

Estrategias de Muestreo Disponibles para Aplicar en una Población en Estudio

Sampling Strategies Available for Apply in a Study Population

Carlos Manterola^{1,2} & Josue Rivadeneira^{1,3}

MANTEROLA, C. & RIVADENEIRA, J. Estrategias de muestreo disponibles para aplicar en una población en estudio. *Int. J. Morphol.*, 43(6):2163-2175, 2025.

RESUMEN: La representatividad de una muestra constituye la condición que permite extrapolar los resultados obtenidos desde dicha muestra hacia la población accesible, y luego hacia la población blanco o población objetivo (PBO). En este contexto, una muestra se considera representativa cuando cumple dos requisitos fundamentales. En primer lugar, los sujetos deben haber sido seleccionados mediante un procedimiento aleatorio, de modo que todos los individuos de la PBO tengan la misma probabilidad de ser incluidos en el estudio. En segundo término, el tamaño de la muestra debe ser adecuado; es decir, debe reflejar numéricamente a la población de origen en función de la distribución de la(s) variable(s) en estudio, lo que supone una estimación correcta del tamaño de la muestra. Bajo estas condiciones, el análisis de la muestra permite realizar inferencias válidas, extrapolar resultados y generalizar conclusiones hacia la PBO, con un grado conocido de incertidumbre. En consecuencia, una muestra se considera representativa cuando la distribución y los valores de las variables observadas pueden reproducirse dentro de márgenes de error previamente estimados. Desde esta perspectiva, el muestreo tiene como objetivo central estudiar la relación entre la distribución de una o más variables en la PBO, y su distribución en la muestra seleccionada. Para ello, resulta indispensable definir con precisión los criterios de inclusión, que delimitan las características clínicas, demográficas, temporales y geográficas de los sujetos elegibles, así como los criterios de exclusión, orientados a eliminar a aquellos individuos cuyas características puedan interferir con la calidad de los datos o con la correcta interpretación de los resultados. El objetivo de este manuscrito es aportar un documento de actualización sobre las estrategias de muestreo más utilizadas en epidemiología e investigación clínica.

PALABRAS CLAVE: Muestreo, técnicas de muestreo, muestreo aleatorio, muestreo sistemático, muestreo estratificado, muestreo por conglomerados, inferencia.

INTRODUCCIÓN

El grupo de individuos que cumplen con características específicas propuestas por el investigador se define como población. El subgrupo de participantes provenientes de esta población es considerado muestra; y el proceso de selección de esta muestra, muestreo. El uso de muestras facilita el desarrollo de investigaciones al permitir la obtención de información relevante de manera más eficiente, reduciendo costos, tiempo y recursos, sin comprometer necesariamente la validez de los resultados. No obstante, para que los hallazgos derivados de una muestra puedan ser extrapolados a la población de interés, es fundamental que esta sea representativa, lo que depende en gran medida del método de muestreo empleado.

La representatividad de una muestra constituye un

principio central de la investigación científica, en tanto es la condición que permite extrapolar y, en consecuencia, generalizar los resultados obtenidos en una muestra hacia la población de referencia, entendida como el conjunto de sujetos que pertenecen a la población blanco o población objetivo (PBO) y que se encuentran disponibles para la investigación (Fig. 1A). A partir de esta extrapolación inicial, los resultados pueden extenderse posteriormente a la PBO (Fig. 1B) (Otzen & Manterola, 2017).

En términos metodológicos, una muestra es representativa al cumplir requisitos bien descritos. El primero de ellos corresponde a la selección aleatoria de los sujetos, es decir, que todos los individuos de la PBO y de la población accesible tengan la misma probabilidad de ser inclui-

¹ Programa de Doctorado en Ciencias Médicas, Universidad de La Frontera, Chile.

² Centro de Excelencia en Estudios Morfológicos y Quirúrgicos (CEMyQ), Universidad de La Frontera, Chile.

³ Zero Biomedical Research, Quito, Ecuador.

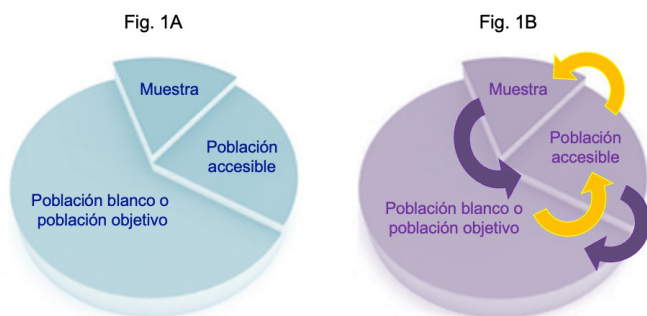


Fig. 1. Una muestra será o no representativa, si fue seleccionada al azar, es decir todos los sujetos de la PBO tienen la misma posibilidad de ser seleccionados en la muestra.

A. La población accesible es el conjunto de sujetos que pertenecen a la PBO, que están disponibles para la investigación.

B. Generalización de resultados. La representatividad de la muestra permite extrapolar los resultados a la población de accesible y de ésta a la PBO.

dos en el estudio, lo que caracteriza al muestreo de tipo probabilístico. Este procedimiento minimiza el sesgo de selección y asegura una adecuada correspondencia entre la muestra y la población de origen.

El segundo requisito se relaciona con el tamaño de la muestra. El número de sujetos incluidos debe representar numéricamente a la población de la cual provienen, considerando la distribución de la(s) variable(s) en estudio. Para ello, resulta indispensable realizar una estimación o cálculo del tamaño de la muestra, proceso que permite garantizar que la muestra refleje adecuadamente las características de la PBO (Stratton, 2023).

Cuando estas condiciones se cumplen, el estudio y análisis de la muestra permite realizar inferencias válidas, extrapolar resultados y generalizar conclusiones hacia la PBO con un grado conocido de incertidumbre. En este sentido, una muestra se considera representativa de la PBO cuando la distribución y los valores de las diferentes variables pueden reproducirse dentro de márgenes de error conocidos y calculables, lo que confiere solidez metodológica y validez externa a los hallazgos del estudio (Smajic *et al.*, 2022; Fernández-Vigo *et al.*, 2023) (Figs. 1A y 1B).

Las estrategias de muestreo tienen como propósito fundamental analizar la relación existente entre la distribución de una variable “z” en una población “x” y la distribución de dicha variable en la muestra objeto de estudio (Setia, 2016). Este análisis constituye la base para la correcta interpretación de los resultados y su posterior extrapolación a la PBO.

Para alcanzar este objetivo, resulta indispensable definir con precisión, entre otros aspectos, los criterios de inclusión, los cuales describen las características clínicas, demográficas, temporales y geográficas de los sujetos que conforman la población en estudio. De manera complementaria, deben establecerse los criterios de exclusión, orientados a identificar aquellas características de los sujetos que podrían afectar la calidad de los datos o interferir con la correcta interpretación de los resultados (Setia, 2016) (Fig. 2).



Fig. 2. Criterios de elegibilidad. Los criterios de inclusión (ci), corresponden a aquellas características clínicas, demográficas, temporales y geográficas de los sujetos que componen la población en estudio. Por su parte, los criterios de exclusión (ce), corresponden a las características de los sujetos que pueden interferir con la calidad de los datos o la interpretación de los resultados.

En este contexto, en 2017 se publicó el material docente titulado “Técnicas de muestreo sobre una población a estudio” (Otzen & Manterola, 2017), concebido como un recurso de apoyo para la enseñanza de la metodología de la investigación. En la actualidad, se presenta una actualización de esta temática, reconociendo su relevancia transversal en los procesos de investigación, con independencia del área disciplinar en la que se aplique.

