

## Algoritmos en el manejo de muestras y variables en bioestadística

### Algorithms in the handling of samples and variables in biostatistics



Jesús Romero Madero<sup>1\*</sup>, Elio León López<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Especialista de II grado en Gastroenterología. Profesor Asistente. Máster en ciencias. Facultad de Ciencias Médicas de Artemisa. Hospital General Docente Iván Portuondo. San Antonio de los Baños. Artemisa-Cuba.

<sup>2</sup>Profesor Asistente. Máster en ciencias. Facultad de Ciencias Médicas de Artemisa. Hospital General Docente Iván Portuondo. San Antonio de los Baños. Artemisa-Cuba.

Recibido: 10/09/18 | Revisado: 24/11/18 | Aceptado: 06/12/18 | Online: 20/12/18

\*Correspondencia: (J. Romero Madero). Correo electrónico: [jromero@infomed.sld.cu](mailto:jromero@infomed.sld.cu)



Citar como: Romero J, León E. Algoritmos en el manejo de muestras y variables en bioestadística. 16 de Abril. 2018;57(269):177-194.

### Resumen

El conocimiento básico de los conceptos y principios de la Bioestadística junto al empleo de algoritmos útiles para el procesamiento de la información es clave. Se pretendió exponer una propuesta algorítmica actualizada que fuera elaborada para el manejo de muestras y variables en diferentes diseños de estudios. Previa revisión de las propuestas algorítmicas empleadas en la inferencia estadística con diferentes objetivos en la literatura para este tema; se elaboró una propuesta de guía práctica algorítmica esquematizada, para el manejo de muestras y variables; así como, algunos esquemas algoritmos y tablas resumen derivados de la misma que incluyeron algunas de las opciones de técnicas bioestadísticas para los respectivos contrastes de hipótesis estadísticas. Los recursos algoritmos elaborados y expuestos pueden constituir una herramienta alternativa a las presentaciones algorítmicas existentes en la literatura médica para la orientación del investigador joven en la inferencia estadística.

**Palabras clave:** algoritmo, contraste de hipótesis, inferencia estadística

### Abstract

The basic knowledge of the concepts and principles of the Biostatistics next to the employment of useful algorithms for the prosecution of the information are key. It was sought to already expose an up-to-date algorithmic proposal that was elaborated for the handling of samples and variables in different designs of studies. Previous revision of the proposals algorithmic employees in the statistical Inference with different objectives in the literature for this topic; guide's schematized algorithmic practice proposal was elaborated, for the handling of samples and variables; as well as, some outlines algorithms and charts summarize derived of the same one that they included some of the options of technical biostatistics for the respective contrasts of statistical hypothesis. The resources elaborated algorithms and exposed they can constitute an alternative tool to the existent algorithmic presentations in the medical literature for the young investigator's orientation in the statistical inference.

**Keywords:** algorithm, contrast of hypothesis, statistical inference

## Introducción

El desarrollo y nivel de aplicación de la Bioestadística en el campo de la investigación en todas las ciencias en general y sobre todo en las ciencias de la Salud, ha experimentado en los últimos años un incremento considerable<sup>1-3</sup>. El conocimiento básico de los conceptos y principios de la Bioestadística por parte del estudiante universitario o investigador joven es clave a la hora de realizar el diseño de futuras investigaciones; partiendo de los elementos indispensables de la Bioestadística para la descripción y análisis de los datos a recoger de las variables en las muestras de estudio del fenómeno observado<sup>4</sup>; lo cual debe derivar en la obtención de los resultados que deberán ser evaluados mediante opciones de técnicas bioestadísticas respecto a su significación y de dichos resultados podrán derivarse conclusiones que respondan a los objetivos trazados en cada diseño de estudio y ello contribuir a dar respuesta al problema de investigación; siempre teniendo en cuenta la premisa de que dichos resultados puedan ser extrapolados a las poblaciones de las que fueron tomadas las medidas muestrales experimentales<sup>5</sup>.

Para el eficaz procesamiento estadístico de los datos correspondientes a la información recogida en los distintos tipos de diseños de estudio (descriptivos o analíticos observacionales y/o experimentales), al menos es necesario apoyarse en tres pilares principales, como son:

1. Conocer los principios y aspectos básicos de los contenidos de la Bioestadística, sobre todo los relacionados con los estadígrafos a emplear para las opciones de las técnicas del procesamiento bioestadístico en el manejo algorítmico de muestras y variables y viceversa empleando el contraste de hipótesis estadísticas.
2. Conformar las bases de datos que permitan recoger, organizar y contener toda la información necesaria para poder cumplir los objetivos investigativos trazados, haciendo hincapié en su correspondencia con las necesidades aportadas por la operacionalización de las variables a utilizar en las muestras de estudio.

3. Aplicar las distintas herramientas u opciones de técnicas bioestadísticas contenidas en los paquetes estadísticos, para el trabajo con las bases de datos conformadas para cada problema de investigación específico y poder interpretar la salida de los resultados que los mismos brindan.

Es oportuno señalar que para tener éxito en la obtención e interpretación consecuente de los resultados que pueden brindar las distintas, modernas y potentes herramientas contenidas en los diversos paquetes estadísticos para el análisis estadístico de la información, se hace necesario en primer lugar, el dominio exquisito de los principios y toda la base teórica conceptual de la Bioestadística por parte del investigador, sobre la que se levantan dichos instrumentos que ponen a su servicio los profesionales que se dedican a la programación de estos sistemas automatizados de la información<sup>6</sup>.

Un momento especial, como parte del procesamiento estadístico de la información recogida en los variados diseños de estudios, es la evaluación estadística de los resultados obtenidos por medio de la determinación de la significación estadística para los mismos, empleando los respectivos contrastes de hipótesis estadísticas, para lo cual coexisten en el momento actual (con sus respectivas ventajas y desventajas) dos tipos de enfoques principales, paradigmas o modelos: el Frecuentista o Clásico (que fue el primero en aparecer y el más ampliamente empleado) y el Bayesiano (más moderno)<sup>3,5</sup>.

