno altos. 4.- Resulta fundamental estandarizar protocolos, capacitar con formación continua sobre el manejo de los productos sanitarios y realizar auditorías periódicas para asegurar el cumplimiento de las guías.

**INTRODUCCIÓN**

La monitorización respiratoria forma parte de los cuidados de la vía aérea según la clasificación de intervenciones de enfermería NIC (Nursing Interventions Classification) (NIC 3350)<sup>1</sup>. Una de sus actividades dentro de esta intervención es vigilar las secreciones respiratorias del paciente, para lo cual es fundamental comprobar y adaptar la temperatura y humedad del aire inspirado<sup>2</sup>.

El acondicionamiento del aire (y del oxígeno) inspirado es esencial para asegurar la integridad de la vía aérea y una adecuada función mucociliar<sup>3</sup>. Con este fin se crean los humidificadores de oxígeno. Los humidificadores son útiles para aumentar el contenido de vapor de agua en gases secos terapéuticos, ya que así son más fáciles de respirar. La preparación del aire inspirado antes de su inhalación depende del método de administración utilizado, del flujo en litros, y de la presencia o ausencia de una vía aérea artificial<sup>4</sup>. Cuando se indica una terapia de inhalación con un gas medicinal (como el oxígeno) se puede añadir humedad y calor para prevenir la sequedad e irritación de las membranas mucosas a lo largo de la vía respiratoria del paciente.

Los sistemas de humidificación en oxigenoterapia representan un componente crítico en el manejo de pacientes que requieren soporte respiratorio. Su función principal es acondicionar los gases sanitarios, añadiendo humedad y temperatura adecuadas para prevenir la sequedad de las mucosas, reducir la viscosidad de las secreciones y mantener la función ciliar<sup>5</sup>. Lo ideal sería suministrar gases inspirados a un valor de temperatura y humedad lo más fisiológico posible.

Existen humidificadores activos -necesitan una fuente de energía- y pasivos. Cuando la ventilación no es a una vía aérea artificial, la humidificación pasiva resulta la solución más habitual, siendo el vaso humidificador simple de burbuja-borboteador el más utilizado. Su funcionamiento consiste en que el oxígeno se dirige por debajo de la superficie del agua destilada y estéril, lo que permite que múltiples burbujas se dirijan hacia la superficie, aumentando así el tiempo, la superficie del área de contacto y exponencialmente la interfase aire-líquido, favoreciendo la evaporación<sup>4</sup>.

El oxígeno suplementario de los centros sanitarios sale de las tomas frío (10-15°C) y seco (0mg/l de humedad). Cuando lo suministramos a través de gafas nasales o con mascarillas de concentración variable con efecto Venturi el gas impacta directamente en la vía respiratoria de la persona.

En la práctica clínica se hace uso de humidificadores pasivos -HP- para lograr acondicionar el gas y prevenir la sequedad e irritación de las membranas mucosas a lo largo de la vía respiratoria. Sin embargo, la utilización de nebulizadores y humidificadores aumenta el riesgo de contaminación bacteriana<sup>6</sup> que añadiría estrés oxidativo en la interfase aérea cuando hay una infección pulmonar<sup>7</sup>. Por ello, cuando estos dispositivos no son sometidos a protocolos estrictos de limpieza y desinfección, se convierten en potenciales fuentes de contaminación microbiana, incrementando el riesgo de infecciones nosocomiales<sup>8</sup>.

El HP o vaso humidificador simple de burbuja puede ser de un solo uso -desechable- o reutilizable. En el caso de vasos borboteadores reutilizables, la limpieza y desinfección de alto nivel (DAN) debe ser diaria, siendo catalogado como semicrítico según la escala Spaulding<sup>9</sup>, ya que se trata de un material que entra en contacto con mucosas. En España, el Real Decreto 909/2001, de 27 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis refiere que la infección puede ser adquirida en el ámbito hospitalario en condiciones físico-químicas de 20ª a 45°C, siendo su nicho ecológico las aguas superficiales. Por ello, dicha legislación hace especial mención a los equipos de terapia respiratoria y humidificadores entre las que destacan las siguientes preventivas:

➤ En equipos de terapia respiratoria reutilizables, destinados a ser utilizados en distintos pacientes, se deberá limpiar y desinfectar o esterilizar antes de cada uso, siguiendo las

instrucciones del fabricante del equipo, mediante vapor de agua u óxido de etileno. En el caso de equipos que no puedan ser esterilizados por los métodos anteriores, se llevará a cabo un tratamiento con desinfectantes químicos de alto nivel que posean marcado CE. Posteriormente a los tratamientos de desinfección se realizará un aclarado con agua estéril.

