

Dariana Rojas-Jiménez^{1a}, Alma Itzel Castañeda-Aca^{1b}, Juan José Alonzo-Martínez^{1c}, Marlene López-Sánchez^{2d},
Ivonne Analí Roy-García^{3e}, Rodolfo Rivas-Ruiz^{4f}

Resumen

Los gráficos utilizados en los artículos científicos contribuyen a mejorar la comprensión de los resultados. Uno de los gráficos más empleados en la literatura científica reciente es el diagrama de bosque, también conocido como *forest plot*. Su creciente popularidad se relaciona con su versatilidad. Aunque inicialmente se utilizó para presentar resultados de los metaanálisis, en la actualidad se emplea para mostrar resultados de estudios individuales, tanto para variables cualitativas como cuantitativas, siempre que sea posible calcular el intervalo de confianza, comúnmente del 95%. Este gráfico no solo permite presentar los resultados de modelos bivariados, sino también de análisis multivariantes; por ello, es aplicable a diversos campos del conocimiento científico. En este artículo se presenta, además de la historia del *forest plot*, una descripción de sus componentes —su anatomía— y un tutorial sobre cómo crear uno utilizando programas estadísticos.

Abstract

Graphs used in scientific articles help improve the understanding of results. One of the most widely used graphs in recent scientific literature is the forest plot. Its growing popularity is related to its versatility. Although it was initially employed to present results of meta-analyses, it is now used to display findings from individual studies, for both qualitative and quantitative variables, as long as a confidence interval —most commonly the 95% CI— can be calculated. This graph not only allows the presentation of results from univariate analyses but also from multivariable analyses, making it applicable to diverse fields of scientific knowledge. In this article, we present, in addition to the history of the forest plot, a description of its components —its anatomy— and a tutorial on how to create one using statistical software.

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina. Ciudad de México, México

²Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Hospital de Pediatría “Dr. Silvestre Frenk Freund”, Laboratorio de Gastro-Hepatología. Ciudad de México, México

³Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Coordinación de Investigación en Salud, Centro de Adiestramiento en Investigación Clínica. Ciudad de México, México

⁴Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Coordinación de Investigación en Salud, División de Investigación Clínica. Ciudad de México, México

ORCID: 0009-0007-5488-0786^a, 0009-0002-1532-5863^b, 0009-0005-3390-1635^c, 0000-0002-1996-7209^d,
0000-0002-1859-3866^e, 0000-0002-5967-7222^f

Palabras clave

Metaanálisis
Estadística
Riesgo
Forest Plot

Keywords

Meta-Analysis
Statistics
Risk
Forest Plot

Fecha de recibido: 13/08/2025

Fecha de aceptado: 15/10/2025

Comunicación con:

Rodolfo Rivas Ruiz

 rivasrodolfo@gmail.com

 55 5627 6900, extensión 21264

Cómo citar este artículo: Rojas-Jiménez D, Castañeda-Aca AI, Alonzo-Martínez JJ *et al.* Anatomía del gráfico de *forest plot*. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2026;64(2):e6801. doi: 10.5281/zenodo.17537340

Introducción

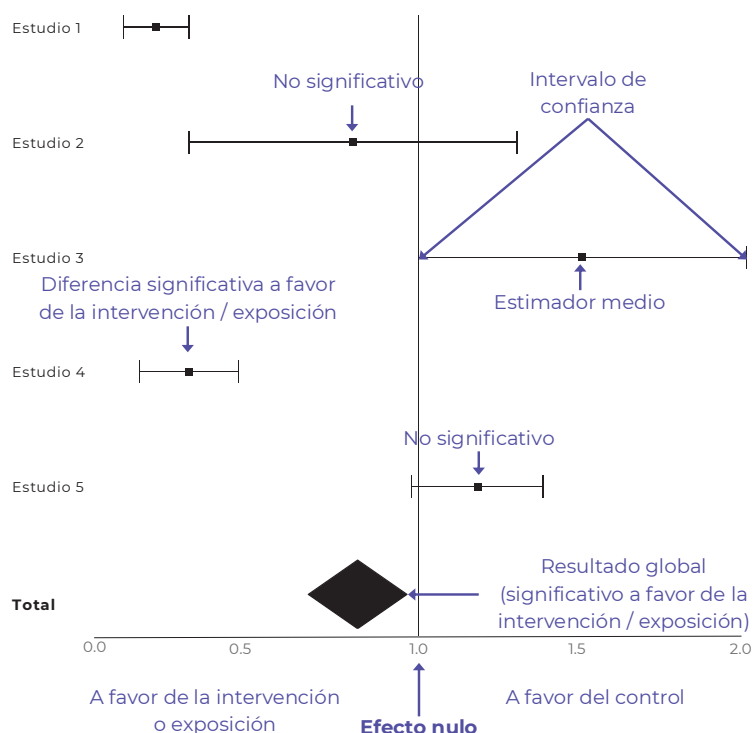
El *forest plot*, o diagrama de bosque, corresponde a una representación gráfica de los resultados de un estudio, ya sea de naturaleza dicotómica (por ejemplo, enfermo o no enfermo, vivo o muerto) o de variables continuas.^{1,2} Es el estándar para resumir los resultados de un metaanálisis, representados como cuadrados centrados en el estimador de cada estudio. Cada cuadrado es atravesado por una línea horizontal que corresponde a su intervalo de confianza, que generalmente es del 95% (figura 1).^{1,2} El estimado global del metaanálisis y su intervalo de confianza se colocan en la parte inferior, representados mediante un diamante; el centro del diamante indica el estimado combinado y sus extremos horizontales representan el intervalo de confianza (figura 1).³

Adicionalmente, este gráfico permite presentar los resultados de modelos bivariados y de análisis multivariantes; por ello, es aplicable a diversos campos del conocimiento científico.⁴ Este artículo busca detallar, además de la historia y evolución del *forest plot*, una guía práctica sobre su construcción e interpretación, enfatizando su relevancia en el análisis y la comunicación de datos científicos.

Historia del *forest plot*

El origen del *forest plot* se remonta a la década de 1970, cuando Freiman *et al.*, en un estudio que buscaba determinar si los ensayos clínicos considerados “*negativos*” tenían suficiente precisión estadística para descartar reducciones clínicamente importantes en los desenlaces evaluados, introdujeron un gráfico que puede considerarse un antecedente conceptual directo del *forest plot*.⁵ Su influencia es visible en varios aspectos. En primer lugar, destaca la representación visual de los intervalos de confianza individuales (figura 2A).⁶ En esta figura, cada estudio está ilustrado mediante una línea horizontal que indica el intervalo de confianza al 90% para la diferencia porcentual en el desenlace entre los grupos de tratamiento y control. Esta misma lógica visual fue adoptada y refinada en los *forest plots* modernos, donde se utiliza típicamente un intervalo al 95% acompañado de un punto central —frecuentemente un cuadrado— que representa la estimación puntual del efecto (por ejemplo, una razón de riesgos).