El objetivo de este manuscrito es aportar un documento de actualización sobre las estrategias de muestreo más utilizadas en epidemiología y en investigación clínica.

ESTRATEGIAS DE MUESTREO

El proceso de selección de una muestra a partir de una población, muestreo, puede efectuarse mediante estrategias probabilísticas y no probabilísticas (Fig. 3), distinción que tiene implicancias directas sobre la validez interna y la validez externa de un estudio (Tabla I). En el muestreo probabilístico, cada unidad de análisis perteneciente a la PBO presenta una probabilidad conocida, cuantificable y distinta de cero de ser seleccionada, lo que se logra mediante procedimientos formales de aleatorización. Este fundamento probabilístico permite sustentar procesos de inferencia estadística, facilitando la extrapolación de los resultados hacia la PBO con márgenes de error controlables.

Tabla I. Características de las estrategias de muestreo probabilísticas vs. no probabilísticas.

Dimensión	Estrategias probabilísticas	Estrategias no-probabilísticas
Principio de selección	Basado en aleatorización formal	Basado en criterios del investigador o de accesibilidad
Probabilidad de inclusión	Conocida, cuantificable y distinta de cero para cada unidad	Desconocida o no cuantificable
Representatividad	Alta, si se aplica correctamente	Limitada o no garantizada
Inferencia	Permite inferencia a la PBO	No permite inferencia poblacional estricta
Validez externa	Generalmente alta	Generalmente limitada
Confiabilidad	Alta	Dependiente del contexto y del investigador
Sesgo de selección	Controlable	Importante y difícil de cuantificar
Costo y logística	Frecuentemente mayor	Menor
Contextos de uso	Estudios analíticos, poblacionales, de prevalencia	Estudios exploratorios, cualitativos, poblaciones difíciles de acceder
Ejemplos	Aleatorio simple, aleatorio estratificado, aleatorio sistemático, aleatorio por conglomerados	Por conveniencia, por cuotas, intencional, consecutivo, en bola de nieve



Fig. 3. Las diversas estrategias de muestreo para una población en estudio.

En contraste, las estrategias de muestreo no probabilístico se basan en la selección de sujetos a partir de criterios definidos por el investigador, tales como accesibilidad, conveniencia, juicio experto o la presencia de características específicas de interés. Si bien estas estrategias pueden resultar útiles en estudios exploratorios, cualitativos o en contextos donde el acceso a la PBO es limitado, presentan restricciones sustantivas en términos de representatividad poblacional, ya que no permiten conocer ni calcular la probabilidad de inclusión de cada unidad

de análisis. En consecuencia, la capacidad de generalizar los hallazgos hacia PBO es limitada, y los resultados deben interpretarse con cautela, reconociendo su menor reproducibilidad y su mayor dependencia del contexto y de las decisiones metodológicas adoptadas (Stratton, 2023).

1. Técnicas de muestreo probabilístico. Las estrategias de muestreo probabilístico se caracterizan por basarse en los principios de la asignación aleatoria, lo que garantiza que todas las unidades de análisis pertenecientes a la PBO tengan una probabilidad conocida y distinta de cero de ser seleccionadas seleccionadas, por lo que es necesario conocer a priori al total de la población accesible (Otzen & Manterola, 2017). Esta condición constituye el fundamento para la inferencia estadística y la estimación del error muestral (Tabla II). A continuación, se describen las principales modalidades.

a) Aleatorio simple: representa la forma más básica y directa de muestreo probabilístico. Su principal fortaleza radica en que todos los individuos que conforman la PBO tienen exactamente la misma probabilidad de ser incluidos en la muestra, y dicha probabilidad es independiente de los demás sujetos. Desde un punto de vista metodológico, este tipo de muestreo resulta conceptualmente robusto; sin embargo, su aplicación práctica puede verse limitada por consideraciones logísticas y de costo en poblaciones extensas (Shafiq *et al.*, 2024). Por ejemplo: Ante la pregunta de investigación: ¿Cuál es la muestra necesaria para determinar la prevalencia de la enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE) en la población general de la ciudad “X”?, el muestreo aleatorio simple consistiría en seleccionar, al azar, un subconjunto de individuos entre todos los habitantes de la ciudad “X”, de manera que dicho subconjunto represente adecuadamente a la población total (Fig. 4).

Tabla II. Características, ventajas y desventajas de las distintas estrategias de muestreo de tipo probabilístico.

Estrategias	Características	Ventajas	Desventajas
Aleatorio simple	<ul style="list-style-type: none"> Selección de una muestra de tamaño “n”, a partir de una población de “N” unidades. Cada elemento tiene la misma probabilidad de inclusión (n/N). 	<ul style="list-style-type: none"> Sencillo y de fácil comprensión Los elementos son elegidos de manera equitativa. Cálculo rápido de medias y varianzas. Existen paquetes informáticos para analizar los datos. La selección de un elemento es independiente de la selección de otros. 	<ul style="list-style-type: none"> Requiere listado completo de toda la población. Al trabajar con una población muy grande se tardará en realizar el listado. Al trabajar con muestras pequeñas puede no representar de forma adecuada a la población.
Aleatorio sistemático	<ul style="list-style-type: none"> Con seguir un listado de los “N” elementos de la población Determinar tamaño de muestra “n”. Definir intervalo $k = N/n$. Elegir número aleatorio, entre 1 y k. Selección de los elementos de la lista. 	<ul style="list-style-type: none"> Recomendable en población numerosa. Fácil y rápido de aplicar. Más económico que otras estrategias. No siempre es necesario tener listado de la población. Cuando la población está ordenada, asegura cobertura de unidades de todos los tipos. 	<ul style="list-style-type: none"> Si la constante de muestreo está asociada con el evento de interés, las estimaciones obtenidas a partir de la muestra pueden contener sesgo de selección. Posibilidad de aumento de la varianza si existe periodicidad en la población. No existe independencia de los elementos en distintas zonas, puesto que los elementos seleccionados dependen del seleccionado en la primera zona. La selección es aleatoria únicamente para el primer elemento de la muestra.
Aleatorio estratificado	<ul style="list-style-type: none"> En ciertas ocasiones resultará conveniente estratificar la muestra según variables de interés. Para ello se ha de conocer la composición estratificada de la población objeto. Una vez calculado el tamaño de la muestra, este se reparte entre los distintos estratos de la población usando regla de tres. Se recomienda cuando se tiene conocimiento <i>a priori</i> de la población. 	<ul style="list-style-type: none"> Tiende a asegurar que la muestra represente adecuadamente a la población en función de variables seleccionadas. Se obtienen estimaciones más precisas. Pueden aplicarse diferentes fracciones de muestreo dentro de cada estrato. Tiende a asegurar la representatividad de la población para las variables de estratificación. Si los estratos son internamente homogéneos y heterogéneos entre sí, esta estrategia permite reducir el error muestral. 	<ul style="list-style-type: none"> Se ha de conocer la distribución en la población de las variables utilizadas para la estratificación. Suele ser difícil deformar cada uno de los estratos. Puede ser más laboriosa de ejecutar porque deben hacerse grupos con características afines dentro de toda la población.
Aleatorio por conglomerados	<ul style="list-style-type: none"> Se realizan varias fases de muestreo sucesivas. La necesidad de listados de unidades se limita a unidades de muestreo seleccionadas en la etapa anterior. 	<ul style="list-style-type: none"> Eficiente en poblaciones grandes y dispersas. Es preciso tener un listado de las unidades primarias de muestreo. Más simple y económico que hacer una muestra aleatoria o sistemática. 	<ul style="list-style-type: none"> El error estándar es mayor que en otras estrategias de muestreo. El cálculo del error estándar es complejo.