➤ En salas con pacientes de alto riesgo, tales como inmunodeprimidos (órgano-trasplantados, tratados con esteroides sistémicos, entre otros), personas de más de sesenta y cinco años o con una enfermedad crónica de base (diabetes mellitus, insuficiencia cardíaca

congestiva y enfermedad pulmonar obstructiva crónica), los humidificadores deberán ser esterilizados o sometidos a un alto nivel de desinfección diariamente y hacerlos funcionar sólo con agua estéril. En este tipo de pacientes se recomienda que las partes de los equipos de terapia respiratoria que entran directamente en contacto con ellos, o que canalicen fluidos respiratorios, sean de un solo uso.

En la misma línea se posiciona el procedimiento del hospital donde se ha realizado el estudio, siendo de tercer nivel y sito en Cantabria (España):

Figura 1.- Protocolo “Limpieza y desinfección del material clínico”. 2019; Pág. 67

<b>FRASCO HUMIDIFICADOR CON AGUA</b>	
	
<b>PROCEDIMIENTO DE DESCONTAMINACIÓN</b>	
<b>LIMPIEZA</b>	Frotar con un paño impregnado con agua y jabón neutro. Aclarar y secar.
<b>DESINFECCIÓN</b>	Introducir el vaso y la goma interior en desinfectante de alto nivel (como indica el producto). Aclarar con agua estéril y secar.
<b>FRECUENCIA</b>	Entre paciente y paciente. A diario.

El objetivo principal de este estudio es mejorar el confort del cliente con necesidad de oxigenoterapia durante su ingreso en el hospital. Los objetivos secundarios fueron describir la evidencia de la humificación, optimizar el coste de los recursos empleados logrando un procedimiento eficiente y analizar el impacto de los borboteadores

en la humedad, la temperatura y el ruido de la oxigenoterapia, valorando el riesgo de colonización por microorganismos patógenos.

### MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se ha realizado siguiendo las buenas prácticas en base a normas

éticas de publicación y los criterios de verificación de STROBE para la construcción del mismo.

A fin de valorar el riesgo de colonización por microorganismos patógenos se realizó un estudio observacional, descriptivo-exploratorio, transversal con muestreo por conveniencia y unicéntrico (Hospital de tercer nivel de Cantabria, España) con datos cualitativos categóricos mediante una encuesta elaborada *ad hoc*. Se calcularon frecuencias absolutas y porcentajes para cada categoría de respuesta, estratificadas por grupo profesional. Se realizó la prueba de Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) para evaluar diferencias significativas entre grupos profesionales y la “coherencia en respuestas” para evaluar el porcentaje de profesionales que mantienen una relación lógica entre limpieza y desinfección de alto nivel -DAN- (ej., limpieza frecuente → DAN frecuente). Finalmente, se transformaron las variables para establecer un Modelo Predictivo Básico mediante regresión logística para identificar predictores de “buenas prácticas” (limpieza + DAN frecuente).

Para analizar el impacto de los HP en la humedad, la temperatura y el ruido de la oxigenoterapia, se realizó un estudio experimental en condiciones controladas. La simulación se realizó en una habitación de un hospital de tercer nivel de Cantabria, España. Los instrumentos de medida utilizados son la aplicación Sonómetro PRO<sup>10</sup> y el sensor<sup>11</sup> de humedad y de temperatura. A fin de establecer un procedimiento trazable, las mediciones se realizaron en el mismo día y lugar (marzo 2023), utilizando como suministro de oxígeno la conducción centralizada del gas del hospital -de tercer nivel en Cantabria, España-, regulado el flujo mediante caudalímetro<sup>12</sup> y siguiendo siempre la misma secuencia: estabilización/calibración de los instrumentos de medida<sup>10,11</sup> colocados en la parte superior de la cama, como si se tratase de la cabeza de la persona a tratar. Para lograr enfocar el flujo en el punto establecido de la parte superior de la cama se ha utilizado una línea alargadera de 1,8 metros<sup>13</sup>.

Se analizaron un total de siete alternativas, repitiendo en todos los casos 5 réplicas por grupo

con flujo de O<sub>2</sub> a 0, 2, 5, 10 y 15 litros por minuto (lpm). Los grupos se corresponden con:

1. Sin humidificador (Control).
2. Humidificador desechable Prosaga Hydrox de 500 ml<sup>14</sup>.
3. Humidificador desechable RYPO de 500 ml<sup>15</sup>.
4. Humidificador desechable Medline Aquapak de 340 ml<sup>16</sup>.
5. Humidificador desechable Medline Aquapak de 650 ml<sup>16</sup>.
6. Humidificador desechable AirLife Vyaire de 500 ml<sup>17</sup>.
7. Humidificador de vaso reutilizable de 200 ml<sup>18</sup>.

Se calcularon medias y desviaciones estándar (DE) para cada combinación de marca, condición y variable. Se realizaron pruebas t de Student independientes (o Mann-Whitney U si no se cumplían supuestos) para comparar el grupo "Sin HP\_Control" con cada HP en las variables temperatura (°C), humedad (%) y decibelios (dB), bajo cada condición de flujo de O<sub>2</sub>. Se aplicó corrección de Bonferroni para múltiples comparaciones.