En segundo lugar, la organización vertical de los estudios estableció un patrón de presentación que aún se mantiene en los *forest plots* actuales. Esta disposición permite



La figura 1 muestra los componentes de un *forest plot*, que incluyen la línea de efecto nulo, el efecto global, el estimador medio y su intervalo de confianza al 95% (IC95%). El gráfico representa la estructura general de un metaanálisis en el que el efecto o la asociación se expresan mediante medidas de razón —como el riesgo relativo (RR), la razón de momios (RM), la razón de prevalencias (RP) o el *hazard ratio* (HR)—, en las cuales el valor nulo corresponde a 1. En el caso de variables continuas expresadas como diferencia de medias, el valor nulo es 0

comparar fácilmente múltiples estudios e identificar patrones visuales. En tercer lugar, la figura permite una lectura conjunta de la precisión y la magnitud de los efectos estimados. Los estudios con intervalos más estrechos son, naturalmente, más precisos y corresponden a aquellos con mayor tamaño de muestra.⁷ Esta característica visual se ha perfeccionado en los *forest plots* modernos al incorporar tamaños proporcionales del marcador central según el peso estadístico del estudio, el cual depende habitualmente del tamaño muestral y de la varianza.⁸

Por último, tanto la figura de Freiman como los *forest plots* actuales comparten un elemento interpretativo clave: una línea vertical de referencia que indica la ausencia de efecto.⁹ En la figura original de Freiman, esta línea se ubica en cero, marcando la igualdad entre el grupo de tratamiento y el grupo control. En los *forest plots* modernos, esta línea suele ubicarse en uno para desenlaces dicotómicos (razón de momios, razón de prevalencias, riesgo relativo o *hazard ratio*), mientras que para desenlaces cuantitativos la línea de no efecto corresponde a cero, lo que indica la ausencia de diferencia entre grupos y permite identificar visualmente si un intervalo de confianza incluye o excluye la hipótesis nula.^{5,9}

Posteriormente, en 1982, Lewis y Ellis aplicaron este recurso para exponer los resultados de un metaanálisis y agregaron al gráfico una figura que representaba el efecto global de todas las variables sobre el desenlace, facilitando la visualización del efecto combinado de los resultados (figura

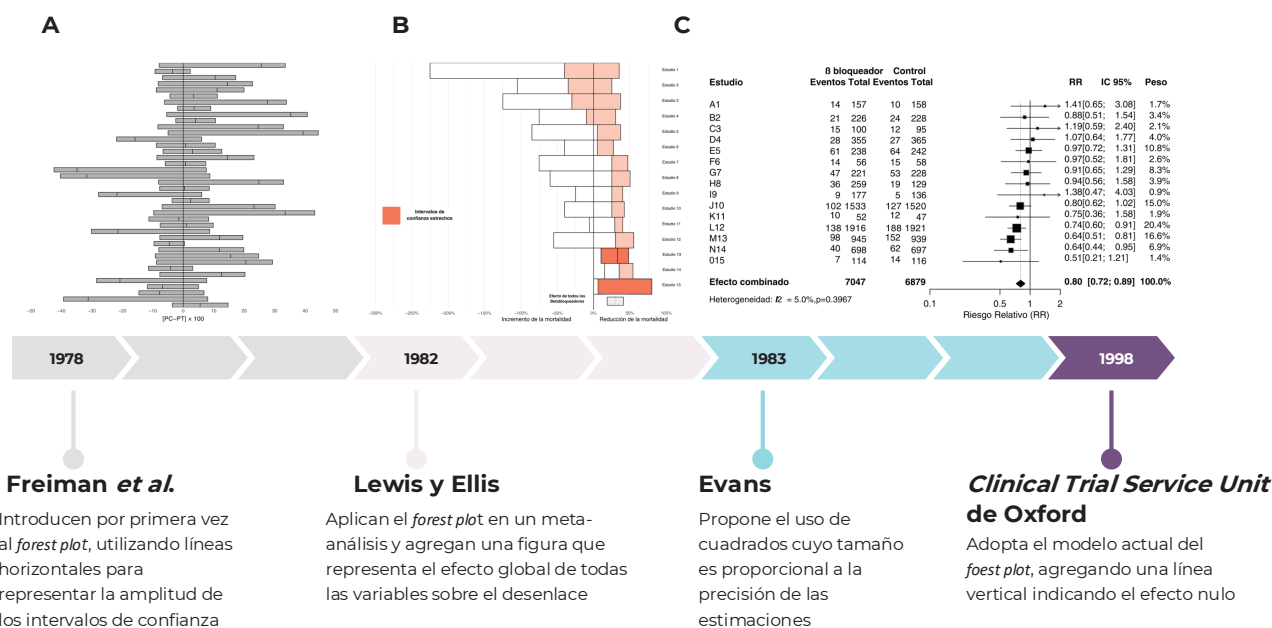
2B).¹⁰ Un año después, Evans propuso el uso de cuadrados cuyo tamaño fuera proporcional a la precisión de las estimaciones, de modo que los resultados de los estudios con mayor precisión y peso en el metaanálisis destacaran sobre aquellos con muestras más pequeñas. Estos cuadrados de tamaño variable son visibles en la figura 2C, en concordancia con el peso de cada estudio en el metaanálisis, donde aquellos con mayor peso presentan cuadrados de mayor tamaño.¹

El diseño actual del *forest plot* se atribuye a la Unidad de Servicios de Ensayos Clínicos de Oxford (*Clinical Trial Service Unit*), que en 1998 utilizó un *forest plot* para mostrar los resultados de un metaanálisis sobre la prevención de enfermedades vasculares con terapia antiplaquetaria, incorporando cuadrados de tamaño variable y una línea vertical que indicaba el efecto nulo (figura 2C).¹¹

Aplicabilidad del forest plot

Los *forest plots* son herramientas versátiles, aplicables en una amplia gama de contextos científicos (cuadro I). Su uso no se limita únicamente a la síntesis de resultados en metaanálisis, también se han empleado en estudios individuales para comparar medias de valores observados frente a valores de referencia previamente establecidos, como ocurre en investigaciones sobre crecimiento infantil,¹² o para visualizar asociaciones entre variables independientes y desenlaces clínicos en análisis secundarios de bases de datos.^{13,14}

Figura 2 Evolución histórica del *forest plot*



Las imágenes A, B y C incluidas en esta figura fueron recreadas con fines ilustrativos para evitar infringir derechos de autor. Aunque son similares a las originales, se recomienda consultar las fuentes originales para una interpretación más precisa

En el ámbito de la epidemiología poblacional, se han utilizado para mostrar el impacto de la pandemia de la covid-19 en distintos continentes mediante el índice Tevent.¹⁵ Asimismo, se han empleado en estudios bibliométricos para comparar la frecuencia relativa de términos MeSH entre diferentes revistas científicas, lo que facilita la identificación de similitudes y diferencias temáticas.¹⁶ También se han utilizado en metaanálisis de estudios de pruebas diagnósticas para resumir la sensibilidad y especificidad de una prueba innovadora frente al estándar de oro.¹⁷ Su capacidad para condensar información estadística compleja en representaciones gráficas intuitivas convierte al *forest plot* en un recurso clave para el reporte de resultados.