Por medio del modelo Frecuentista, se realiza un contraste de hipótesis estadísticas: de nulidad y alternativa, auxiliándonos del análisis de los parámetros poblacionales estimados a partir de las muestras, los cuales son combinados en formulaciones matemáticas (para el caso específico en cuestión) que constituyen o devienen en los estadísticos de prueba o de contraste experimentales u observados-calculados. Cada valor de dicho estadístico de prueba o de contraste observado-calculado (que representa a un valor percentil específico o desviación en el eje x de un sistema de coordenadas cartesianas: x, y, para el cual se corresponde un valor de probabilidad en el eje y) es comparado con el respectivo valor teórico-esperado a nivel poblacional para el mismo, según el

nivel de confianza previamente seleccionado por el investigador para el resultado a obtener. La combinación de los diferentes valores teóricos-esperados del estadístico de prueba o contraste con su respectivo valor de probabilidad estimado a nivel poblacional, forman una secuencia de pares ordenados que describen gráficamente una curva que constituye la distribución teórica-esperada de probabilidades para cada estadístico de prueba esperado-teórico en la población; lo cual se emplea de referencia en el momento de la comparación del valor experimental, observado-calculado de dicho estadístico para evaluar la significación estadística del resultado obtenido mediante el valor de probabilidad estimado de cumplirse la hipótesis nula para los datos observados en la muestra (p-valor o valor p) y ello conllevar a una toma de decisión respecto al rechazo o no de la hipótesis de nulidad y la consiguiente aceptación de la hipótesis alternativa o no respectivamente<sup>7</sup>.

El modelo Bayesiano también emplea el contraste de hipótesis estadísticas; pero toma en cuenta de forma directa la información histórica previa en su análisis de ciertos parámetros estimados involucrados en el procesamiento de la información (a diferencia del Frecuentista), establece las probabilidades *a priori* para los mismos y las combina con la verosimilitud estimada de dichos parámetros estimados a partir de los datos en las muestras estudiadas y como resultado de dicho procesamiento, estima las probabilidades *a posteriori* para cada valor de dichos parámetros y se expresan sus valores mediante intervalos de probabilidades; constituyendo un enfoque más cercano a la labor cotidiana del médico-investigador<sup>8</sup>.

Cabe señalar que la evaluación de la significación de los resultados como parte de la inferencia estadística, es imprescindible con vistas a determinar el verdadero valor, peso, dimensión, cuantía o en fin, hasta donde puede ser “confiable” un determinado resultado o efecto, probabilísticamente hablando e intentar lograr una homogeneidad de criterios en la interpretación de los resultados por parte de los investigadores, lo que

equivale a tratar de “hablar un lenguaje común” los mismos<sup>9</sup>.

El manejo de muestras y variables (según su número y tipo respectivamente) y su relación directa con las diferentes herramientas u opciones de técnicas bioestadísticas a emplear en los diferentes tipos de contrastes de hipótesis estadísticas mediante pruebas paramétricas (las cuales emplean parámetros poblacionales estimados de los muestrales) y las no paramétricas (que no emplean parámetros poblacionales estimados), está en el epicentro de la inferencia estadística y la elaboración de un instrumento didáctico que logre articular los elementos básicos involucrados en ello, puede constituir una metodología a seguir que permita la orientación de los investigadores jóvenes en el procesamiento estadístico de la información en los tipos de diseños de estudio más frecuentemente empleados<sup>10,11</sup>. La necesidad de elaborar propuestas de métodos sencillos, simplificados y prácticos en forma algorítmica, que pueda facilitar la orientación y la toma de decisión para el eficaz procesamiento estadístico de la información, tratando de abarcar las situaciones investigativas más frecuentemente abordadas en los diferentes diseños de estudio, desde la perspectiva que tome como punto de partida el manejo de muestras y variables en la Inferencia estadística, de consulta con las que puedan existir, constituye la motivación de este trabajo.

## Objetivos

- Elaborar una propuesta de guía práctica algorítmica actualizada para el manejo de muestras y variables como parte del procesamiento estadístico de la información en la Inferencia estadística.
- Exponer algunos esquemas algoritmos y tablas resumen de algunas de las opciones de técnicas bioestadísticas para los respectivos contrastes de hipótesis estadísticas empleadas en el manejo de muestras y variables.

## Desarrollo

Se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica empleando los descriptores: contraste de hipótesis y método frecuentista pertenecientes al vocabulario estructurado y trilingüe. Se emplearon los Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS), con la estrategia de búsqueda: pruebas de significación AND método frecuentista AND método bayesiano, para los últimos 5 años. Además, se extrajeron los enfoques recogidos sobre esta temática en textos de autores de esta especialidad de gran experiencia. Se emplearon un total de 32 esquemas algorítmicos de consulta con expertos para esta temática, se confrontaron diferentes propuestas y algoritmos de diferentes

fuentes bibliográficas para el manejo de muestras y variables y viceversa.

Se seleccionaron y agruparon los 10 que mayormente reunían la información deseada y novedosa para nuestros objetivos de trabajo, con todo lo cual se elaboraron de forma propia por los autores de consulta con algunos expertos en estos temas, la propuesta de nuevos algoritmos y la modificación de algunos existentes referidos al manejo de muestras y variables en la inferencia estadística empleando las pruebas de hipótesis y sus opciones de técnicas bioestadísticas respectivas como las aportadas por sistemas de procesamiento estadístico epidemiológico, de gran aplicación en investigaciones médicas<sup>12</sup>.

Figura 1: Propuesta de una guía práctica general y algorítmica para el manejo de muestra/s y variable/s, siguiendo un modelo frecuentista en la Inferencia estadística:

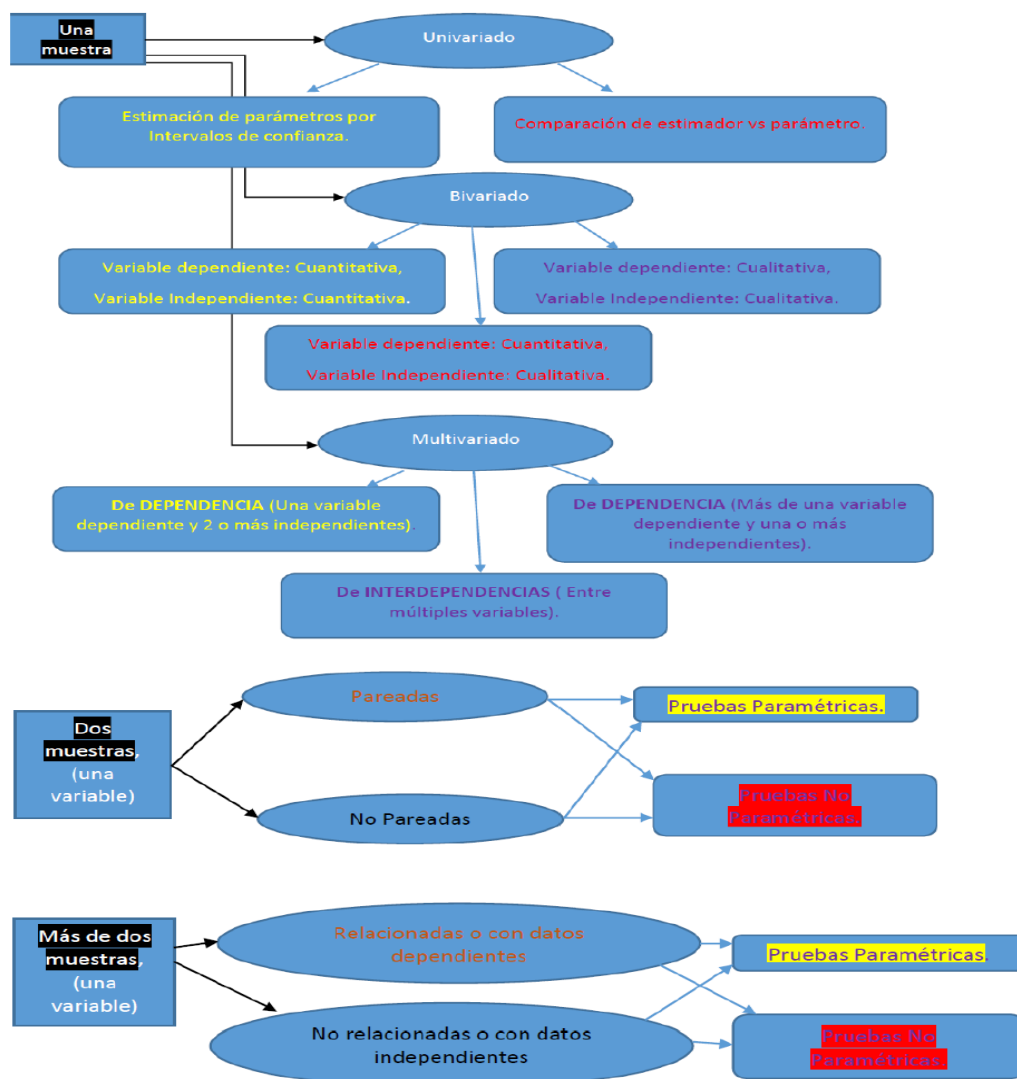
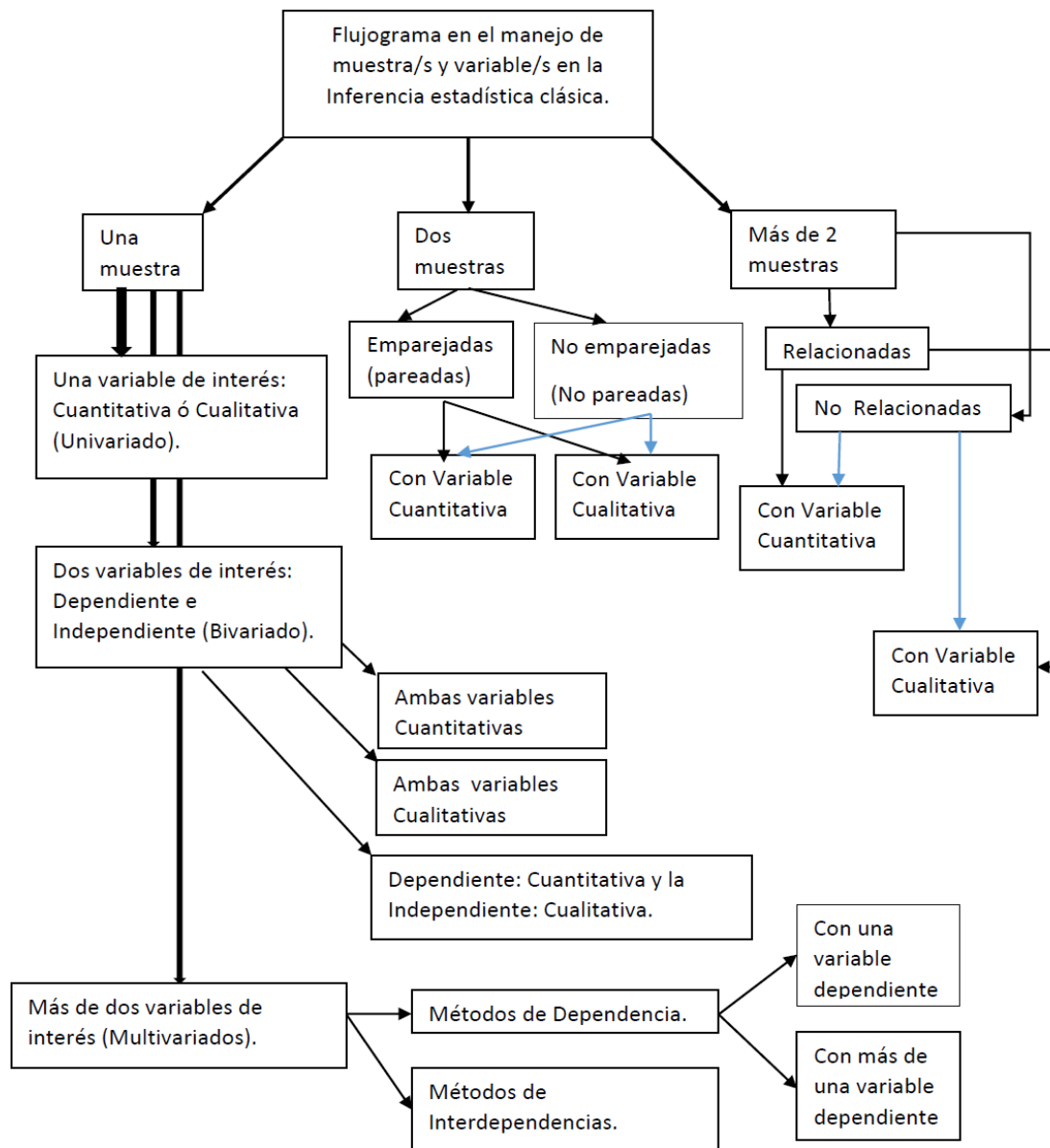


Figura 2: Flujograma a emplear para la Propuesta anterior del manejo de muestras y variables en la Inferencia estadística:



Fuente: Elaboración propia de los autores, de consulta con expertos en el tema.