Finalmente, se realizó un análisis de costo-eficiencia del procedimiento de la humidificación de la oxigenoterapia con los diferentes HP disponibles: 1 reutilizable y 6 dispositivos de un solo uso para poder valorar el coste de los recursos empleados.

## RESULTADOS

El estudio con datos cualitativos categóricos busca caracterizar las prácticas clínicas. Con una muestra de 29 profesionales (n=29) se realiza una encuesta sobre la limpieza y desinfección de los vasos humidificadores o borboteadores reutilizables. Cuando se pregunta a 29 profesionales de diferentes categorías (Enfermería, Técnicos/as en Cuidados Auxiliares de Enfermería -TCAE-, Medicina) de la planta de neumología y cirugía torácica de un hospital de tercer nivel de Cantabria, España (marzo 2023) sólo el 13,79% realiza la limpieza adecuadamente. Ninguno realiza la DAN a diario, un 58,62% de las personas haría la DAN al alta y 24,14% considera que no es necesario realizarla nunca. En la figura 2 podemos observar el peso de las respuestas con la visibilidad de las mismas gracias a la herramienta “nube de palabras”:



En cuanto al estudio experimental bajo condiciones controladas se realizó mediante una simulación (marzo 2023) en la planta de neumología de un hospital de tercer nivel de Cantabria, España. Se analizó en una habitación la temperatura, la humedad y el ruido producido con la

oxigenoterapia mediante canalización central hospitalaria directa, con vaso humidificador reutilizable y cinco humidificadores de un solo uso; es decir, un total de siete grupos según se puede ver en la tabla 3.

**Tabla 3.- Resumen de Estadísticos Descriptivos.**

GRUPO	Variable	Sin O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> 2 lpm	O <sub>2</sub> 5 lpm	O <sub>2</sub> 10 lpm	O <sub>2</sub> 15 lpm
Sin HP Control	Temperatura	22,8°C (0,0) / 22,8	22,76°C (0,05) / 22,7	22,76°C (0,05) / 22,7	22,7°C (0,05) / 22,7	22,66°C (0,05) / 22,6
	Humedad	44% (0,0) / 44	42,8% (0,45) / 43	32,6% (0,55) / 33	26,6% (0,55) / 27	20,6% (0,89) / 20
	Sonido	43 dB (0,0) / 43	46,2 dB (0,45) / 46	49,4 dB (0,55) / 49	60,4 dB (0,55) / 60	66,8 dB (0,45) / 66
RYPO 500ml	Temperatura	22,8°C (0,0) / 22,8	22,9°C (0,07) / 22,9	22,94°C (0,05) / 22,9	22,9°C (0,14) / 22,9	22,96°C (0,05) / 23,0
	Humedad	44% (0,0) / 44	52,4% (0,55) / 52	58,4% (0,89) / 58	59,4% (0,55) / 59	59,4% (0,55) / 59
	Sonido	43 dB (0,0) / 43	48,6 dB (0,55) / 49	50,8 dB (0,84) / 51	54,6 dB (0,55) / 55	67,6 dB (0,55) / 68
Prosaga Hydrox 500ml	Temperatura	22,8°C (0,0) / 22,8	23,16°C (0,05) / 23,2	23,18°C (0,05) / 23,2	23,22°C (0,10) / 23,3	23,2°C (0,0) / 23,2
	Humedad	44% (0,0) / 44	61% (0,71) / 61	62,4% (0,55) / 62	60,4% (0,55) / 60	58,6% (0,89) / 58
	Sonido	43 dB (0,0) / 43	45,6 dB (1,14) / 46	45,8 dB (0,45) / 46	47,6 dB (1,14) / 48	54,2 dB (0,84) / 54
Medline AquaPak 340ml	Temperatura	22,8°C (0,0) / 22,8	23,02°C (0,05) / 23,0	23,04°C (0,05) / 23,0	23,08°C (0,05) / 23,1	23,1°C (0,0) / 23,1
	Humedad	44% (0,0) / 44	54,4% (0,55) / 54	61% (0,71) / 61	60% (0,71) / 60	57,2% (0,45) / 57
	Sonido	43 dB (0,0) / 43	46,2 dB (0,84) / 46	45,8 dB (0,45) / 46	69,6 dB (1,14) / 70	80,6 dB (0,55) / 81
Medline AquaPak 650ml	Temperatura	22,8°C (0,0) / 22,8	23,08°C (0,05) / 23,1	23,08°C (0,05) / 23,1	23,44°C (0,10) / 23,5	23,22°C (0,05) / 23,2
	Humedad	44% (0,0) / 44	58,2% (0,45) / 58	59,4% (0,55) / 59	60,8% (1,30) / 61	58,6% (0,89) / 58
	Sonido	43 dB (0,0) / 43	44,6 dB (0,55) / 45	47,2 dB (1,79) / 48	56,6 dB (1,14) / 57	74,6 dB (0,55) / 75
AirLife Vyaire 500ml	Temperatura	22,8°C (0,0) / 22,8	23,02°C (0,05) / 23,0	23,16°C (0,05) / 23,2	23,14°C (0,05) / 23,1	23,18°C (0,05) / 23,2
	Humedad	44% (0,0) / 44	60,4% (1,14) / 60	62,4% (0,89) / 62	63,6% (1,14) / 64	59,2% (1,79) / 58
	Sonido	43 dB (0,0) / 43	45 dB (0,71) / 45	46,2 dB (0,84) / 46	47,6 dB (1,14) / 48	56,4 dB (1,14) / 56
Vaso 500ml	Temperatura	22,8°C (0,0) / 22,8	22,94°C (0,09) / 22,9	23,16°C (0,05) / 23,2	23,18°C (0,10) / 23,1	23,22°C (0,10) / 23,3
	Humedad	44% (0,0) / 44	50% (1,87) / 50	57,4% (1,52) / 58	58% (1,00) / 58	64,8% (1,30) / 65
	Sonido	43 dB (0,0) / 43	50,4 dB (1,14) / 50	53,4 dB (1,52) / 53	55 dB (1,00) / 55	60,4 dB (1,14) / 60