Anatomía del *forest plot*

El desconocimiento de los componentes del *forest plot* puede conducir a interpretaciones incorrectas de los resultados y, por lo tanto, a conclusiones erróneas que comprometan la validez de los análisis.¹⁹ Por ello, es fundamental comprender cada uno de los elementos que lo componen, a fin de garantizar una interpretación precisa y una aplicación adecuada, tanto en el ámbito clínico como en el de la investigación.

A continuación, se describen los componentes de un *forest plot*, tomando como ejemplo la figura 3, la cual pertenece a una revisión sistemática publicada en 2023.²⁰ En

Cuadro I Ejemplos de aplicaciones y objetivos estadísticos del uso del *forest plot* en distintos contextos de investigación científica

Diseño, año	Objetivo estadístico del <i>forest plot</i>	Escala de la variable de desenlace
Encuesta transversal, 2020(12) ^a	Mostrar las diferencias de medias en talla entre la población estudiada y las referencias históricas	Cuantitativa continua (talla [metros])
Análisis secundario de datos, (13) ^b	Mostrar gráficamente los resultados del modelo de regresión logística múltiple (OR de cada factor de riesgo e IC95%)	Dicotómica (ausencia / presencia de neumonía)
Estudio bibliométrico, (16) ^c	Mostrar el contraste respecto a la frecuencia relativa encontrada de diferentes términos MeSH entre la revista <i>Respiratory Care</i> y publicaciones similares (OR e IC95%)	Dicotómica (ausencia / presencia del término MeSH artículos de las revistas estudiadas)
Ecológico, 2022(15) ^d	Comparar las diferencias entre los valores del índice de Tevent dentro de cada país o continente por año (2020 frente a 2021)	Cuantitativa continua (El Tevent es un valor numérico que refleja la combinación del número de casos y la duración de la epidemia en un país/región)
Transversal, 2024(14) ^e	Visualizar las medidas de riesgo de cada variable respecto a la presencia de osteoartritis	Dicotómica (Ausencia / Presencia de osteoartritis)
Revisión sistemática y metaanálisis, 2024(17) ^f	Mostrar y sintetizar las sensibilidades y especificidades individuales y agrupadas de la ecografía pulmonar para el diagnóstico del síndrome de distrés respiratorio agudo, en comparación con el estándar de referencia	Cuantitativa continua ([0–1], derivada de variables binarias: presencia o ausencia del síndrome de distrés respiratorio agudo según criterios de referencia)
Cohorte retrospectiva, 2025(18) ^g	Visualizar gráficamente los resultados de la regresión logística multivariable (OR, IC95% para cada factor de riesgo)	Dicotómica (Ausencia / Presencia de trombosis venosa profunda)

IC: Intervalo de confianza; MeSH: Encabezamientos de temas médicos (del inglés *Medical Subject Headings*); OR: *Odds Ratio*

^aEvaluar la progresión de talla y peso en niños/niñas mexicanas de 6 a 12 años y compararla con tablas de referencia

^bAnalizar los factores de riesgo asociados al desarrollo de neumonía en niños y adolescentes menores de 19 años con diagnóstico de infección por SARS-CoV-2 en México

^cIdentificar revistas científicas similares a una revista objetivo (en este caso, *Respiratory Care*) con base en los términos de encabezados de temas médicos (MeSH)

^dIdentificar el impacto negativo de la pandemia de COVID-19 en la salud pública mediante el índice Tevent

^eEvaluar la asociación entre los niveles de vitamina D, la calidad del sueño y la osteoartritis

^fEvaluar la exactitud diagnóstica de la ecografía pulmonar para el diagnóstico del síndrome de distrés respiratorio agudo en personas adultas y para la clasificación de subfenotipos focales y no focales, comparada con tomografía computarizada de tórax o radiografía de tórax

^gDeterminar los factores de riesgo asociados al desarrollo de trombosis venosa profunda en pacientes críticamente enfermos con sepsis

la primera columna se describen los detalles de los estudios incluidos, como el nombre del autor principal y el año de publicación, lo cual resulta especialmente relevante en el contexto de los metaanálisis. En este caso, se resumen los resultados de seis ensayos clínicos aleatorizados que comparan el tratamiento con atorvastatina de 80 mg frente a otras dosis, placebo u otros tratamientos, con un seguimiento mínimo de 12 meses. El contenido de las columnas subsiguientes del *forest plot* varía de acuerdo con la escala de la variable de desenlace de los grupos comparados.

Para variables dicotómicas: las columnas 2 y 3 contienen el número de eventos y el tamaño de muestra en cada grupo (figuras 3 y 4A).

Para variables continuas: las columnas 2 y 3 presentan la media, la desviación estándar y el tamaño muestral de cada grupo, como se ejemplifica en la figura 4B. Dependiendo del programa estadístico utilizado para generar los *forest plots*, el contenido y la disposición de las columnas 3 a 6 pueden variar, como se observa en los ejemplos de las figuras 3 y 4.

En el caso de la figura 3, la columna 4 muestra la medida de efecto o de asociación —como el riesgo relativo (RR), la razón de prevalencias (RP), la razón de momios (*odds ratio*, OR) o el *hazard ratio* (HR)— acompañada de su intervalo de confianza al 95 %, representado de forma gráfica. Para variables continuas, la columna 4 presenta la diferencia de medias con su respectivo IC95% (figura 4B).