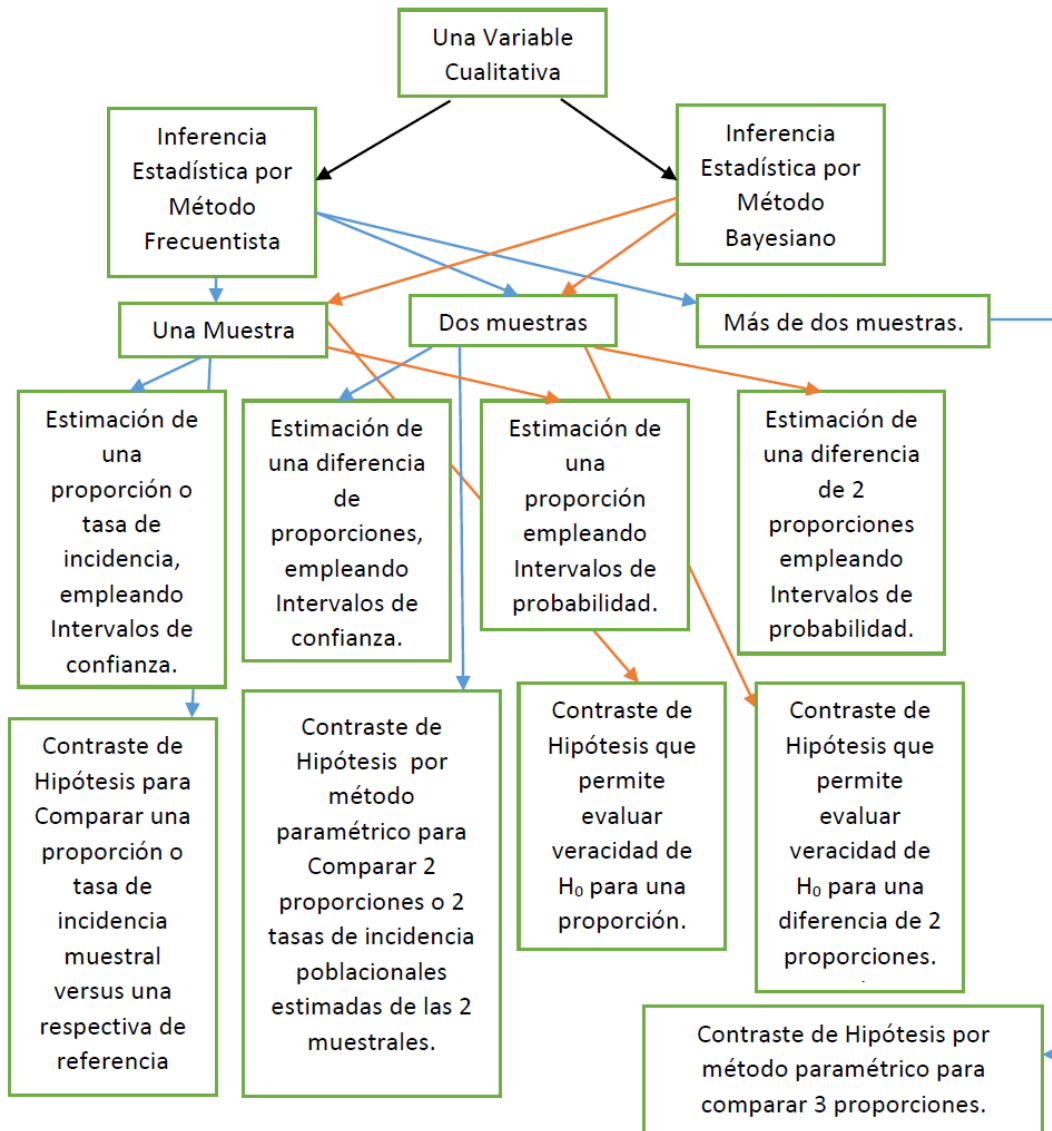
La propuesta de una guía práctica general y algorítmica esquematizada para el manejo de muestras y variables relacionándolo con algunos de los respectivos contrastes de hipótesis frecuentemente empleados y sus opciones de técnicas bioestadísticas siguiendo un enfoque Frecuentista, como parte de la inferencia estadística, se representa en la figura 1.

Una forma sintetizada de la propuesta anterior adoptando una estructura de flujograma aplicando el método Frecuentista, se presenta en la figura 2.

También se elaboró un diagrama algorítmico para las opciones a tener en cuenta en el procesamiento estadístico de los datos recogidos de una variable cualitativa y otra cuantitativa, según el número de muestras en las cuales estuvieran presente, a partir de la comparación del enfoque Frecuentista y el Bayesiano