Leyenda: Media (DE) / Mediana

El cálculo de diferencias estadísticamente significativas en comparación con el grupo control, sin HP, se puede observar en la tabla 4.

Tabla 4.- P valor de los diferentes grupos frente al control (sin HP).

SONIDO (dB)	HP	O <sub>2</sub> a 2 lpm	O <sub>2</sub> a 5 lpm	O <sub>2</sub> a 10 lpm	O <sub>2</sub> a 15 lpm
	RYPO 500ml		p=0,012	p=0,021	p=0,003*
Prosaga Hydrox 500ml		p=0,850	p=0,320	p=0,001*	p=0,002*
Medline AquaPak 340ml		p=0,031	p=0,045	p<0,001*	p<0,001*
Medline AquaPak 650ml		p=0,110	p=0,180	p=0,001*	p<0,001*
AirLife Vyaire 500ml		p=0,620	p=0,420	p=0,001*	p=0,001*
Vaso 500ml		p=0,001*	p=0,003*	p=0,001*	p=0,001*
HUMEDAD (%)	HP	O <sub>2</sub> a 2 lpm	O <sub>2</sub> a 5 lpm	O <sub>2</sub> a 10 lpm	O <sub>2</sub> a 15 lpm
	RYPO 500ml		p<0,001*	p<0,001*	p<0,001*
Prosaga Hydrox 500ml		p<0,001*	p<0,001*	p<0,001*	p<0,001*
Medline AquaPak 340ml		p<0,001*	p<0,001*	p<0,001*	p<0,001*
Medline AquaPak 650ml		p<0,001*	p<0,001*	p<0,001*	p<0,001*
AirLife Vyaire 500ml		p<0,001*	p<0,001*	p<0,001*	p<0,001*
Vaso 500ml		p<0,002*	p<0,001*	p<0,001*	p<0,001*
TEMPERATURA (°C)	HP	O <sub>2</sub> a 2 lpm	O <sub>2</sub> a 5 lpm	O <sub>2</sub> a 10 lpm	O <sub>2</sub> a 15 lpm
	RYPO 500ml		p=0,210	p=0,150	p=0,090
Prosaga Hydrox 500ml		p=0,001*	p=0,001*	p=0,001*	p=0,001*
Medline AquaPak 340ml		p=0,110	p=0,080	p=0,001*	p=0,001*
Medline AquaPak 650ml		p=0,001*	p=0,001*	p=0,001*	p=0,001*
AirLife Vyaire 500ml		p=0,050	p=0,001*	p=0,001*	p=0,001*
Vaso 500ml		p=0,430	p=0,001*	p=0,001*	p=0,001*

 Leyenda: \*Significativo  $p < 0,01$ 

A modo resumen, se puede destacar del estudio experimental controlado que ante flujos altos (10-15 lpm) todos los HP aumentan el ruido significativamente. De la misma manera, todos los HP superan al control (sin HP) y es estadísticamente significativo en retención de humedad en todos los flujos analizados. En cuanto a la temperatura, en flujos altos (10-15 lpm) todos los HP, menos el RYPO a un flujo de 10lpm, muestran diferencias estadísticamente significativas.

El cálculo de costo-eficiencia se ha realizado en marzo de 2023 en España. Para ello, se ha estimado el coste para un HP reutilizable sumando los costes de un minuto de un TCAE, 1ml de DAN, 1 botella de agua estéril y 1 vaso humidificador (duración estimada 1 año). Con estos parámetros el coste diario de un HP reutilizable es de 1,22€. Por otro lado, se han solicitado presupuestos de los 6 HP de un solo uso

-desechable- analizados, siendo el precio medio 2,09€ y con una duración estimada de una semana.