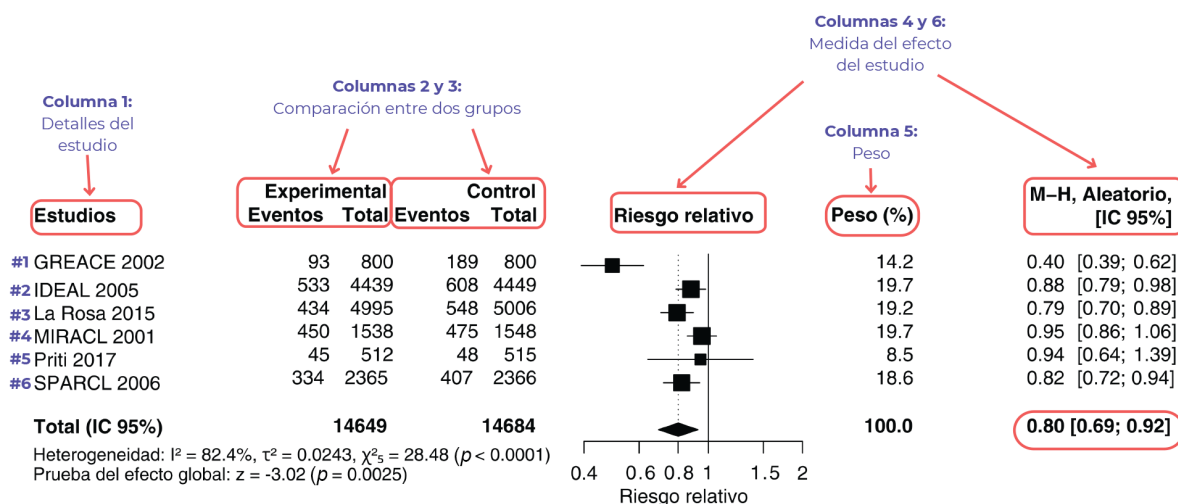
La columna 5 (figura 3) indica el peso de cada estudio, el cual refleja su contribución relativa al resultado global. En la figura 4B, este peso se encuentra en la columna 6. El peso depende del tamaño de la muestra y de la precisión estadística de cada estudio (a menor varianza, mayor peso).²¹ Por ejemplo, el estudio número 3 (figura 3), con el mayor tamaño muestral (1141 participantes: 533 en un grupo y 608 en otro), contribuye con el 19.7% del peso total.

Finalmente, la columna 6 (figura 3) muestra el tipo de análisis estadístico empleado, acompañado de los valores numéricos correspondientes a la medida de asociación y su IC95%, así como del modelo utilizado (efectos fijos o aleatorios). En la figura 4B, estas características se representan en las columnas 5 y 4, respectivamente.

Heterogeneidad

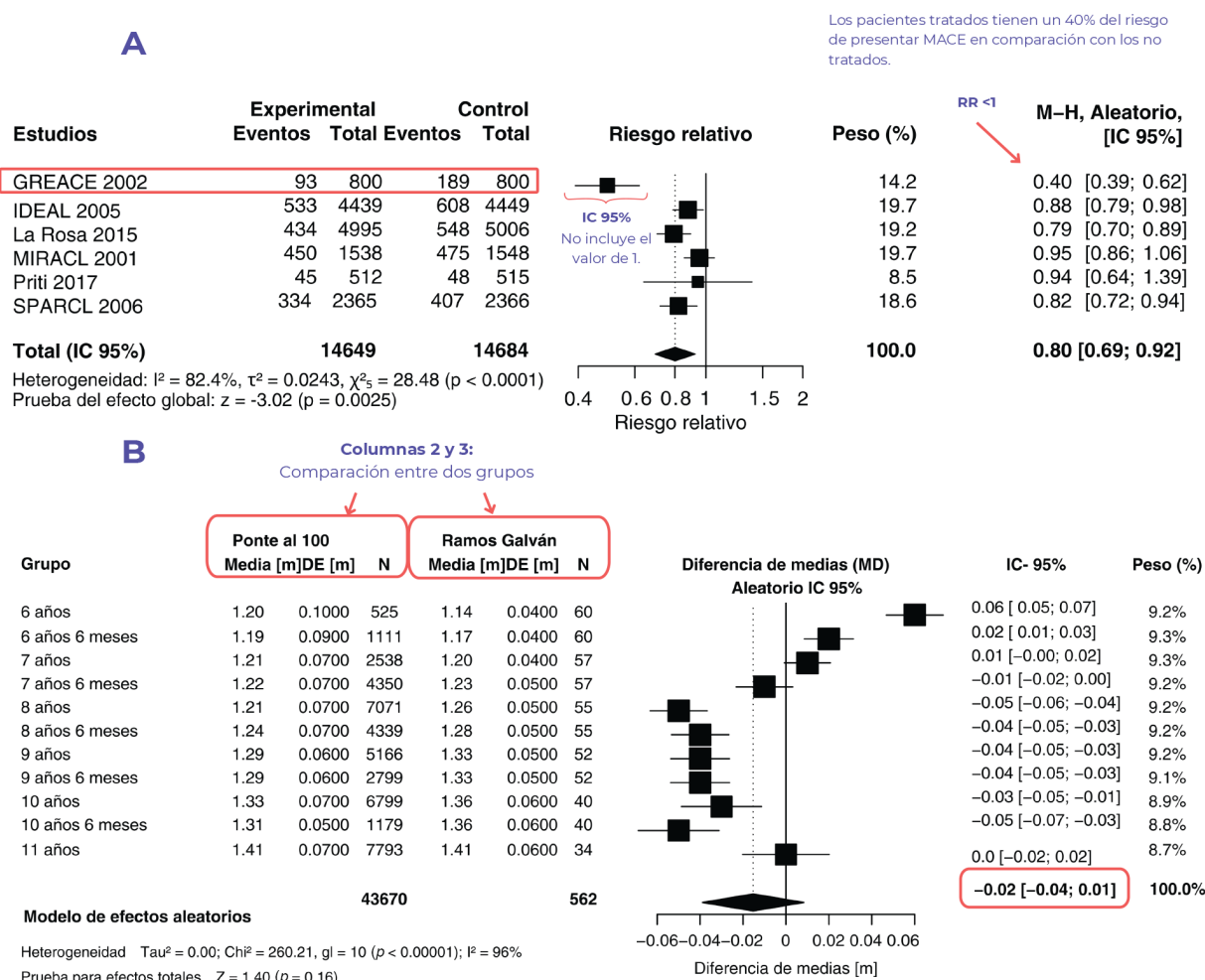
La heterogeneidad^{3,22} es un concepto clave en el análisis e interpretación de los metaanálisis, ya que hace referencia al grado de variación entre los resultados de los estudios incluidos. Específicamente, describe la dispersión en los tamaños del efecto (como diferencias de medias, RR, RM u HR) que no puede atribuirse al azar, sino a diferencias metodológicas, clínicas o poblacionales entre los estudios (diseño, intervención principal, intervenciones concomitantes o características basales como comorbilidades, estadio clínico de la enfermedad, edad o sexo), o bien a diferencias en la medición de los desenlaces.

Figura 3 Anatomía del *forest plot*: resultados de una revisión sistemática que analiza el efecto de atorvastatina 80 mg para la prevención de MACE (Major Adverse Cardiovascular Events [eventos cardiovasculares adversos mayores])



Reproducción de los resultados del metaanálisis presentado por Ferreira-Hermosillo et al. (2020), "Progresión de talla y peso en niños y niñas entre 6 y 12 años y su diferencia con las tablas de Ramos Galván 40 años después" (Gaceta Médica de México, 156[2]:3197)

Figura 4 Forest plot para resultados dicotómicos (A) y continuos (B)



Reproducción de los datos presentados en dos fuentes originales.