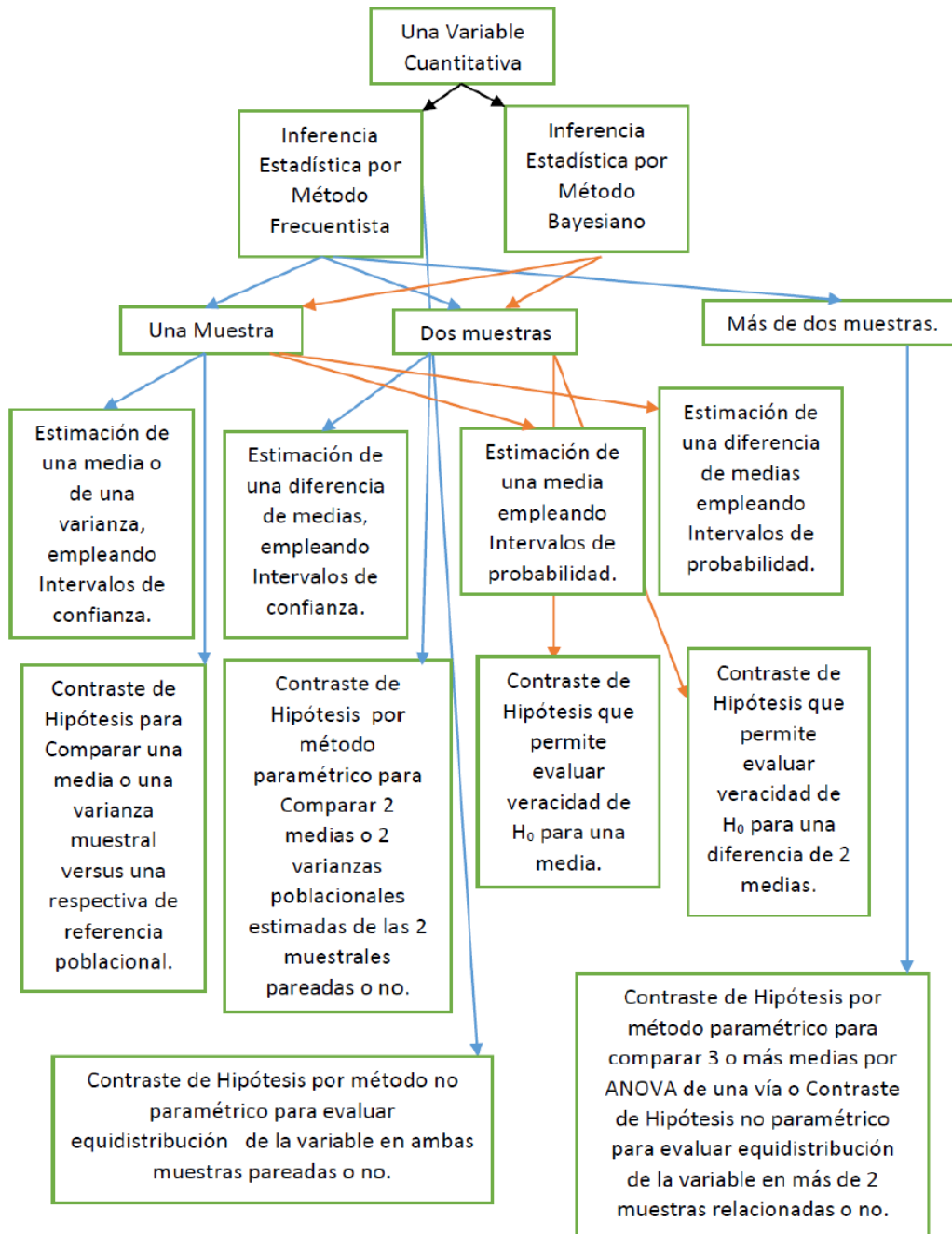
en la Inferencia estadística como se presenta en las figuras 3 y 4, respectivamente. A continuación en la figuras 5 y 6, se presentan algunos algoritmos derivados de la propuesta general realizada al inicio, al emplear 2 variables (métodos bivariados) o más de 2 variables (métodos multivariados) en una muestra.

Figura 3: Diagrama algorítmico para las opciones en el procesamiento estadístico de una variable cualitativa (no métrica), según el número de muestras, a partir de la comparación del enfoque Frecuentista y el Bayesiano:



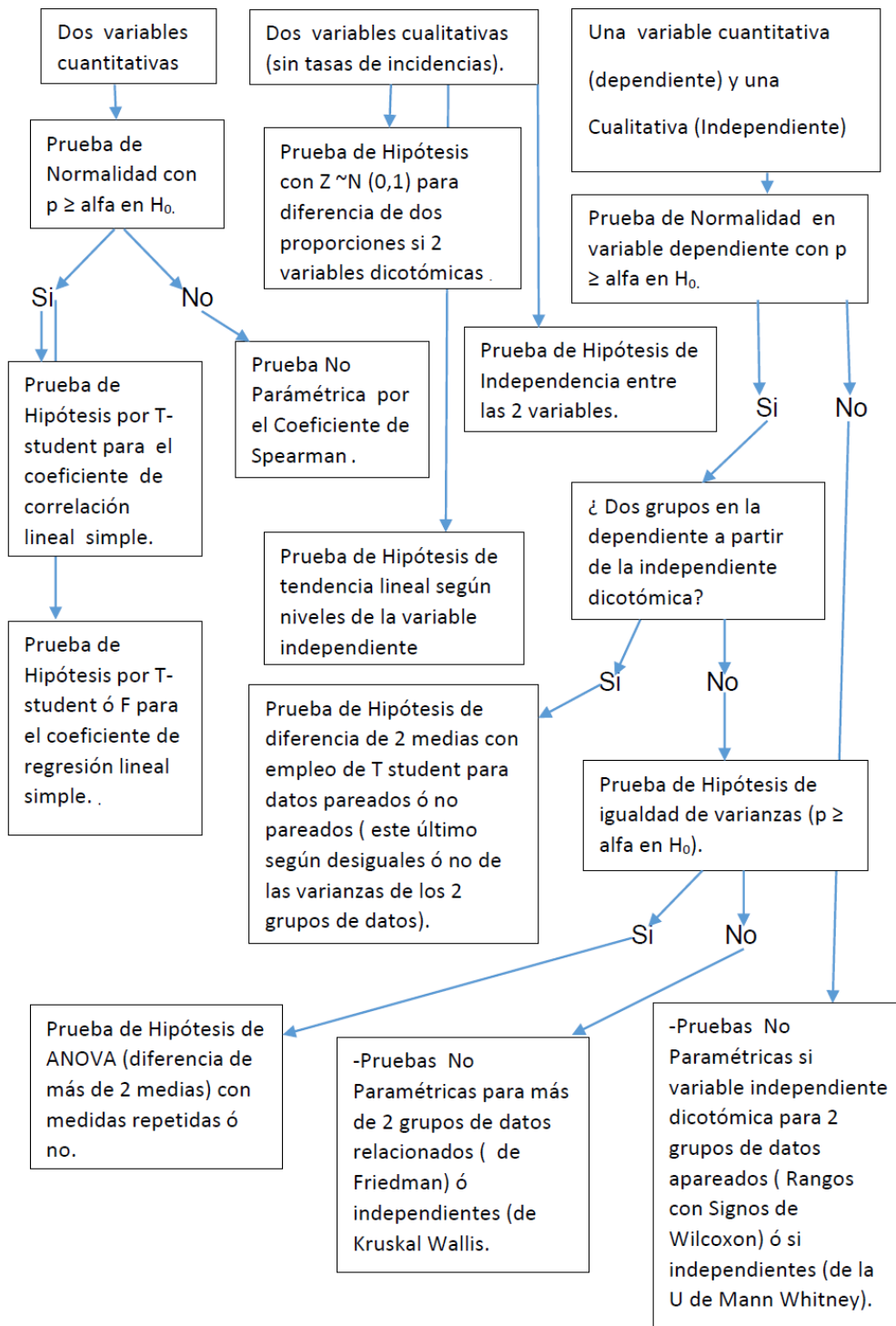
Fuente: Elaboración propia de los autores, de consulta con expertos en el tema.