b) Aleatorio estratificado: Se fundamenta en la división previa de la PBO en estratos mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivos, definidos como subgrupos que difieren respecto de una o más características rele-

vantes para el estudio. La estratificación suele basarse en variables relevantes para el estudio, que han demostrado asociarse o ser factores pronósticos, como edad, sexo, nivel socioeconómico u otras características clínicas o

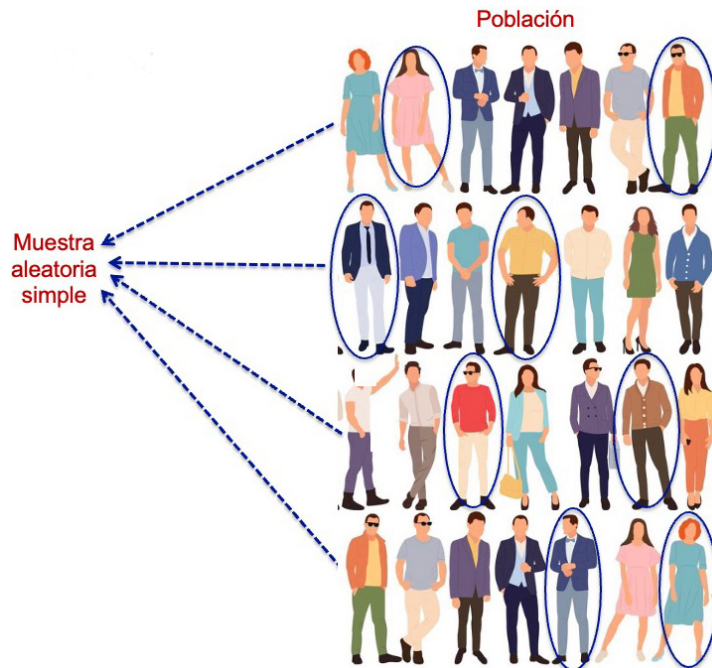


Fig. 4. Muestreo aleatorio simple. A partir de la PBO, se seleccionan al azar el número de sujetos necesario para completar la muestra necesaria a estudiar.

demográficas. Formalmente, una población de tamaño N se divide en k estratos de tamaños respectivos N_1, N_2, \dots, N_k . Posteriormente, se realiza un muestreo aleatorio simple dentro de cada estrato, seleccionando un número n_i de sujetos. La determinación del tamaño de la muestra por estrato puede realizarse mediante dos estrategias principales: Asignación proporcional, en la que el tamaño de cada submuestra es proporcional al tamaño del estrato respecto de la población total, y Asignación óptima, en la que el tamaño de la muestra de cada estrato es definido por el investigador en función de criterios analíticos o de eficiencia estadística. La estrategia de asignación aleatoria estratificada mejora la precisión de las estimaciones y permite un análisis más detallado de subgrupos específicos (Iqbal *et al.*, 2024). Por ejemplo: frente a la pregunta sobre la

prevalencia de ERGE en la ciudad "X", un muestreo aleatorio estratificado implicaría agrupar previamente a los habitantes según características de interés, tales como gravedad de la enfermedad (leve, moderada, grave), presencia de esofagitis (clasificación de Los Angeles A, B o C) o coexistencia de hernia hiatal (sí/no), para luego seleccionar aleatoriamente sujetos dentro de cada estrato (Fig. 5).

c) **Aleatorio sistemático:** Se utiliza cuando los sujetos de la población se encuentran ordenados de tal manera que las unidades más similares tienden a estar próximas entre sí. En este contexto, este tipo de muestreo puede resultar más preciso que el muestreo aleatorio simple, ya que permite recorrer la población de forma más uniforme. El procedimiento consiste en seleccionar un punto de inicio al azar y, posteriormente, elegir cada k -ésimo sujeto de la lista ordenada, donde k corresponde al intervalo de selección definido en función del tamaño poblacional y del tamaño muestral deseado (Azeem *et al.*, 2023). Se puede considerar su uso asociado al muestreo aleatorio estratificado, para incrementar la representatividad de la PBO. Por ejemplo: ante la pregunta ¿Cuál es la muestra necesaria para determinar la prevalencia de ERGE en población general de la ciudad "X"? Un muestreo aleatorio sistemático aplicaría de la siguiente forma: Para estimar la prevalencia de ERGE en la ciudad "X", el muestreo sistemático podría consistir en seleccionar a los habitantes que ingresan al sistema de salud en días impares del mes, o a aquellos cuyo primer dígito del RUT sea par, hasta completar el tamaño de la muestra estimado (Fig. 6).

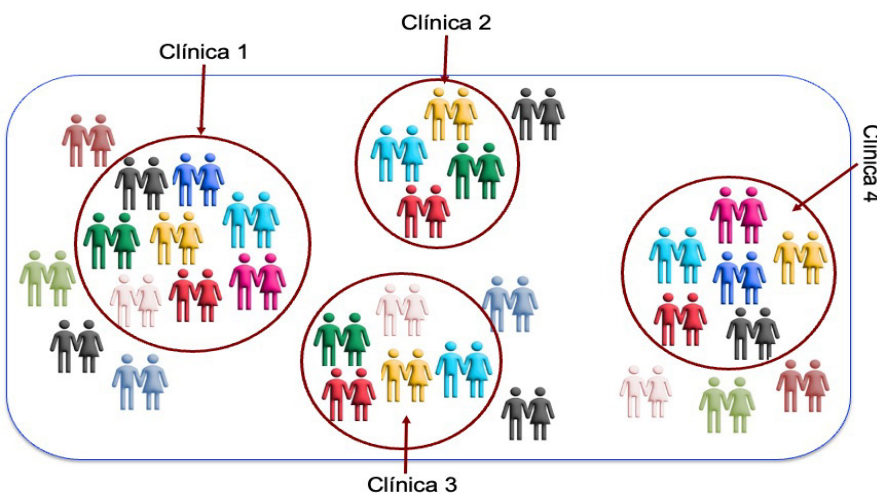


Fig. 5. Muestreo aleatorio estratificado. Se seleccionan al azar una muestra de las 4 clínicas privadas existentes en una ciudad (estratos), y de cada estrato, se selecciona un número de sujetos que lo representan (acorde al tamaño de cada estrato).

d) Por conglomerados: Se emplea principalmente cuando la PBO se encuentra distribuida en unidades geográficas o administrativas bien definidas, tales como barrios, comunas, escuelas, consultorios u hogares. En este enfoque, se seleccionan de forma aleatoria uno o más conglomerados y, una vez elegidos, se incluyen todos los sujetos que



Fig. 6. Muestreo aleatorio sistemático. Se selecciona de forma sistemática cada hésimo caso de la población accesible. En este caso fue con múltiplos de tres.