El bloque A corresponde al estudio de Ferreira-Hermosillo *et al.* (2020), "Progresión de talla y peso en niños y niñas entre 6 y 12 años y su diferencia con las tablas de Ramos Galván 40 años después" (*Gaceta Médica de México*, 156[2]:3197). El bloque B corresponde al metaanálisis de Villegas-Quintero *et al.* (2023), "Eficacia y seguridad de la atorvastatina en eventos cardiovasculares mayores: metaanálisis" (*Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 61[Supl. 3]:S407-S415)

Para determinar la heterogeneidad entre los estudios,²³ se emplean dos estrategias complementarias:

- **Prueba de hipótesis con χ^2 (Chi cuadrada):** evalúa si las diferencias observadas entre los estudios son mayores de las que se esperarían por azar. Para ello, se utiliza la prueba de χ^2 de Cochran (también denominada χ^2 de heterogeneidad). Un valor de $p < 0.05$ permite rechazar la hipótesis nula —este enfoque conservador produce intervalos de confianza más amplios y exige mayor evidencia para rechazar la hipótesis de homogeneidad, en consecuencia, bajo este umbral, es menos probable asumir la existencia de heterogeneidad entre estudios que al considerar un valor de $p \leq 0.05$ —,²⁴ lo que indica la existencia de heterogeneidad significativa entre los estu-

dios.²⁵ Por el contrario, si $p \geq 0.05$, no se rechaza la hipótesis nula y se asume homogeneidad.

H_0 (hipótesis nula): $E_1 = E_2$ (los resultados de los estudios son homogéneos); $p \geq 0.05$
 H_a (hipótesis alterna): $E_1 \neq E_2$ (existe heterogeneidad entre los resultados de los estudios); $p < 0.05$

- **Índice de inconsistencia (I^2):** describe el porcentaje de variación entre estudios atribuible a heterogeneidad real (y no al error aleatorio). Sus valores van de 0 % (homogeneidad absoluta) a 100 % (heterogeneidad máxima). Como regla práctica, un valor de I^2 mayor a 50 % se considera indicativo de heterogeneidad significativa.²⁵

Modelos estadísticos según la heterogeneidad

La elección del modelo estadístico en un metaanálisis depende del grado de heterogeneidad. Cuando esta es baja ($I^2 \leq 50\%$ y $p \geq 0.05$), se utiliza un modelo de efectos fijos, que asume que todos los estudios estiman un mismo efecto verdadero. En cambio, si la heterogeneidad es significativa ($I^2 > 50\%$ y $p < 0.05$), se emplea un modelo de efectos aleatorios, el cual asume que los efectos pueden variar entre estudios debido a diferencias reales y, por ello, es más conservador y produce intervalos de confianza más amplios.^{7,23}

Representación gráfica

La representación gráfica del efecto (figura 3, columna 6) se organiza en un plano cartesiano (figura 3, columna 4). El eje de las ordenadas corresponde a la línea de efecto nulo, que representa la ausencia de diferencia (valor 0 para diferencias de medias o 1 para razones como RM o RR).²⁶ En el eje de las abscisas se registra la dirección y la magnitud del efecto: hacia un lado a favor de la intervención y hacia el otro a favor del control.^{21,26}

Intervalo de confianza del 95%

Cada estudio se representa mediante un cuadro central cuyo tamaño es proporcional al peso del estudio en el

metaanálisis. Los intervalos de confianza aparecen como líneas horizontales que atraviesan cada cuadro. Si un IC cruza la línea de no efecto, el resultado de ese estudio no es estadísticamente significativo (figura 1).^{7,21}

Rombo (diamante)

El rombo representa el efecto combinado de todos los estudios analizados. La anchura de esta figura refleja la amplitud del intervalo de confianza del efecto global.^{21,26}

Tipos de forest plot

Forest plot para resultados dicotómicos (desenlace cualitativo):

En los *forest plots* diseñados para mostrar desenlaces dicotómicos se representan medidas de asociación como la razón de momios (RM), el riesgo relativo (RR) o el *hazard ratio* (HR), acompañadas de sus respectivos IC95%. Estos gráficos mantienen la estructura general descrita previamente (figuras 1 y 3), pero difieren en que cada estudio se analiza con la fórmula correspondiente. En este contexto, los cálculos de las medidas de efecto (como RM o RR) se basan en datos brutos: número de participantes en cada grupo (expuestos y no expuestos) y del número de eventos observados en cada grupo (como la aparición de una complicación o la ocurrencia de un desenlace clínico de interés) (figura 5).²⁷

Figura 5 Fórmulas para el cálculo de diferentes medidas de efecto o asociación

Medidas de riesgo: RR y RM

	Sujetos con la enfermedad o evento de interés	Sujetos sin la enfermedad o evento de interés	
Expuestos	a	b	a + b
No expuestos	c	d	c + d
	a + c	b + d	n

$$\text{Riesgo Relativo: } \frac{a / (a + b)}{c / (c + d)}$$

	Sujetos con la enfermedad o evento de interés	Sujetos sin la enfermedad o evento de interés	
Expuestos	a	b	a + b
No expuestos	c	d	c + d
	a + c	b + d	n

$$\text{Razón de Momios: } \frac{a * d}{c * b}$$

RM: razón de momios; RR: riesgo relativo

Por ejemplo, la **figura 4A** presenta un *forest plot* que utiliza el riesgo relativo como medida de efecto. El RR se interpreta como la relación entre la probabilidad de que un evento ocurra en el grupo expuesto y la probabilidad de que ocurra en el grupo no expuesto. Su interpretación depende de la naturaleza del desenlace evaluado.

Si el desenlace es adverso (p. ej., muerte, complicación, infección, recaída):

- $RR < 1$ indica un efecto protector de la exposición (indica una menor probabilidad de que ocurra el evento de interés).
- $RR > 1$ sugiere un aumento del riesgo asociado a la exposición (indica una mayor probabilidad de que ocurra el evento de interés).

Si el desenlace es beneficioso (p. ej., recuperación, éxito terapéutico, remisión, curación):

- $RR > 1$ indica que la exposición aumenta la probabilidad de alcanzar el desenlace deseado, lo que se interpreta como un efecto favorable.
- $RR < 1$ sugiere que la intervención tiene menor probabilidad de lograr el desenlace deseado, lo que podría interpretarse como menor eficacia o como un efecto perjudicial.

En el ejemplo mostrado, el estudio GREACE 2002 (**figura 4A**)²⁰ reporta un RR de 0.40, lo que significa que los pacientes tratados presentan un 60 % menos riesgo de experimentar MACE en comparación con los no tratados. Dado que el IC95% no incluye el valor de 1, esta diferencia es estadísticamente significativa.

Interpretación del *forest plot* de la figura 4A:

- $RR < 1$: reducción relativa del riesgo (60%).
- $RR = 1$: ausencia de diferencia entre grupos.
- $RR > 1$: aumento del riesgo asociado al tratamiento.