Figura 4: Diagrama algorítmico para las opciones en el procesamiento estadístico de una variable cuantitativa (métrica), según el número de muestras, a partir de la comparación del enfoque Frecuentista y el Bayesiano:



Fuente: Elaboración propia de los autores, de consulta con expertos en el tema.

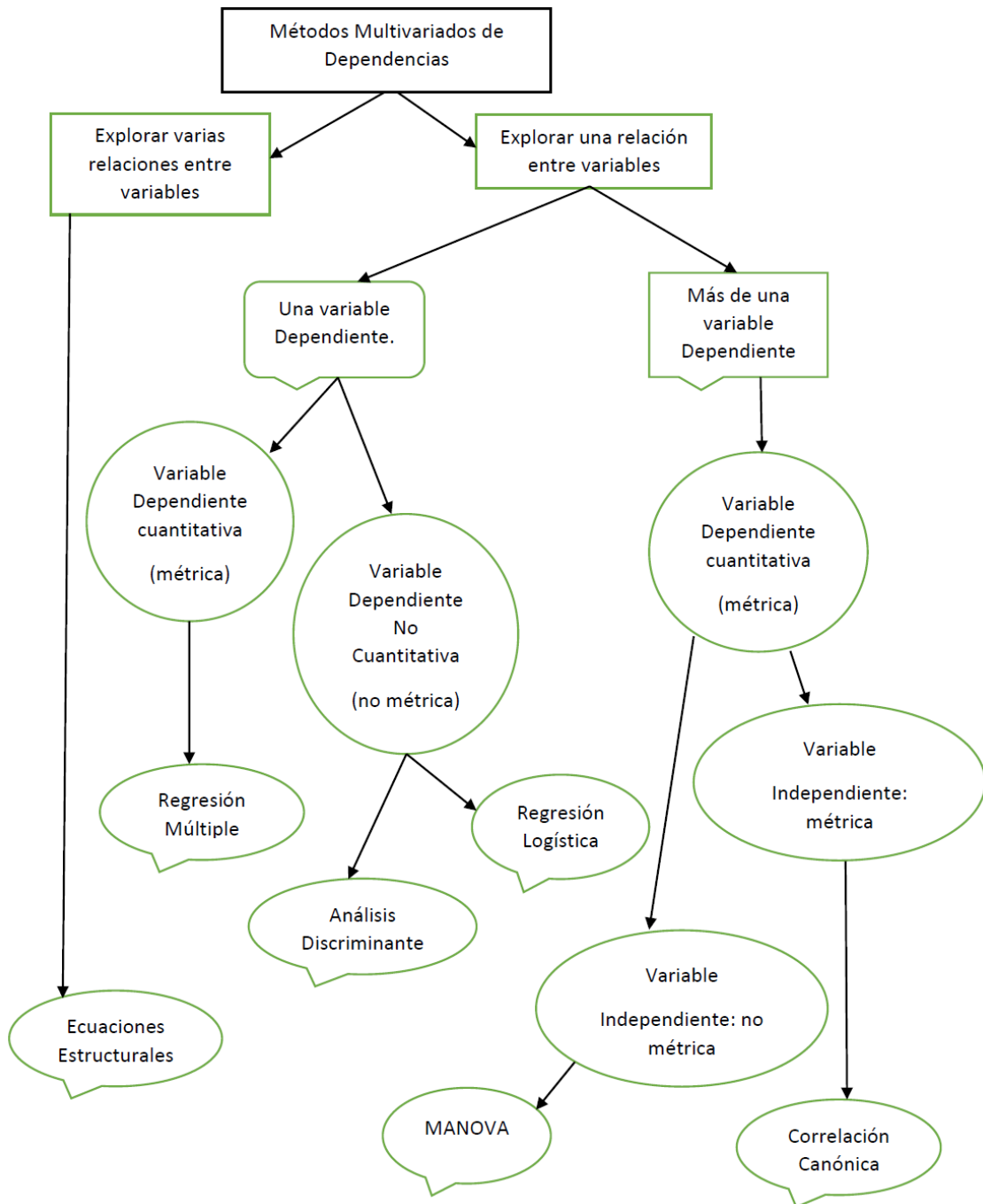
Figura 5: Algoritmo a emplear en el manejo de 2 variables en una muestra, con el empleo de pruebas de significación.