## DISCUSIÓN

Parece que la decisión de poner o no humidificación depende de la comodidad del propio paciente. Es decir, sería necesario la humidificación durante la administración de O<sub>2</sub> en el caso de pacientes que presenten sequedad de mucosas o sangrado nasal <sup>6</sup>. De la misma manera, los grupos de expertos –estudios de baja calidad– han decidido recomendar que la humidificación no es necesaria para la administración de oxigenoterapia a bajo flujo <sup>6,19-21</sup>. Además, estas recomendaciones se fundamentan desde el ámbito de la emergencia <sup>22</sup> o modificando la humedad relativa del aire de la habitación <sup>20</sup>.

Sin embargo, recientes publicaciones ponen en duda esta práctica <sup>23,24</sup> y exponen que la humidificación del circuito de oxígeno debe

proporcionarse para caudales superiores a 1 L/min a través de dispositivos de humidificación con burbujas frías o calientes. Esto se debe a que la humidificación parece ser beneficiosa al reducir las exacerbaciones. Además, mejora el confort subjetivo del paciente y es útil en pacientes con secreciones viscosas que tengan dificultad para expectorar.

La mayoría de los países europeos y norteamericanos utilizan oxígeno no humidificado para la terapia de bajo flujo, mientras China y Japón utilizan con frecuencia oxígeno humidificado en la práctica clínica. Actualmente faltan estudios rigurosos y de alta calidad que puedan proporcionar una base útil para la práctica clínica de la humidificación en el suministro de oxígeno <sup>25</sup>.

Los resultados de la encuesta realizada en este estudio prueban una brecha significativa entre las prácticas reportadas y las recomendaciones basadas en evidencia. Ningún profesional realiza DAN diaria, a pesar de que los humidificadores reutilizables se clasifican como dispositivos semicríticos según Spaulding <sup>9</sup>. Esto aumenta el riesgo de contaminación bacteriana, coincidiendo con lo señalado en la bibliografía <sup>6,22</sup>. Solo el 13,79% de los profesionales limpian los humidificadores diariamente, y ninguno realiza DAN diaria; por lo que se demuestra un cumplimiento insuficiente de las medidas de prevención y contrasta con estudios que destacan la importancia de la DAN para prevenir infecciones <sup>9</sup>.

La encuesta realizada muestra mayor heterogeneidad en las labores realizadas por los TCAE, donde un 27,27% nunca realiza la DAN. Los MIR, aunque cumplen mejor, solo realizan DAN al alta. Los MIR y Adjuntos limpian más, pero no desinfectan pudiendo relacionarse con que priorizan la limpieza visible sobre la DAN <sup>9</sup>. La ausencia de diferencias estadísticamente significativas por categoría refuerza la visión de que el problema es sistémico. A nivel general, el 58,62% realiza DAN al alta, lo que retrasa la desinfección y podría comprometer la seguridad del paciente <sup>22</sup>.

La regresión logística muestra que las y los MIR tienen el doble de probabilidad de buenas prácticas (OR=2,1), pero no es significativo

(p=0,36) frente al resto de profesionales; la antigüedad tampoco es un predictor relevante (OR=0,7; p=0,58). Existe un cumplimiento subóptimo generalizado, ya que solo el 13,8% alcanza puntuación óptima y los roles jerárquicos no garantizan mejores prácticas. En definitiva, de la encuesta realizada se puede destacar que la mayoría de los profesionales no realizan una adecuada limpieza, ni DAN y tampoco alinean la frecuencia de limpieza con la desinfección. Por todo ello, sugiere falta de adherencia a los protocolos establecidos, que los protocolos no son claros o no están disponibles y que existe falta de formación en esta área.

Los resultados obtenidos en el estudio experimental demuestran que los dispositivos HP mejoran significativamente la humidificación en comparación con el control sin HP. Todos los HP mostraron un rendimiento superior al control en retención de humedad ( $p < 0,01$ ), incluso en flujos altos (10-15 lpm). Estos resultados respaldan la utilidad de los HP para mantener la humedad en terapias prolongadas, reduciendo riesgos como la formación de tapones mucosos, la sequedad y la irritación <sup>26</sup>.

El aumento significativo de decibelios en flujos altos (10-15 lpm) para la mayoría de los HP, plantea preocupaciones clínicas. La Organización Mundial de la Salud recomienda que los niveles de ruido intrahospitalario no rebasen los 30dB; niveles superiores de ruido se asocian con efectos negativos en la salud, incluyendo estrés, ansiedad, y fatiga, tanto en pacientes como en el personal sanitario <sup>27</sup>. Las diferencias térmicas clínicamente no se consideran relevantes.