Forest plot para resultados continuos (desenlace cuantitativo):

En estos gráficos, la medida de efecto corresponde a la diferencia de medias entre los grupos, con su IC95%, y la

escala se basa en diferencias absolutas y no en razones. En contraste con las medidas de asociación (RR o RM), aquí la escala es lineal y refleja diferencias absolutas, no proporciones.¹²

Los cálculos para este tipo de *forest plot* requieren:

- El número de participantes en cada grupo.
- La media y la desviación estándar (DE) del desenlace en ambos grupos.

El resultado combinado se representa mediante un diamante cuyo centro indica la estimación puntual de la diferencia de medias y cuya anchura refleja el intervalo de confianza. Si el diamante cruza la línea de no efecto (valor 0), la diferencia no es estadísticamente significativa.

La diferencia de medias indica cuánto difiere, en promedio, una variable continua (como talla, peso, presión arterial, etc.) entre dos grupos comparados.

En la **figura 4B** se observa un *forest plot* que evalúa la diferencia promedio de talla entre los grupos “Ponte al 100” y “Ramos Galván”.¹² Una diferencia positiva indica mayor talla promedio en el grupo “Ponte al 100”, mientras que una diferencia negativa indica mayor talla promedio en el grupo “Ramos Galván”. En este caso, la diferencia global es de -0.02 m, con un IC95% (-0.04, 0.01), el cual incluye el valor 0, por lo que la diferencia no es estadísticamente significativa.

Creación de un *forest plot* en SPSS

Para elaborar un *forest plot* que represente la asociación de variables independientes como factores de riesgo o protectores en un único estudio, es necesario calcular previamente las medidas de asociación (RM, RR o HR) y sus respectivos IC95% (límite inferior y superior), calculados a partir de los datos del estudio. A continuación, se describen las instrucciones en tres pasos:

Paso 1. Preparación del conjunto de datos (anexo 1):

- Ingresar los datos en la pestaña *Data View* de IBM SPSS Statistics for Windows, versión 25.0.
- La estructura del archivo debe incluir:
 - Columna 1: nombre de las variables independientes.
 - Columna 2: valor de la medida de asociación.

- Columna 3: límite inferior del IC95%.
- Columna 4: límite superior del IC95%.

Paso 2. Creación del gráfico de líneas tipo *forest plot* (anexo 1):

- Ir al menú superior: **Graphs > Line...** (Gráficos > Cuadros de diálogo antiguos > Líneas).
- En la ventana **Line Charts** (Gráficos de líneas), seleccionar:
 - **Drop-line** (para líneas verticales desde la media hasta los límites del intervalo de confianza).
 - **Values of individual cases** (Valores individuales de los casos).

- **Presionar Define** (Definir).

- En la ventana de definición del gráfico:

- En la sección **Points Represent** (Los puntos representan), seleccionar las columnas correspondientes a la medida de asociación —en este caso, un RR— y a los límites del intervalo de confianza (identificados por el ícono de regla que representa variables numéricas continuas).
- En la sección **Category Labels** (Etiquetas de categorías), seleccionar la variable que contiene los nombres de los factores (identificada con el ícono de variable categórica).
- Presionar **OK** (Aceptar) para generar el gráfico.

Paso 1: Preparación del conjunto de datos

Variable	RR	II	IS
Índice N/L > 7.4	6.54	2.36	18.06
APACHE II	1.16	1.08	1.25
VPM	1.69	1.23	2.34
IMC	1.06	.99	1.13

Selección del gráfico Drop-line (Líneas verticales)

Ventana de definición del gráfico

Gráficos de líneas

Simple
Múltiple
Líneas verticales

Los datos del gráfico son

☐ Resúmenes para grupos de casos
☐ Resúmenes para distintas variables
☒ Valores individuales de los casos

Definir líneas verticales: Valores de los casos individuales

Los puntos representan: RR, II, IS

Etiquetas de categorías: ☐ Número del caso, ☒ Variable

Panel mediante: Filas, Columnas

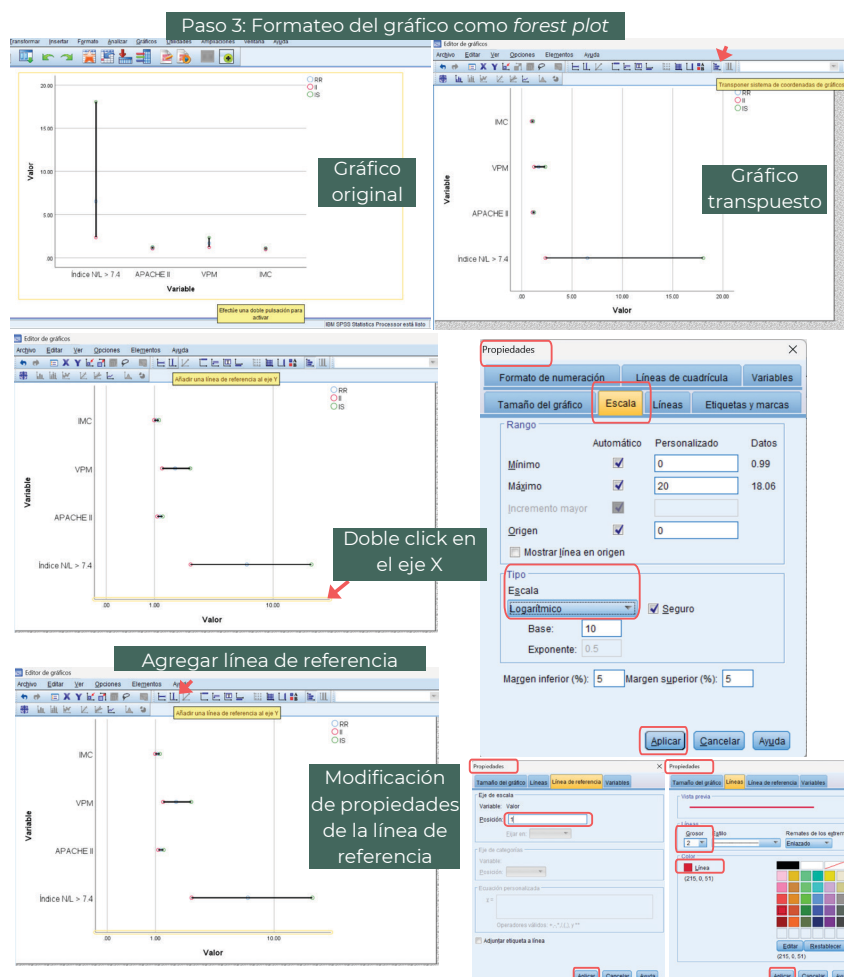
Pantalla: Usar las especificaciones gráficas de: Archivo