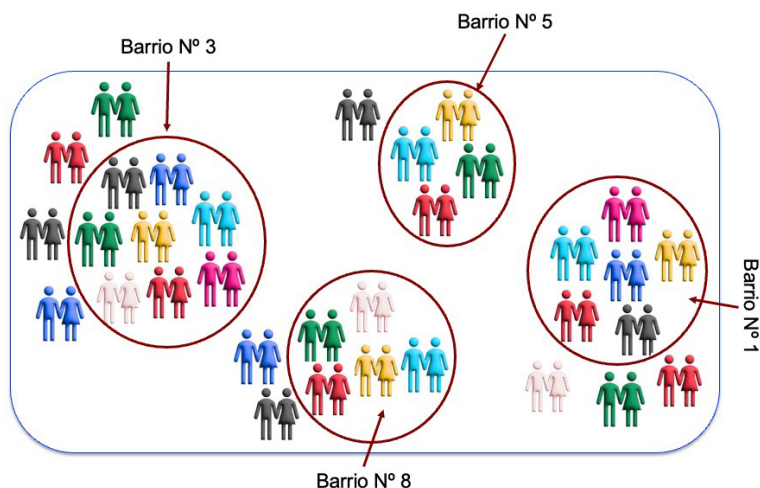


Fig. 7. Muestreo por conglomerados. Se seleccionan al azar una muestra de 4 barrios de los 8 existentes del sector "X" de la comuna "Z" (conglomerados); a partir de las manzanas que componen cada barrio (muestra proporcional al tamaño de cada barrio). Al interior de cada manzana seleccionada de cada barrio, se selecciona al azar una casa, de la cual se miden las variables de interés de uno o más de sus integrantes, o del total de sus habitantes, según se planifique en la metodología del estudio.

forman parte de cada conglomerado seleccionado. Desde una perspectiva operativa, este tipo de muestreo resulta particularmente útil en estudios de prevalencia o encuestas poblacionales, en los que la aplicación de un muestreo aleatorio simple sería logísticamente compleja y costosa, dado que implicaría el desplazamiento de encuestadores a múltiples puntos para evaluar un número reducido de sujetos en cada uno. El muestreo por conglomerados, en cambio, optimiza recursos y aumenta la eficiencia del trabajo de campo. Es fundamental, en este contexto, diferenciar entre: "sujetos a estudio", es decir, las unidades finales de medición, y "unidad muestral", correspondiente al conglomerado a través del cual se accede a dichos sujetos (Sharma *et al.*, 2024) (Fig. 7).

Por ejemplo: ante la pregunta Cuál es la muestra necesaria para determinar la prevalencia de ERGE en población general de la ciudad "X"? Un muestreo aleatorio por conglomerados aplicaría de la siguiente forma: entre todos los habitantes de la ciudad "X", seleccionar de forma aleatoria aquellos provenientes de los siguientes barrios: Pueblo Nuevo, San Antonio, Las Quilas, Pedro de Valdivia, Portal de la Frontera y Pampa Ganaderos (conglomerados que representan a barrios de la ciudad "X").

Multietápico. Constituye una estrategia probabilística en la cual la selección de la muestra se realiza a través de dos o más etapas sucesivas, utilizando diferentes unidades muestrales en cada una de ellas. En una primera fase, se seleccionan conglomerados o unidades primarias (por ejemplo, regiones, comunas, centros de salud o establecimientos educacionales), generalmente mediante procedimientos aleatorios. Posteriormente, dentro de cada unidad seleccionada, se procede a elegir subunidades de menor nivel jerárquico (hogares, individuos, registros clínicos, entre otros), hasta alcanzar la unidad final de análisis. Este enfoque resulta particularmente útil cuando la PBO es extensa, geográficamente dispersa o de difícil acceso, ya que permite optimizar recursos logísticos y económicos. Sin embargo, su aplicación requiere un diseño cuidadoso, dado que puede incrementar la varianza de las estimaciones y exigir ajustes analíticos específicos, como el uso de factores de ponderación y correcciones por efecto de diseño, para preservar la validez inferencial de los resultados.

2. Técnicas de muestreo no probabilístico. Se caracterizan por la ausencia del principio de aleatorización en la selección de las unidades de análisis. En este tipo de estrategias, la probabilidad de inclusión de cada sujeto no es conocida ni cuantificable, lo que limita la representatividad poblacional y la capacidad de generalización de los resultados. No obstante, estas estrategias resultan útiles en estudios exploratorios, cualitativos, contextos con poblaciones difíciles de acceder o cuando existen restricciones logísticas y éticas (Otzen & Manterola, 2017). A continuación, se describen las principales modalidades.

a) Por conveniencia: Consiste en la selección de aquellos sujetos que se encuentran disponibles y aceptan participar en el estudio, basándose en la facilidad de acceso, proximidad geográfica y disponibilidad temporal para el investigador. Si bien esta estrategia es operativamente sencilla y de bajo costo, presenta limitaciones importantes en términos de validez externa (Stratton, 2021). Por ejemplo, entre todos los sujetos diagnosticados con enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE), se incluirían únicamente aquellos que se encuentren enrolados en un Centro de Salud Familiar de la ciudad “X”.

b) Por cuotas (estratificado): Comparte similitudes con el muestreo por conveniencia, aunque introduce un mayor control por parte del investigador mediante la definición previa de un número específico de sujetos por cada estrato (por ejemplo, 25 hombres y 25 mujeres). Esta estrategia busca garantizar la presencia de determinadas características en la muestra, mediante la selección de una proporción predeterminada de unidades, denominada cuota. Es útil cuando se desea asegurar la representación de ciertos grupos de interés, aunque sin recurrir a procedimientos probabilísticos (Futri *et al.*, 2022). Por ejemplo, seleccionamos participantes categorizando por la severidad de la ERGE, leve, moderado y grave.

c) Intencional o deliberado: Se basa en la selección deliberada de casos considerados característicos o particularmente informativos de una población. Esta estrategia se emplea con frecuencia en escenarios donde la población es altamente heterogénea o cuando el tamaño muestral es necesariamente reducido, priorizando la riqueza conceptual de la información por sobre la representatividad estadística (Miguel *et al.*, 2022). Por ejemplo, entre todos los sujetos con ERGE, seleccionar únicamente aquellos que, según el criterio del equipo investigador, resulten más adecuados para responder a los objetivos del estudio.

Existe una variedad de estrategias de muestreo intencional:

- c.1.) Muestreo de heterogeneidad: Orientado a capturar la mayor diversidad posible de perspectivas u opiniones.
- c.2.) Muestreo homogéneo: Enfocado en participantes con características o puntos de vista similares.
- c.3.) Muestreo desviado: Centrado en sujetos con rasgos inusuales o poco frecuentes.
- c.4.) Muestreo de expertos: dirigido a la recopilación de información proveniente de individuos con conocimiento especializado en la temática de estudio.

d) Accidental o consecutivo: Consiste en la inclusión sucesiva de sujetos hasta alcanzar el tamaño muestral previamente definido (saturación de la muestra), seleccionando a aquellos que se encuentren disponibles de manera circunstancial en un determinado lugar o período de tiempo. Aunque es conceptualmente cercano al muestreo por conveniencia, se diferencia de éste en que intenta incluir a todos los sujetos accesibles que cumplen los criterios de elegibilidad, reduciendo parcialmente el sesgo de selección (Kuyucu *et al.*, 2025). Por ejemplo, entre todos los sujetos con ERGE, seleccionar a los primeros 100 pacientes elegibles que consulten en el servicio de urgencias del hospital general de la ciudad “X”.

e) En bola de nieve: Especialmente útil en estudios que involucran poblaciones de difícil acceso o socialmente ocultas, cuyos miembros pueden mostrar reticencia a participar en investigaciones. En esta estrategia, los primeros sujetos incluidos en el estudio actúan como reclutadores, identificando y contactando a otros individuos de su red social que cumplen los criterios de inclusión, lo que permite que la muestra crezca progresivamente. Este enfoque es común en investigaciones sobre poblaciones vulnerables o estigmatizadas, tales como personas con consumo problemático de alcohol o drogas, migrantes en situación irregular, entre otros (Kennedy-Shaffer *et al.*, 2021).

f) Muestreo basado en los encuestados: Este tipo de estrategia emplea una variante del muestreo en red con rastreo de vínculos para recopilar datos de poblaciones de difícil acceso, por lo que se utiliza en salud pública y estudios sociales.