Los humidificadores se recomiendan -grado D de evidencia- que sean desechables, ya que existe un riesgo de infección <sup>22</sup>. Así lo recogen las fichas técnicas a través del pictograma del “2 tachado” que significa que el producto «no puede ser utilizado en más de un paciente» ni tampoco usar «varias veces sobre un mismo paciente» <sup>28</sup>. Además, en algunos casos, advierten “De un solo uso: No reutilizar, reprocesar ni re-esterilizar. La reutilización del dispositivo crea un posible riesgo de lesiones graves o infección, que pueden provocar la muerte. El reprocesamiento de los

dispositivos clínicos -producto sanitario- concebidos para un solo uso puede reducir su rendimiento u ocasionar una pérdida de funcionalidad. El contenido del frasco debe utilizarse sólo para terapia de inhalación; no debe administrarse por vía parenteral. No contiene agentes antimicrobianos”.

La transferencia de resultados derivados de la evidencia científica a la práctica clínica es fundamental para garantizar una atención óptima a la salud de la población y contribuir al uso eficiente de los recursos disponibles. La integración de prácticas basadas en la evidencia, fundamentadas en resultados de las investigaciones más recientes, en la práctica diaria contribuye a la reducción de complicaciones y mejora la satisfacción del paciente <sup>29</sup>.

La creciente complejidad de la atención sanitaria nos obliga a aunar esfuerzos desde los diferentes ámbitos e instituciones. Es fundamental aumentar la capacidad investigadora de los equipos y fortalecer la aplicabilidad de los resultados. En esta filosofía colaborativa a nivel clínico e investigador, las alianzas entre el sistema sanitario y el ámbito académico-universitario es indispensable para conseguir el fortalecimiento de los equipos investigadores y de los proyectos a la hora de poder optar a convocatorias de investigación competitivas y a facilitar la transferencia de los resultados de vuelta a la práctica para que revierta sus posibles beneficios <sup>29</sup>.

En el estudio de La Fauci y colaboradores se observó altas tasas de contaminación microbiana en muestras de humidificadores de oxígeno reutilizables empleados en áreas médicas (83%), quirúrgicas (77%) y de urgencias (50%); siendo la *Pseudomonas aeruginosa*, entre las bacterias gramnegativas, y *Staphylococcus aureus*, entre las bacterias grampositivas, los patógenos más relevantes, aunque se detectaron otros patógenos en un menor porcentaje. Las muestras de humidificadores de oxígeno desechables no mostraron contaminación <sup>30</sup>. La presencia de contaminación microbiológica en los humidificadores reutilizables guardó una probable relación con una mala manipulación durante su limpieza y preparación, o con el empleo de agua no

estéril para su relleno, llegándose a aislar colonias incluso antes de los 3 primeros días tras el inicio de su uso <sup>8</sup>.

En los modelos de vaso humidificador -borboteadores- desechables no se aislaron patógenos bacterianos a pesar de que en la revisión de varios estudios <sup>8</sup> incluso llegaron a ser reutilizados entre varios pacientes. Uno de los estudios realizó cultivos específicos para la identificación de hongos, siendo negativos todos ellos. Además, se cultivó el agua de humidificadores no utilizados por pacientes, hasta un tiempo máximo de 62 días, con resultados similares.

Los resultados obtenidos en nuestro estudio son concordantes con la evidencia actual que demuestra una clara discrepancia entre las recomendaciones basadas en guías clínicas y las prácticas reales en los entornos hospitalarios. Mientras organizaciones como la British Thoracic Society (BTS) y la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR) establecen pautas específicas para el manejo de humidificadores <sup>6,22</sup>, estudios observacionales revelan que menos del 15% de los profesionales sanitarios cumplen con los protocolos de desinfección de alto nivel (DAN) requeridos <sup>9</sup>. Esta brecha entre la teoría y la práctica clínica representa un problema significativo de seguridad del paciente que merece atención urgente.

Manipular humidificadores reutilizables sin las medidas de asepsia adecuadas puede aumentar el riesgo de contaminación; por lo tanto, sustituir los humidificadores reutilizables por modelos precargados podría ser la opción más segura <sup>8,30</sup>.

Para hacer el análisis de la eficiencia se debe considerar la estancia media hospitalaria, que según el Informe breve RAE-CMBD del Sistema Nacional de Salud de España para los Años 2010-2019 <sup>31</sup> es de 7 días. Por ello, según los resultados de nuestro análisis por paciente y estancia, el coste de un humidificador reutilizable es de 8,57€, frente al precio medio de 2,09€ de los humidificadores de un solo uso.

Finalmente, debemos buscar el equipo de oxígeno ideal, mejorar los sistemas de regulación e información de las terapias, avanzar en la

educación de los pacientes y potenciar la investigación<sup>32</sup>. Por ello, la humidificación del oxígeno es una medida de bienestar que aporta efectos beneficiosos sobre la tos, el aclaramiento mucociliar y la eliminación de secreciones, entre otros<sup>8</sup> y debe estar presente siempre que realicemos oxigenoterapia (sea cual sea el flujo).

### Declaración De Los Autores

Todos los autores declaran haber participado en la elaboración del manuscrito y respaldan la versión final del mismo.

Esta investigación no ha recibido financiación.

### Conflicto De Intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes y han respetado las normas y declaraciones éticas.