Aceptar Pegar Restablecer Cancelar Ayuda

Paso 2: Creación del gráfico de líneas tipo *forest plot*

Paso 3: Formateo del gráfico como forest plot (anexo 2)

- Una vez creado el gráfico, abrir el editor de gráficos mediante el menú superior **Edit > Edit...** (**Editar > Editar contenido...**) para acceder al **Chart Editor (Editor de gráficos)**, o bien hacer doble clic sobre el gráfico.
- En el menú del **Chart Editor (Editor de gráficos)**, seleccionar la opción:
 - Transpose chart coordinate system (Transponer el sistema de coordenadas del gráfico)** para invertir los ejes y rotar el gráfico a la orientación horizontal típica del forest plot.
- Modificar la escala del eje horizontal (donde se representan las medidas de efecto):
 - Hacer doble clic sobre el eje **X** para abrir la ventana **Properties (Propiedades)**.
- En la pestaña **Scale (Escala)**, en la sección **Type (Tipo)**, seleccionar **Logarithmic (Logarítmico)**.
- Presionar **Apply (Aplicar)** para que los intervalos se representen de forma proporcional.
- Añadir la línea de referencia correspondiente al valor de no efecto ($OR = 1$):
 - En el menú del **Chart Editor (Editor de gráficos)**, seleccionar **Add a reference line to the Y axis (Añadir una línea de referencia al eje Y)**.
- En **Properties (Propiedades)**, pestaña **Reference Line (Línea de referencia)**:
 - En **Scale Axis (Eje de escala)**, establecer la Position en 1.
 - En la pestaña **Lines (Líneas)**, aumentar el grosor (**Weight = 2**) y cambiar el color (por ejemplo, rojo).
 - Aplicar los cambios.



Personalizar los puntos y las líneas (anexo 3):

- Seleccionar los marcadores del gráfico y, en **Propiedades (Propiedades)**, definir un **símbolo cuadrado** para la estimación puntual (RR), con **líneas verticales** que indiquen los límites superior e inferior del intervalo de confianza al 95 %, y **aplicar los cambios correspondientes**.

A partir de la versión 28 de SPSS, IBM introdujo un menú de metaanálisis que permite generar forest plots directamente desde la interfaz de gráficos, tanto para resultados continuos como dicotómicos. No obstante, este módulo no está incluido en todas las licencias estándar; aunque las versiones recientes facilitan la creación automática de estos diagramas, su disponibilidad efectiva depende de que la institución o el usuario cuenten con la licencia del módulo correspondiente.²⁷

Consideraciones finales

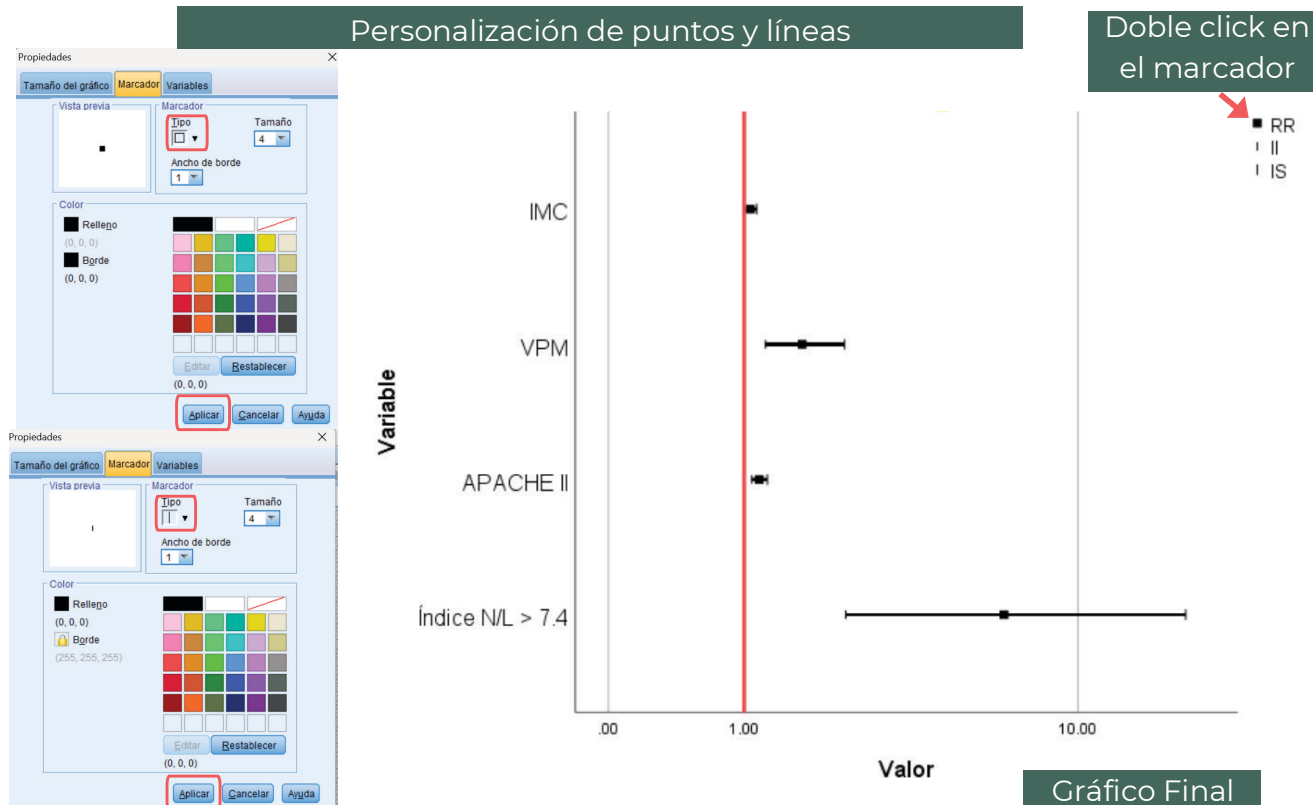
Desde su introducción en la década de 1970, el *forest plot* se ha consolidado como una herramienta fundamental

en la investigación clínica y epidemiológica, al permitir la representación clara y sintética de medidas de efecto tanto en estudios individuales como en metaanálisis. El conocimiento de la anatomía del *forest plot* -incluidos componentes como la línea de efecto nulo, los intervalos de confianza y la representación del peso de cada estimación- es esencial para construir gráficos que reflejen correctamente los resultados estadísticos y faciliten su interpretación.

Más allá de los metaanálisis, los *forest plots* permiten visualizar asociaciones entre variables dentro de estudios individuales, lo que destaca su aplicabilidad en la evaluación de factores de riesgo o de protección, así como en la comparación de resultados cuantitativos.

Dominar su construcción, por ejemplo, mediante el uso de SPSS, contribuye a mejorar la calidad de la presentación de resultados y de la comunicación científica.

Declaración de conflicto de interés: los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno que tuviera relación con este artículo.