Al rastrear los vínculos en la red social subyacente, el proceso aprovecha la estructura social para ampliar la muestra y reducir su dependencia de la muestra inicial (de conveniencia). Presenta dos innovaciones principales: un diseño para el muestreo de la PBO y otra para estimar propiedades de dicha población a partir de la muestra resultante. Esta estrategia también reduce las preocupaciones de confidencialidad generalmente asociadas con el muestreo de poblaciones estigmatizadas.

La segunda innovación radica en la estimación de las características de la población a partir de la muestra. Como en la mayoría de los estudios de poblaciones ocultas, se comienza con una muestra por conveniencia de individuos. La innovación radica en que, tras varias rondas de muestreo, se reduce la dependencia de la muestra final con respecto a la muestra de conveniencia inicial (Gile & Handcock, 2010).

SESGOS ASOCIADOS A LAS ESTRATEGIAS DE MUESTREO

El sesgo de muestreo (subtipo de sesgo de selección), constituye uno de los errores metodológicos más relevantes en investigación clínica y epidemiológica. Este se produce cuando la muestra seleccionada para la recolección de datos no es representativa de la PBO de la cual fue extraída. Como consecuencia, determinados subgrupos de la población pueden quedar sistemáticamente excluidos o subrepresentados, lo que compromete la capacidad del estudio para reflejar de manera fidedigna las características reales o el comportamiento de dicha población.

Este tipo de sesgo puede generar resultados y conclusiones inexactas, afectando directamente la validez externa del estudio y limitando la posibilidad de extrapolar los hallazgos más allá de la muestra analizada. Sus efectos pueden ser sustantivos, conduciendo a interpretaciones erróneas, como la identificación incorrecta de factores, prevalencia de enfermedades, factores de riesgo o asociaciones espurias basadas en datos no representativos (Williams, 2025). En este contexto, se han descrito al menos 6 tipos de sesgos estrechamente relacionados con el proceso de muestreo, los cuales serán abordados en los apartados siguientes.

Tipos de sesgo de muestreo. El sesgo de muestreo ocurre cuando algunos sujetos de un grupo tienen más probabilidades de ser seleccionados para un estudio que otros. Esto puede generar resultados que no reflejan realmente la composición del grupo en su conjunto. Existe una variedad de sesgos de muestreo, entre los que destacan los siguientes:

Sesgo de autoselección (o de voluntariado). Ocurre cuando la participación en el estudio depende de la decisión voluntaria de los sujetos, y quienes aceptan participar difieren sistemáticamente de quienes no lo hacen. Quienes tienen opiniones firmes son más propensos a participar, lo que puede generar resultados desequilibrados (Elston, 2021a). Por ejemplo, En un estudio sobre adherencia al tratamiento antirretroviral, los pacientes más motivados y con mejor adherencia son más proclives a participar, lo que sobreestima los niveles reales de cumplimiento terapéutico.

Sesgo de Berkson: Tipo de sesgo de selección que surge cuando la muestra se obtiene exclusivamente de sujetos hospitalizados, generando asociaciones artificiales entre exposiciones y desenlaces debido a patrones diferenciales de hospitalización (Manterola & Otzen, 2017; Manterola *et al.*, 2022). Por ejemplo, en un estudio hospitalario se encuentra una asociación positiva entre diabetes mellitus y colelitiasis, que no se reproduce en la población general, debido a la mayor probabilidad de hospitalización de pacientes con ambas condiciones.

Sesgo de conveniencia: Se produce cuando la muestra se selecciona en función de la facilidad de acceso o disponibilidad de los sujetos, sin un marco muestral claramente definido ni procedimientos de aleatorización. Por ejemplo, en un estudio sobre prevalencia de obesidad realizado únicamente en pacientes que acuden a un consultorio universitario no refleja la distribución real del índice de masa corporal en la PBO.

Sesgo de exclusión. Ocurre cuando ciertos subgrupos son excluidos a propósito o por accidente. Por ejemplo, si los investigadores no incluyen a inmigrantes recientes en su estudio, se pierden perspectivas importantes de información (Leivada, 2023).

Sesgo de no respuesta. Corresponde a una forma específica de sesgo de selección que ocurre cuando una proporción relevante de los sujetos seleccionados no responde o no completa la evaluación, y esta no respuesta se asocia a características clínicas o sociodemográficas particulares (Manterola & Otzen, 2017; Manterola *et al.*, 2022). Por Ejemplo: En una encuesta sobre consumo de alcohol, los sujetos con alto consumo tienden a no responder, lo que resulta en una subestimación de la prevalencia del trastorno en estudio.

Sesgo de selección: Ocurre cuando la inclusión de los sujetos en el estudio depende de características relacionadas con la exposición, el desenlace o ambos, de modo que la muestra no refleja adecuadamente a la PBO (Manterola & Otzen, 2017; Manterola *et al.*, 2022). Por ejemplo en un estudio que evalúa la prevalencia de hipertensión arterial se recluta exclusivamente a pacientes que asisten a controles médicos regulares, excluyendo a individuos que no acceden al sistema de salud, lo que conduce a una subestimación de la prevalencia real.

Sesgo de sub-cobertura. Ocurre cuando algunos grupos no se incluyen lo suficiente en la muestra en estudio. Por ejemplo, si una encuesta se realiza on-line, las personas sin acceso a Internet (como algunos adultos mayores) podrían quedar excluidas, lo que significa que sus opiniones no serán consideradas (Hsia *et al.*, 2020).

Sesgo de supervivencia. Ocurre cuando los investigadores solo se fijan en personas o cosas que han tenido éxito e ignoran a las que no lo lograron. Por ejemplo, si alguien estudia empresas exitosas pero no considera a las que quebraron, podría obtener una visión demasiado positiva de lo que se necesita para tener éxito en término de inversiones en este ámbito (Elston, 2021b). En investigación clínica, un ejemplo puede ser el incluir solamente a participantes que sobrevivieron al cáncer de mama para la evaluación de efectos adversos de la quimioterapia, sin considerar a los fallecidos.

Por otra parte, existen algunos sesgos que se asocian a estrategias probabilistas y a aquellas de tipo no-probabilísticas; y otra gama que puede aparecer en ambos (Denrell, 2017). Estos, comparten un efecto común: comprometen la representatividad de la muestra y limitan la validez externa de los resultados. Su identificación temprana y la adopción de estrategias metodológicas adecuadas durante el diseño del estudio son esenciales para minimizar su impacto y fortalecer la interpretación de los hallazgos.

Sesgos asociados al muestreo de tipo probabilístico. Aunque metodológicamente robusto, el muestreo probabilístico no está exento de sesgos, su presencia puede atenuar la representatividad, por lo que deben ser evaluados y reportados explícitamente. En general, se trata de errores operativos sistemáticos derivados de una implementación inadecuada de la aleatorización. Entre estos destacan:

Sesgo de cobertura. Si el marco muestral no incluye adecuadamente a toda la PBO.

Sesgo de no respuesta. Cuando ciertos grupos rehúsan participar de forma sistemática.