### Limitaciones

El tamaño muestral reducido y el sesgo de autopercepción en encuestas exigen validación mediante estudios multicéntricos y observacionales, con un tamaño muestra calculado estadísticamente. Futuras investigaciones deberían evaluar el impacto clínico directo (ej.: tasas de infección, confort del paciente) en contextos multicéntricos y con muestras más amplias.

### CONCLUSIONES

Solo el 13,79% de los profesionales sanitarios realiza limpieza diaria de humidificadores reutilizables, y ninguno cumple con la desinfección de alto nivel (DAN) diaria recomendada. Esto incrementa el riesgo de contaminación microbiana poniendo de manifiesto prácticas clínicas inadecuadas.

En cuanto a la seguridad y eficacia técnica todos los humidificadores mejoran significativamente la humedad del aire inspirado ( $p < 0,01$ ), reduciendo sequedad y complicaciones mucosas. Los modelos desechables muestran menor riesgo microbiológico frente a los reutilizables; sin embargo, en flujos altos ( $\geq 10$  lpm) generan ruido superior a 60 dB, excediendo recomendaciones de la OMS, lo que podría afectar

el bienestar de pacientes y personal. A nivel de costo-eficiencia los humidificadores desechables son más económicos que los reutilizables.

La humidificación mejora el confort del paciente, indiferentemente del flujo de oxígeno, al aumentar el porcentaje de humedad inspirado. Por ello, la oxigenoterapia siempre debe estar humidificada.

### REFERENCIAS

1. Butcher Howard K., Bulechek Gloria M., Dochterman Joanne M., Wagner Cheryl M. Clasificación de Intervenciones de Enfermería (NIC). 7ª ed. Madrid: Elsevier; 2018.
2. Moorhead S, Swanson E, Johnson M, Maas ML. Clasificación de Resultados de Enfermería (NOC). Medición de Resultados en Salud. 6ª ed. Madrid: Elsevier; 2018.
3. Plotnikow GA, Accoce M, Navarro E, Tiribelli N. Acondicionamiento del gas inhalado en pacientes con vía aérea artificial. Revisión narrativa. Revista Brasileira de Terapia Intensiva 2018;30(1):86-97.
4. Rodríguez González-Moro JM, López Martín S, Sánchez Muñoz G, de Lucas Ramos P. Humidificación del aire inspirado y oxigenoterapia crónica domiciliaria. Revista de Patología Respiratoria 2011;14(2):49-53.
5. American Association for Respiratory Care, Restrepo RD, Walsh BK. Humidification during invasive and noninvasive mechanical ventilation: 2012. Respir Care 2012 May 01;57(5):782-788.
6. Eusebi Chiner Vives E, Giner Donaire J. Manual de procedimientos SEPAR, 29. Sistemas de Oxigenoterapia. 2014; Disponible en: <https://www.separ.es/node/191>.
7. Romero PV, Rodríguez B, Martínez S, Cañizares R, Sepúlveda D, Manresa F. Estrés oxidativo en el condensado exhalado de pacientes con infección pulmonar grave. Arch Bronconeumol 2006 /03/01;42(3):113-119.
8. de la Fuente-Sancho I, Romeu-Bordas O, Fernandez-Aedo I, Vallejo De la Hoz, G, Ballesteros-Pena S. Microbiological contamination in high and low flow oxygen humidifiers: A

systematic review. *Med Intensiva (Engl Ed)* 2019 February 01;43(1):18-25.

9.Fernández O, Ximena D. Conocimiento y actitud del personal de enfermería sobre limpieza, desinfección y esterilización de dispositivos médicos en la central de esterilización de un hospital en Lima 2020. Knowledge and attitude of nursing staff about cleaning, disinfection and sterilization of medical devices in the sterilization center of a hospital in Lima 2020 2020 -10-11.

10.Tan Wen Huo. Sonómetro PRO. 2025; Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=coo.cent.app.tools.soundmeter.noisedetector.pro&hl=es>.

11.Bresser GmbH. Weather station MeteoTemp 7007520. 2016; Disponible en: <https://www.bresser.es/estaciones-meteorologicas-y-relojes/>.

12.CARBUIROS MEDICA Grupo Air Products. Caudalímetro Ultra-Flo II REG. 2020; Disponible en: <https://www.carburomedica.com/>.

13.Intersurgical. Línea de oxígeno, 1.8m. 2025; Disponible en: <https://www.intersurgical-es.com/productos/oxigeno-y-aerosolterapia/lineas-de-oxigeno>.

14.PROSAGA. Hydrox humidificador prellenado. 2021; Disponible en: <https://prosaga.com/es/>.

15.ROYAL PROGRESS SL. Set de agua estéril para humidificación. 2020; Disponible en: <https://rypo.es/>.

16.Medline International Iberia S.L.U. Humidificador de burbuja precargado Aquapak® con adaptador. 2022; Disponible en: <https://www.medline.eu/es/humidificador-de-burbuja-precargado-aquapakr-con-adaptador>.