Referencias

- Lewis S. Forest plots: trying to see the wood and the trees. *BMJ* 2001;322(7300):1479-80. doi: 10.1136/bmj.322.7300.1479
- Miquel Porta. A DICTIONARY OF EPIDEMIOLOGY. Sixth Edition. New York: Oxford University Press; 2014.
- Rivas-Ruiz R, Castelán-Martínez OD, Pérez-Rodríguez M, et al. Investigación clínica XXIII. Del juicio clínico a los metaanálisis. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc* 2014;52(5):558-65.
- Rivas-Ruiz R, Silva-Jivaja KM, Galicia-Solórzano JL, et al. Pertinencia de los modelos multivariantes en medicina de urgencias. *REIE* 2021;3(2):6574. doi: 10.24875/REIE.21000048.
- Freiman JA, Chalmers TC, Smith H, et al. The Importance of Beta, the Type II Error and Sample Size in the Design and Interpretation of the Randomized Control Trial: Survey of 71 Negative Trials. *N Engl J Me* 1978;299(13):690-4. doi: 10.1056/NEJM197809282991304.
- Wang W, Lu S, Xie T. Optimal confidence intervals for the relative risk and odds ratio. *Statistics in Medicine* 2023;42(3):281-96. doi: 10.1002/sim.9617.
- Sharma PK, Yadav M. Confidence Interval: Advantages, Disadvantages and the Dilemma of Interpretation. *RRCT* 2024; 19(1):76-80. doi: 10.2174/0115748871266250231120043345.
- Sarkar S, Baidya DK. Meta-analysis - interpretation of forest plots: A wood for the trees. *Indian Journal of Anaesthesia* 2025; 69(1):147-52. doi: 10.4103/ija.ija_1155_24.
- Kandany VN, Gómez Muñoz HM, Marte MI. Metanálisis, una revisión sistemática cuantitativa: conceptos básicos. *RAM* 2025;13(2):113-20. doi: 10.61222/2cj0by11
- Lewis J, Ellis S. A statistical appraisal of post-infarction beta-blocker trials. *Prim Cardiol* 1982;(suppl 1):31-7. doi: 10.1056/NEJM199207233270406.
- Antiplatelet Trialists' Collaboration. Secondary prevention of vascular disease by prolonged antiplatelet treatment. Antiplatelet Trialists' Collaboration. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1988; 296(6618):320-31.
- Ferreira-Hermosillo A, Roy-García I, Rivas-Ruiz R, et al. Progresión de talla y peso en niños y niñas entre 6 y 12 años y su diferencia con las tablas de Ramos Galván 40 años después. *GMM* 2020;156(2):3197. doi: 10.24875/GMM.19005463.
- Moreno-Noguez M, Rivas-Ruiz R, Roy-García IA, Pacheco-Rosas DO, et al. Risk factors associated with SARS-CoV-2 pneumonia in the pediatric population. *BMHIM* 2021;78(4): 5587. doi: 10.24875/BMHIM.20000263.
- Zhou X, Gong Y. Exploration in association between vitamin D, sleep quality, and osteoarthritis: A modeling study. *Medicine* 2024;103(40):e40021. doi: 10.1097/MD.00000000000040021.
- Chuang HY, Wu HM, Chien TW, et al. The use of the time-to-event index (Tevent) to compare the negative impact of COVID-19 on public health among continents/regions in 2020 and 2021: An observational study. *Medicine* 2022;101(49):e30249. doi: 10.1097/MD.00000000000030249.
- Yan YH, Chien TW. The use of forest plot to identify article similarity and differences in characteristics between journals using medical subject headings terms: A protocol for bibliometric study. *Medicine* 2021;100(6):e24610. doi: 10.1097/MD.00000000000024610.
- Boumans MMA, Aerts W, Pisani L, et al. Diagnostic accuracy of lung ultrasound in diagnosis of ARDS and identification of focal or non-focal ARDS subphenotypes: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2024;28(1):224. doi: 10.1186/s13054-024-04985-1.
- Su J, Tie X, Zhou R, Zou T, et al. Risk factors and a nomogram model for deep vein thrombosis in critically ill patients with sepsis: a retrospective analysis. *Sci Rep* 2025;15(1):16641. doi: 10.1038/s41598-025-01660-5.
- Foster GA, Goldsmith CH. Problems commonly associated with forest plots addressed using high resolution graphics in SAS®. En San Francisco, CA: SAS Institute Inc. (Cary, NC); 2006. p. 139-131. Disponible en: <https://support.sas.com/resources/papers/proceedings/proceedings/sugi31/139-31.pdf>
- Villegas-Quintero VE, Rivas-Ruiz R, García-Rivero AA, et al. Eficacia y seguridad de la atorvastatina en eventos cardiovasculares mayores: metaanálisis [Efficacy and safety of atorvastatin in major cardiovascular events: Meta-analysis]. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc* 2023;61(Suppl 3):S407-S415. doi: 10.5281/zenodo.8319748.
- Nabzo S, Fau C. Metaanálisis: bases conceptuales, análisis e interpretación estadística. *Revista Mexicana de Oftalmología* 2020;94(6S):260-73. doi: 10.24875/RMO.M20000134.
- Higgins JPT, Deeks JJ. Chapter 10: Analysing data and undertaking meta-analyses. En: *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* Version 64 (updated August 2023) [Internet]. Cochrane; 2023. Disponible en: <https://www.cochrane.org/authors/handbooks-and-manuals/handbook/current/chapter-10>
- Cordero CP, Dans AL. Key concepts in clinical epidemiology: detecting and dealing with heterogeneity in meta-analyses. *Journal of Clinical Epidemiology* 2021;130:149-51. doi: 10.1016/j.jclinepi.2020.09.045.
- Wasserstein RL, Schirm AL, Lazar NA. Moving to a world beyond "p < 0.05." *Am Stat* 2019;73(Suppl 1):1-19. doi: 10.1080/00031305.2019.1583913.
- Migliavaca CB, Stein C, Colpani V, et al. Meta-analysis of prevalence: I² statistic and how to deal with heterogeneity. *Research Synthesis Methods* 2022;13(3):363-7. doi: 10.1002/jrsm.1547.
- Andrade C. Understanding the Basics of Meta-Analysis and How to Read a Forest Plot: As Simple as It Gets. *J Clin Psychiatry* 2020;81(5):20f13698. doi: 10.4088/JCP.20f13698.
- Carazo-Díaz C, Prieto-Valiente L. Diferencia de Riesgos, Riesgo Relativo y Odds Ratio [Key Measures in Epidemiology: Risk Difference, Relative Risk and Odds Ratio]. *Rev Neurol* 2025;80(2):33481. doi: 10.31083/RN33481.
- Sen S, Yildirim I. A tutorial on how to conduct meta-analysis with IBM SPSS Statistics. *Psych* 2022;4(4):640-667. doi: 10.3390/psych4040049.