Sesgos asociados al muestreo no-probabilístico. En el muestreo no probabilístico, el sesgo de selección constituye el principal problema metodológico. Este, se manifiesta cuando los sujetos incluidos difieren sistemáticamente de aquellos no incluidos respecto de variables relevantes para el estudio.

Otros sesgos.

Sesgo de homofilia. Característico del muestreo en bola de nieve, donde los participantes tienden a reclutar sujetos similares a ellos.

Sesgo del investigador. Particularmente en muestreos intencionales o por juicio.

Dado que estos sesgos no pueden cuantificarse estadísticamente, su reconocimiento explícito y discusión

crítica en la sección de limitaciones del estudio es indispensable (Manterola *et al.*, 2022).

CONSIDERACIONES ÉTICAS ASOCIADAS A LAS ESTRATEGIAS DE MUESTREO

La elección de la estrategia de muestreo no es únicamente una decisión metodológica, sino también una decisión ética, ya que condiciona la validez de los resultados y, por ende, la justificación moral del estudio buscando cumplir con el requerimiento de selección equitativa propuesta por Ezequiel Emanuel (Dattalo, 2010).

Estrategias de muestreo probabilístico. En estas, la aleatorización favorece el principio de justicia, al otorgar a todos los sujetos de la PBO la misma oportunidad de ser incluidos. Además, al permitir inferencias válidas, se optimiza la relación riesgo-beneficio, ya que los resultados obtenidos pueden beneficiar efectivamente a la PBO.

Estrategias de muestreo no-probabilístico. En estas, aparecen desafíos éticos adicionales. La selección basada en la conveniencia, el juicio del investigador o de las redes sociales, puede generar una sobre-representación de grupos accesibles y una exclusión sistemática de otros, lo que debe ser explícitamente reconocido. En estos casos, es éticamente obligatorio: declarar con claridad las limitaciones de generalización de los resultados, justificar la elección de la estrategia de muestreo en función de la viabilidad, el carácter exploratorio del estudio o la naturaleza de la población, y extremar las medidas de consentimiento informado, especialmente en poblaciones vulnerables (p. ej., en la estrategia de muestreo en bola de nieve).

Consideraciones éticas clave a considerar en el proceso de muestreo. Existen diversos niveles de debate teórico y desafíos de implementación práctica. En general, suele centrarse en los principios subyacentes que guían la conducta ética y las rigurosas metodologías empleadas para defenderlos, por ejemplo en la tensión entre el rigor científico y las obligaciones éticas, especialmente cuando estas parecen entrar en conflicto (Sustainability Directory, 2025). Así hay al menos 5 elementos a considerar en este sentido:

Consentimiento informado. Garantizar que los participantes comprendan la investigación y acepten participar de forma libre e informada. La relevancia de esta dimensión dice relación con que es fundamental para respetar la autonomía.

Privacidad y confidencialidad. Proteger la información personal de los participantes. La importancia de este dominio es que es esencial para generar confianza y minimizar daños.

Representatividad. Garantizar que la muestra refleje con precisión la población. Lo significativo de esta dimensión es que es crucial para obtener hallazgos válidos y generalizables.

Vulnerabilidad. Identificar y proteger a las personas que puedan ser susceptibles a coerción o daño. El valor de este dominio es que requiere garantías personalizadas y revisión éticas.

Mitigación de sesgos. Trabajar activamente para reducir los errores sistemáticos en la selección de muestras. Hecho fundamental, pues es muy relevante para obtener resultados de investigación precisos y equitativos (Manterola *et al.*, 2025).

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MUESTREO

Cada estrategia de muestreo tiene ventajas y desventajas (Tabla I y II); sin embargo, existen ventajas y desventajas comunes para todas ellas al comparar con el uso de la población total (Sharma, 2017), entre las que cabe destacar:

Ventajas:

Reducción de costes: Los costes de un estudio serán menores si los datos de interés se pueden obtener a partir de una muestra de la PBO. Por ejemplo, cuando se realizan estudios de prevalencia de un evento de interés, es más económico medir una muestra representativa de 1100 sujetos de la PBO, que a los 200.000 sujetos que la componen.

Eficiencia: Al trabajar con un número reducido de sujetos a estudio, que sean representativos de la PBO; el tiempo necesario para conducir el estudio y obtener resultados y conclusiones será ostensiblemente menor. Por ejemplo, en población de gran tamaño, en el que se han de estudiar grupos numerosos o geográficamente dispersos, la estrategia de muestreo por conglomerados es de gran utilidad.

Rapidez en la obtención de resultados: Trabajar con una muestra representativa de la PBO, permite acelerar la recolección y procesamiento de datos, permitiendo decisiones más ágiles.

Facilitación en la realización de cálculos y la ulterior generalización de resultados: Trabajar con una muestra de menor tamaño que la PBO, permite aplicar inferencias estadísticas para entender la población total.

Adaptabilidad: Mediante una estrategia de muestreo intencional, se puede ajustar la muestra a necesidades específicas; método ideal para estudios exploratorios o de poblaciones vulnerables.

Mayor precisión: Aplicando estrategias de muestreo como el estratificado, se puede asegurar la representación de subgrupos y se puede reducir el error, incrementando la exactitud de las estimaciones (Sharma, 2017).

Desventajas:

Falta de representatividad de la PBO: Esto puede ocurrir si se decide trabajar con muestras pequeñas, sin estimación del tamaño de la muestra adecuado. Por ejemplo, es muy común ver publicaciones en las que se comparan 50 sujetos tratados con la “intervención en estudio” versus 50 con la “intervención estándar” o con el “placebo”. Por razones desconocidas, este un número ($n=50$) es muy recurrente, pero posiblemente conlleva una mala representatividad de la población a la que se desea extrapolar posteriormente los resultados de la investigación. Siempre existe la posibilidad de que la muestra no refleje fielmente a la población, introduciendo sesgos y errores.

Resultados imprecisos: Por ejemplo, si se utiliza una estrategia de muestreo considerando el tipo de trabajo, puede no ser exacto para tareas cortas o individuos, y los trabajadores pueden cambiar su conducta al ser observados, introduciendo sesgos en la investigación.

Manipulación de datos: Siempre existe el riesgo de que investigadores o participantes influyan en la muestra o respuestas, alterando resultados.

Dificultad de implementación: Se requiere conocer la estructura de la población (como su distribución) para ser efectivo. Por ejemplo: muestreo estratificado.

Interacción con patrones ocultos: En aquellas situaciones en las que se decide aplicar una estrategia de muestreo sistemática, puede ocurrir que si el intervalo de selección coincide con un patrón periódico, la muestra será sesgada (Sharma, 2017).

EJEMPLOS

Ejemplo 1: En un estudio cuyo objetivo fue determinar la prevalencia de equinococosis quística (EQ) entre familiares de pacientes intervenidos quirúrgicamente por equinococosis quística hepática (EQH), que compartieron domicilio con el caso índice, durante el período 2000–2020 en la provincia de Cautín, Chile, se llevó a cabo un estudio de corte transversal. Se aplicó una estrategia de muestreo no probabilístico de tipo intencional. Del total de 322 pacientes intervenidos por EQH, 288 familiares aceptaron participar en un proceso de cribado para EQ, lo que corresponde a una tasa de participación del 89,4 %. Todos los sujetos incluidos fueron en-

trevisados y sometidos a ecografía abdominal, radiografía de tórax y estudios inmunodiagnósticos. Se excluyeron del análisis aquellos familiares con diagnóstico previo o antecedente quirúrgico de EQ. El análisis estadístico se realizó mediante estadística descriptiva. Se estimó la prevalencia de EQ, así como la razón de probabilidades (odds ratio, OR) y sus respectivos intervalos de confianza del 95 % (IC 95 %). La prevalencia global de EQ durante el período estudiado fue de 14,6 %. Al desagregar según grado de parentesco, la prevalencia fue de 17,9 % en familiares de primer grado y de 12,3 % en familiares de segundo grado, observándose una mayor probabilidad de EQ en familiares de primer grado (OR: 1,56; IC 95 %: 0,81–3,01) (Manterola *et al.*, 2023).