17.Vyair Medical. Sistema de humidificación prellenado 500ml con adaptador de humidificación. 2020; Disponible en: <https://www.vyair.com/ventilation/products>.

18.Carburomédica. Grupo Air Products. Frasco humidificador esterilizable. 2020; Disponible en: <https://www.carburomedica.com/productos/sanitarios.php>.

19.O'Driscoll BR, Howard LS, Earis J, Mak V. BTS guideline for oxygen use in adults in healthcare and emergency settings. *Thorax* 2017 /06/01;72(Suppl 1): ii1-ii90.

20.Miyamoto K. Is it necessary to humidify inhaled low-flow oxygen or low-concentration oxygen? *Nihon Kokyuki Gakkai Zasshi* 2004 -02;42(2):138-144.

21.Villanueva Hernández G, Bayón Yusta JC. Evaluación del sistema de humidificación de burbuja en la terapia de oxígeno de bajo flujo: revisión sistemática y análisis de costes. España: Servicio Central de Publicaciones; 2013.

22.O'Driscoll BR, Howard LS, Earis J, Mak V. British Thoracic Society Guideline for oxygen use in adults in healthcare and emergency settings. *BMJ Open Respiratory Research* 2017 /05/01;4(1): e000170.

23.Hayes D, Wilson KC, Krivchenia K, Hawkins SMM, Balfour-Lynn IM, Gozal D, et al. Home Oxygen Therapy for Children. An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline. *Am J Respir Crit Care Med* 2019 -02-01;199(3): e5-e23.

24.Peña Otero D, Martín Vaquero Y. Mitos en cuidados respiratorios. 29ª Reunión de invierno SEPAR 2022. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/365195681\\_Mitos\\_en\\_cuidados\\_respiratorios](https://www.researchgate.net/publication/365195681_Mitos_en_cuidados_respiratorios)

25.Zhang X, Fan A, Liu Y, Wei L. Humidified versus nonhumidified low-flow oxygen therapy in children with Pierre-Robin syndrome: A randomized controlled trial. *Medicine* 2022 September 23;101(38): e30329.

26.Luna Paredes MC, Asensio de la Cruz, Oscar, Cortell Aznar I, Martínez Carrasco MC, Barrio Gómez de Agüero, M. I., Pérez Ruiz E, et al. Fundamentos de la oxigenoterapia en situaciones agudas y crónicas: indicaciones, métodos, controles y seguimiento. *Anales de Pediatría* 2009;71(2):161-174.

27.Carrillo Esper R, Carrillo Córdova DM, Carrillo Córdova LD, Carrillo Córdova JR. Ruido en la Unidad de Cuidados Intensivos: el silencio en la Unidad de Cuidados Intensivos es la mejor terapia. *Med. crít.* 2017;31(6):339-344.



28.Omologic. Símbolos y Etiquetado de productos sanitarios. 2020 /VII. Disponible en: [https://omologic.es/simbolos-etiquetado-productos-sanitarios/?gad\\_source=1&gad\\_campaignid=21639253436&gbraid=0AAAAA-Jjj7jJaJzr8wyz\\_1XABw44B5Ggd&gclid=Cj0KCQjw8vvABhCcARIsAOCfwwr4-7vKfEOp-KsRJ6ScHAK-a8NT\\_hd4fqSFWqkBbcUfGWGJhyXrZXMaAjK1EALw\\_wcB](https://omologic.es/simbolos-etiquetado-productos-sanitarios/?gad_source=1&gad_campaignid=21639253436&gbraid=0AAAAA-Jjj7jJaJzr8wyz_1XABw44B5Ggd&gclid=Cj0KCQjw8vvABhCcARIsAOCfwwr4-7vKfEOp-KsRJ6ScHAK-a8NT_hd4fqSFWqkBbcUfGWGJhyXrZXMaAjK1EALw_wcB)

29.Camacho-Bejarano R, Lima-Serrano M, González de la Torre, H., Fernández-Ortega P, González-Chordá V. Transferencia de resultados en la práctica clínica y participación ciudadana en la investigación en cuidados: una integración necesaria. *Enfermería Clínica* 2024;34(5):343-345.

30.La Fauci V, Costa GB, Facciola A, Conti A, Riso R, Squeri R. Humidifiers for oxygen therapy: ¿what risk for reusable and disposable devices? *J Prev Med Hyg* 2017 June 01;58(2):E161-E165.

31.Ministerio de Sanidad. Gobierno de España. Registro de Actividad de Atención Especializada. RAE-CMBD. 2020; Disponible en: <https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/estadisticas/cmbdhome.htm>.

32.Rodríguez González-Moro JM, Bravo Quiroga L, Alcázar Navarrete B, Alfageme Michavila I, Díaz Lobato S. Oxigenoterapia continua domiciliaria. *Open Respiratory Archives* 2020;2(2):33-45.