Ejemplo 2: En un estudio realizado en la ciudad de Talca, Chile, cuyo objetivo fue determinar la prevalencia de lesiones preneoplásicas (LPN) gástricas en familiares de primer grado (FPG) de pacientes operados por cáncer gástrico (CG), así como evaluar su asociación con sexo, edad e infección por *Helicobacter pylori* (Hp), se llevó a cabo un estudio de corte transversal. La muestra estuvo constituida por 110 FPG, con edades entre 50 y 65 años, de los cuales el 54,5 % correspondió a mujeres, seleccionados mediante una estrategia de muestreo no probabilístico por conveniencia. A todos los participantes se les aplicó una encuesta de antecedentes biodemográficos y se les realizó una endoscopia digestiva alta con toma de biopsias para estudio histológico, de acuerdo con el protocolo de Sídney. El diagnóstico de las lesiones preneoplásicas y la evaluación del estado de la mucosa gástrica se efectuaron mediante los sistemas de clasificación OLGA y OLGIM. El análisis estadístico incluyó estadística descriptiva, estimación de la prevalencia y cálculo de odds ratios (OR), y sus respectivos intervalos de confianza del 95 % (IC 95 %). La prevalencia de LPN fue de 86,4 %, mientras que la de gastritis atrófica, metaplasia intestinal y displasia alcanzó 82,7 %, 54,5 % y 12,7 %, respectivamente. Se identificaron estadios avanzados según las clasificaciones OLGA y OLGIM en el 18,0 % y el 16,3 % de los casos, respectivamente. No se observó asociación estadísticamente significativa entre la presencia de LPN el sexo, la edad ni la infección por Hp (OR: 3,10; IC 95 %: 1,00–9,64; OR: 0,74; IC 95 %: 0,26–2,14; y OR: 0,58; IC 95 %: 0,12–2,77, respectivamente). Estos hallazgos permiten concluir que los FPG de pacientes con CG presentan una elevada prevalencia de LPN, lo que los posiciona como un grupo de alto riesgo en el que resulta pertinente implementar estrategias de vigilancia endoscópica (Sotelo *et al.*, 2023).

Ejemplo 3: En un estudio cuyo objetivo fue comparar las complicaciones posoperatorias (CPO) y la mortalidad a 30 días entre la reparación urgente y electiva de la hernia paraesofágica (HPE), se llevó a cabo un estudio de casos y

controles emparejado en un hospital de Barcelona, España. Los pacientes intervenidos por HPE de forma urgente o electiva fueron emparejados en proporción 1:1 según edad y sexo. Los casos correspondieron a pacientes con vólvulo gástrico agudo (VAG) que requirieron reparación urgente o semi electiva, mientras que los controles fueron pacientes con HPE tipo III o IV programados para cirugía electiva, seleccionados mediante una estrategia de muestreo probabilístico aleatorio simple.

Se analizaron 74 pacientes (37 casos y 37 controles), con una edad media de 78,0±8,9 años. En comparación con los controles, los casos presentaron una mayor duración quirúrgica (223±68 frente a 194±46 minutos; $p=0,03$), una estancia hospitalaria posoperatoria significativamente más prolongada (13,2±13,8 frente a 4,9±4,1 días; $p=0,0008$) y una mayor necesidad de procedimientos abiertos o conversiones quirúrgicas (OR: 8,4; $p=0,008$).

En el análisis multivariado, la cirugía urgente se identificó como un factor independiente asociado a la ocurrencia de CPO (OR: 7,4; $p=0,0001$) (Biel *et al.*, 2025).

Ejemplo 4: En un estudio conducido en la ciudad de Temuco (Chile), cuyo objetivo fue determinar la prevalencia de enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE) en población general adulta, se condujo un estudio de corte transversal en 2017, aplicando una escala válida y confiable para la detección de ERGE. El área urbana de Temuco se dividió en 4 zonas representativas de los sectores socioeconómicos de la ciudad. Se utilizó una estrategia de muestreo probabilística por conglomerados, al interior de cada conglomerado se aplicó una estrategia de muestreo estratificada con asignación proporcional, y al interior de cada estrato, una estrategia aleatoria simple. Se determinó prevalencia de ERGE y se estudiaron los factores asociados mediante análisis bivariados y multivariados. Se estudiaron 1069 sujetos (mediana de edad de 40 años; 47,9 % mujeres) de los conglomerados seleccionados. La prevalencia de ERGE fue 44,8 %. Se observó asociación significativa entre ERGE y edad ($p<0,001$) y entre ERGE y sexo femenino ($p=0,001$) (Manterola *et al.*, 2020).

Ejemplo 5: En un estudio cuyo objetivo fue determinar concentraciones plasmáticas e intraquísticas de sulfóxido de albendazol (SA) y correlacionarlas con la viabilidad de los protoescoléx en pacientes tratados quirúrgicamente por equinocosis quística del hígado (EQH) que recibieron albendazol preoperatoriamente, como una forma indirecta de evaluar la eficacia escolicida del fármaco. Se estudió una serie consecutiva de pacientes intervenidos por EQH no complicada, aplicando un muestreo no-probabilístico intencional. Los pacientes recibieron 10 mg/kg/día de albendazol

durante 4 días antes de la cirugía. Se tomaron muestras intraoperatorias de sangre venosa y líquido hidatídico, en las que se midieron la concentración plasmática (CP) e intraquística (CIQ) de SA mediante cromatografía líquida de alta resolución. Con el líquido hidatídico remanente, se examinó la viabilidad de los protoescolex. Se incluyeron 26 pacientes con mediana de edad de 39,5 años (61,5 % sexo femenino). La media de CP de SA fue $1,9 \pm 0,5$ $\mu\text{g/ml}$ y la CIQ de $0,3 \pm 0,2$ $\mu\text{g/ml}$. El CIQ de SA en quistes viables fue de $0,25$ $\mu\text{g/ml}$ vs. $0,28$ $\mu\text{g/ml}$ en quistes no viables ($p=0,756$). La ausencia de asociación entre CIQ de SA y viabilidad de los protoescolex permite concluir indirectamente que el albendazol utilizado en el régimen estudiado no es eficaz como agente escolicida (Manterola *et al.*, 2005).

MANTEROLA, C. & RIVADENEIRA, J. Sampling strategies available for apply in a study population. *Int. J. Morphol.*, 43(6):2163-2175, 2025.

SUMMARY: Sample representativeness is the condition that allows the results observed in a sample to be extrapolated to the accessible population or the target population. In this regard, a sample can be considered representative if two fundamental requirements are met. First, participants must be selected using a random sampling procedure, ensuring that all individuals in the target population have the same probability of being included in the study. Second, the sample size must be adequate, meaning that it should numerically reflect the population of origin with respect to the distribution of the variable(s) under study, which requires an appropriate estimation of sample size. Under these conditions, sample analysis enables inference, extrapolation, and generalization of conclusions to the target population with a high degree of certainty. Accordingly, a sample is regarded as representative of the target population when the distribution and values of the variables can be reproduced within calculable margins of error. From this perspective, the primary objective of sampling is to examine the relationship between the distribution of one or more variables in the target population and their distribution in the sample under study. To achieve this, it is essential, among other aspects, to clearly define the inclusion criteria, which specify the clinical, demographic, temporal, and geographical characteristics of the study population, as well as the exclusion criteria, which identify characteristics that may interfere with data quality or the interpretation of the results. The aim of this manuscript is to provide an update study document regarding the most commonly used sampling strategies in epidemiology and clinical research.

KEY WORDS: "Sampling Studies"[Mesh]; "Probability"[Mesh]; Study, Sampling; Probability Sample; Samples, Probability.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Azeem, M.; Hussain, S.; Ijaz, M.; Salahuddin, N. & Salam, A. An improved version of systematic sampling design for use with linear trend data. *Heliyon*, 9(6):e17121, 2023.

- Biel, E.; Manterola, C.; Jaume-Bottcher, S.; Montcusí, B.; Sánchez-Parrilla, J.; Grande, L. & Pera, M. Urgent vs elective surgical repair in large paraesophageal hernia: a matched case-control study. *J. Gastrointest. Surg.*, 29(9):102154, 2025.
- Dattalo, P. Ethical dilemmas in sampling. *J. Soc. Work Values Ethics*, 7(1), 2010. Disponible en: <http://www.stanford.edu/~allenw/Phil102/Hume%20-%20Induction.doc>.
- Denrell, J. Sampling biases explain decision biases. In: Argote, L. & Levine, J. M. (Eds.). *The Oxford Handbook of Group and Organizational Learning*. Oxford, Oxford University Press, 2017. pp.95-108.
- Elston, D. M. Memory bias. *J. Am. Acad. Dermatol.*, 88(6):1259, 2023.
- Elston D. M. Participation bias, self-selection bias, and response bias. *J. Am. Acad. Dermatol.*, S0190-9622(21)01129-4, 2021a.
- Elston, D. M. Survivorship bias. *J. Am. Acad. Dermatol.*, S0190-9622(21)01986-1, 2021b.
- Fernández-Vigo, J. Á.; Almorín-Fernández-Vigo, I.; Kudsieh, B. & Fernández-Vigo, J. I. Scientific research versus technological research: A necessary clarification. *Arch. Soc. Esp. Oftalmol. (Engl. Ed.)*, 98(9):491-2, 2023.
- Futri, I. N.; Risfandy, T. & Ibrahim, M. H. Quota sampling method in online household surveys. *MethodsX*, 9:101877, 2022.
- Gile, K. J. & Handcock, M. S. Respondent-driven sampling: an assessment of current methodology. *Sociol. Methodol.*, 40(1):285-327, 2010.
- Hsia, J.; Zhao, G. & Town, M. Estimating undercoverage bias of internet users. *Prev. Chronic Dis.*, 17:E104, 2020.
- Iqbal, K.; Raza, S. M. M.; Mahmood, T. & Riaz, M. Exploring mixture estimators in stratified random sampling. *PLoS One*, 19(9):e0307607, 2024.
- Kennedy-Shaffer, L.; Qiu X. & Hanage, W. P. Snowball sampling study design for serosurveys early in disease outbreaks. *Am. J. Epidemiol.*, 190(9):1918-27, 2021.
- Kuyucu, M.; Erdogan, K. M.; Adiyaman, D.; Konuralp Atakul, B.; Golbasi, H.; Kutbay, Y. B.; Gokmen Karasu, A. F. & Ozeren, M. Consecutive 5-year outcomes of chorionic villus sampling at a tertiary center. *Medicine (Baltimore)*, 104(7):e41582, 2025.
- Leivada, E. A classification bias and an exclusion bias jointly overinflated the estimation of publication biases in bilingualism research. *Behav. Sci. (Basel)*, 13(10):812, 2023.
- Manterola, C.; Claros, N.; Rivadeneira, J. & Bendel, S. Ethical dilemmas in surgical practice. *Int. J. Morphol.*, 43(2):479-85, 2025.
- Manterola, C.; Rivadeneira, J.; Rojas, C. & Otzen, T. Prevalence of cystic echinococcosis in relatives of patients undergoing surgery for hepatic cystic echinococcosis in an endemic region. *PLoS Negl. Trop. Dis.*, 17(12):e0011813, 2023.
- Manterola, C.; Muñoz, G.; Holguín, J. P. & García, M. F. Sesgos en investigación quirúrgica. *Rev. Cir.*, 74(4):400-409, 2022.
- Manterola, C. & Otzen, T. Bias in clinical research. *Int. J. Morphol.*, 33(3):1156-1164, 2015.
- Manterola, C.; Mansilla, J. A. & Fonseca, F. Preoperative albendazole and scolices viability in patients with hepatic echinococcosis. *World J. Surg.*, 29(6):750-3, 2005.
- Miguel, M. G. R.; Waissman, R. P.; Lauretto, M. S. & Stern, J. M. Haphazard intentional sampling in survey and allocation studies on COVID-19 prevalence and vaccine efficacy. *Entropy (Basel)*, 24(2):225, 2022.
- Otzen, T. & Manterola, C. Sampling techniques on a population study. *Int. J. Morphol.*, 35(1):227-32, 2017.
- Setia, M. S. Methodology series module 5: sampling strategies. *Indian J. Dermatol.*, 61(5):505-9, 2016.
- Shafiq, A.; Sindhu, T. N.; Riaz, M. B.; Hassan, M. K. H. & Abushal, T. A. A statistical framework for a new Kavaya-Manoharan Bilal distribution using ranked set sampling and simple random sampling. *Heliyon*, 10(9):e30762, 2024.
- Sharma, A.; Jain, R. B.; Satija, J.; Sharma, A.; Sharma, A. & Shekhawat, S. Cluster sampling methodology to evaluate immunization coverage. *World J. Methodol.*, 14(3):92344, 2024.

- Sharma, G. Pros and cons of different sampling techniques. *Int. J. Appl. Res.*, 3(7):749-52, 2017.
- Smajic, E.; Avdic, D.; Pasic, A.; Prcic, A. & Stancic, M. Mixed methodology of scientific research in healthcare. *Acta Inform. Med.*, 30(1):57-60, 2022.
- Sotelo, S.; Manterola, C.; Otzen, T.; Morales, E. & Castillo, I. Prevalence of gastric preneoplastic lesions in first-degree relatives of patients with gastric cancer: a cross-sectional study. *J. Gastrointest. Cancer*, 54(2):513-9, 2023.
- Stratton, S. J. Population sampling: probability and non-probability techniques. *Prehosp. Disaster Med.*, 38(2):147-8, 2023.
- Stratton, S. J. Population research: convenience sampling strategies. *Prehosp. Disaster Med.*, 36(4):373-4, 2021.
- Sustainability Directory. *What Are Ethical Considerations in Sampling?* Sustainability Directory, 2025. Disponible en: <https://product.sustainability-directory.com/question/what-are-ethical-considerations-in-sampling>
- Williams, K. *Sampling Bias: Definition, Types, and Tips on How To Avoid It*. SurveySparrow Blog, 2024. Disponible en: <https://surveysparrow.com/blog/sampling-bias>

Dirección par correspondencia:
Dr. Carlos Manterola, MD, PhD.
Centro de Excelencia en Estudios Morfológicos
y Quirúrgicos (CEMyQ)
Universidad de La Frontera
Temuco
CHILE

E-mail: carlos.manterola@ufrontera.cl