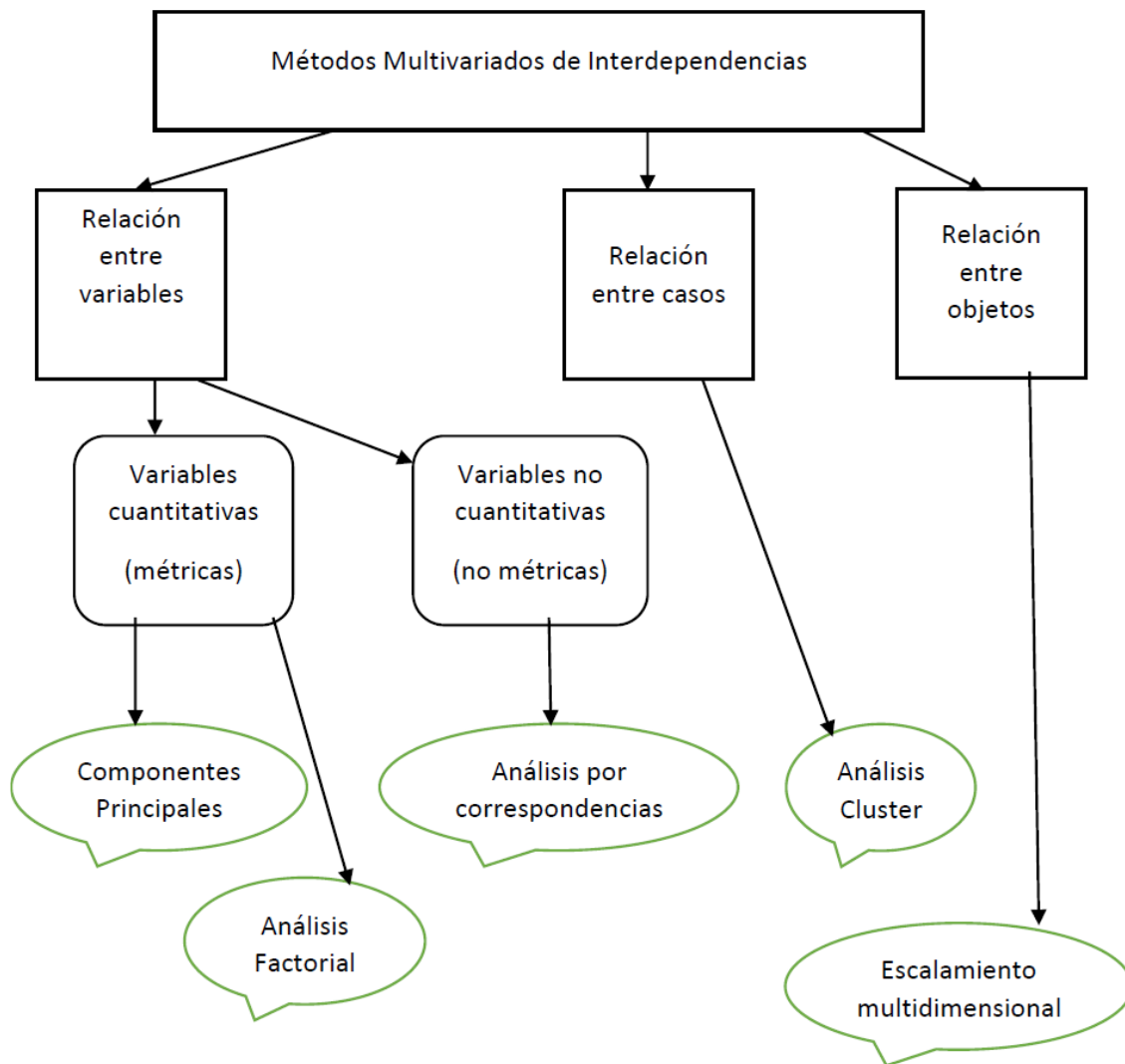
Fuente: Elaboración propia de los autores, de consulta con expertos en el tema.



Figura 6: Algoritmo a emplear para más de 2 variables en una muestra (selección de métodos ó técnicas multivariantes):

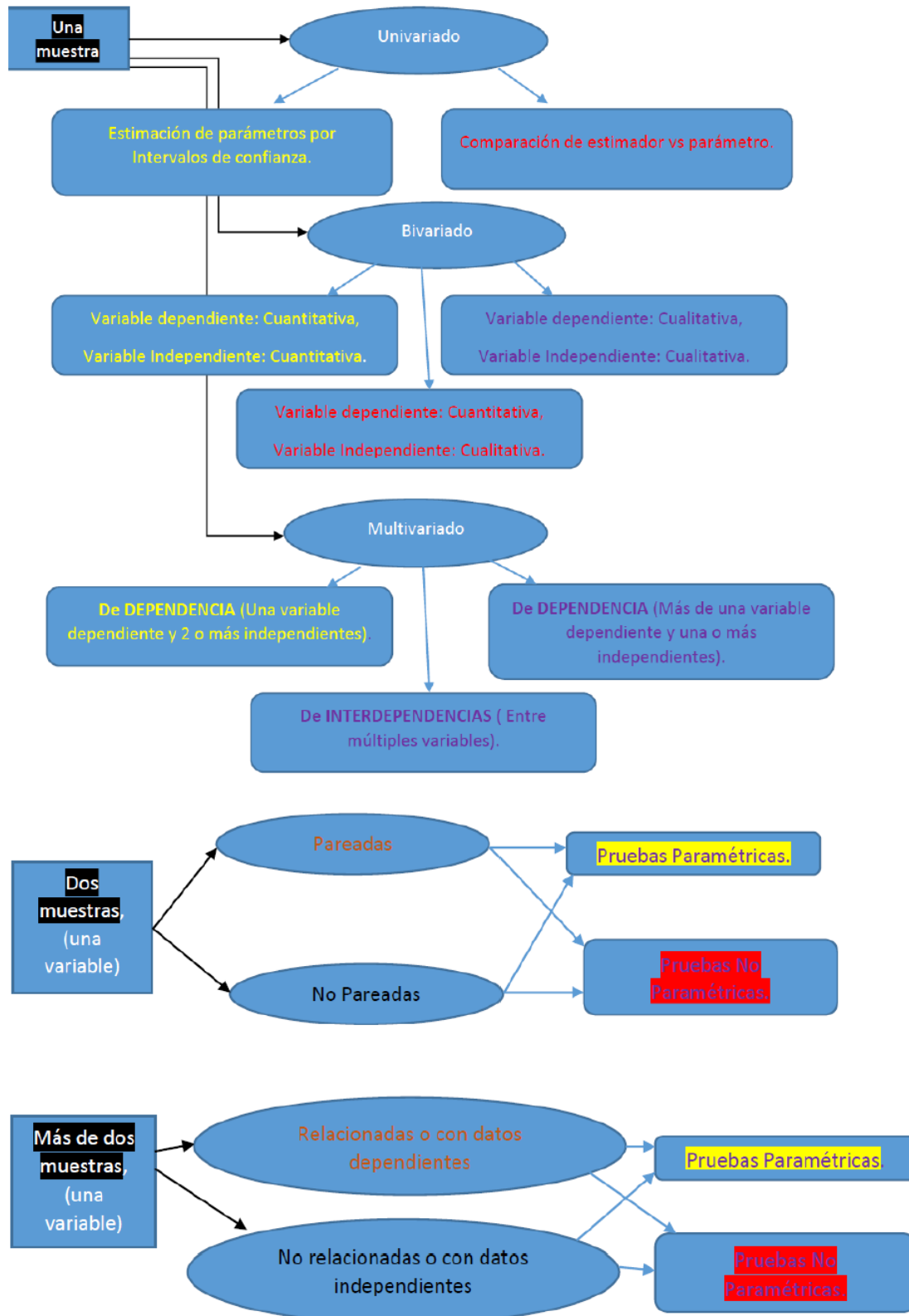


Continuación de la figura 6, para los métodos multivariantes:

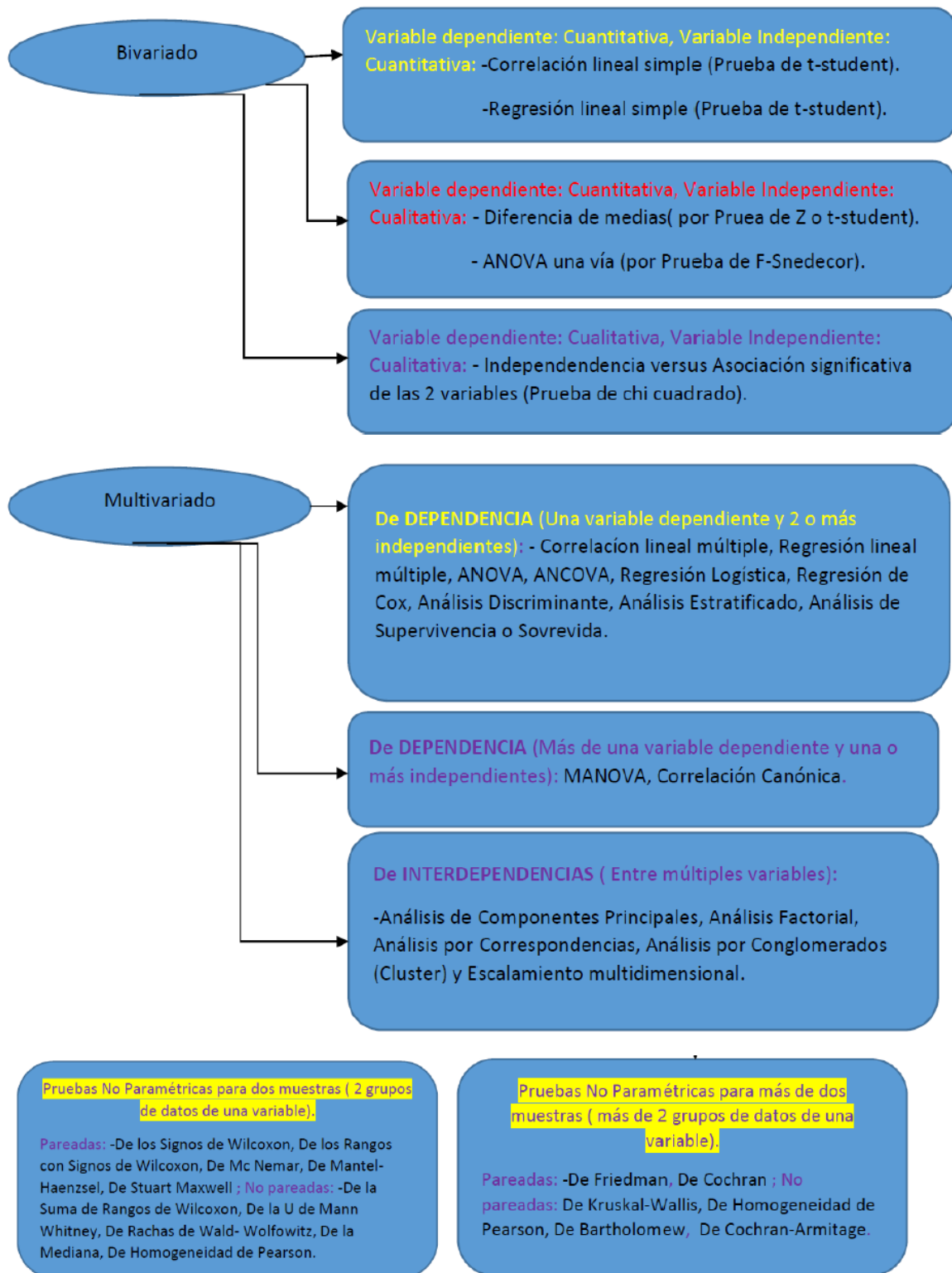


Fuente: Elaboración propia de los autores, de consulta con expertos en el tema.

Figura 1: Propuesta de una guía práctica general y algorítmica para el manejo de muestra/s y variable/s, siguiendo un modelo frecuentista en la Inferencia estadística:



Continuación de la figura 1,



Fuente: Elaboración propia de los autores, de consulta con expertos en el tema.

En la **tabla 1** se presenta un resumen referido a la combinación de los distintos tipos de variables en los respectivos tipos de métodos multivariados a emplear.

**Tabla 1.** Resumen de los principales aspectos referidos a los distintos tipos de métodos multivariados.

<b>Tipo de relación entre las más de 2 variables.</b>	<b>Tipo de método</b>	<b>Tipo de variable Dependiente/s</b>	<b>Tipo de variable Independiente/s</b>
De Dependencias con una variable Dependiente	-Correlación lineal múltiple. -Regresión lineal múltiple. - ANOVA. - ANCOVA.  - Análisis Discriminante. - Análisis Estratificado. (no dependiente del tiempo) - Análisis de Sobrevida o Supervivencia. (dependiente del tiempo) - Regresión Logística. (no dependiente del tiempo)  -Regresión de Cox. (dependiente del tiempo)	- Cuantitativa.  - Cualitativa.  - Cuantitativa. - Cuantitativa.  - Cualitativa.  - Cualitativa.  - Cualitativa (en relación al tiempo).  - Cualitativa expresada en forma de OR (Razón de Odds para el evento).  -Cualitativa expresada como HR o Hazard Ratio).	- Cuantitativas  - Cuantitativas  - Cualitativas. - Cualitativas y Cuantitativa.  - Cuantitativas.  - Cualitativas.    - Cualitativas.    - Cuantitativas y/o Cualitativas (transformadas a variables dummy).  - Cuantitativas y/o Cualitativas (transformadas a variables dummy).

Continuación de la [tabla 1](#),

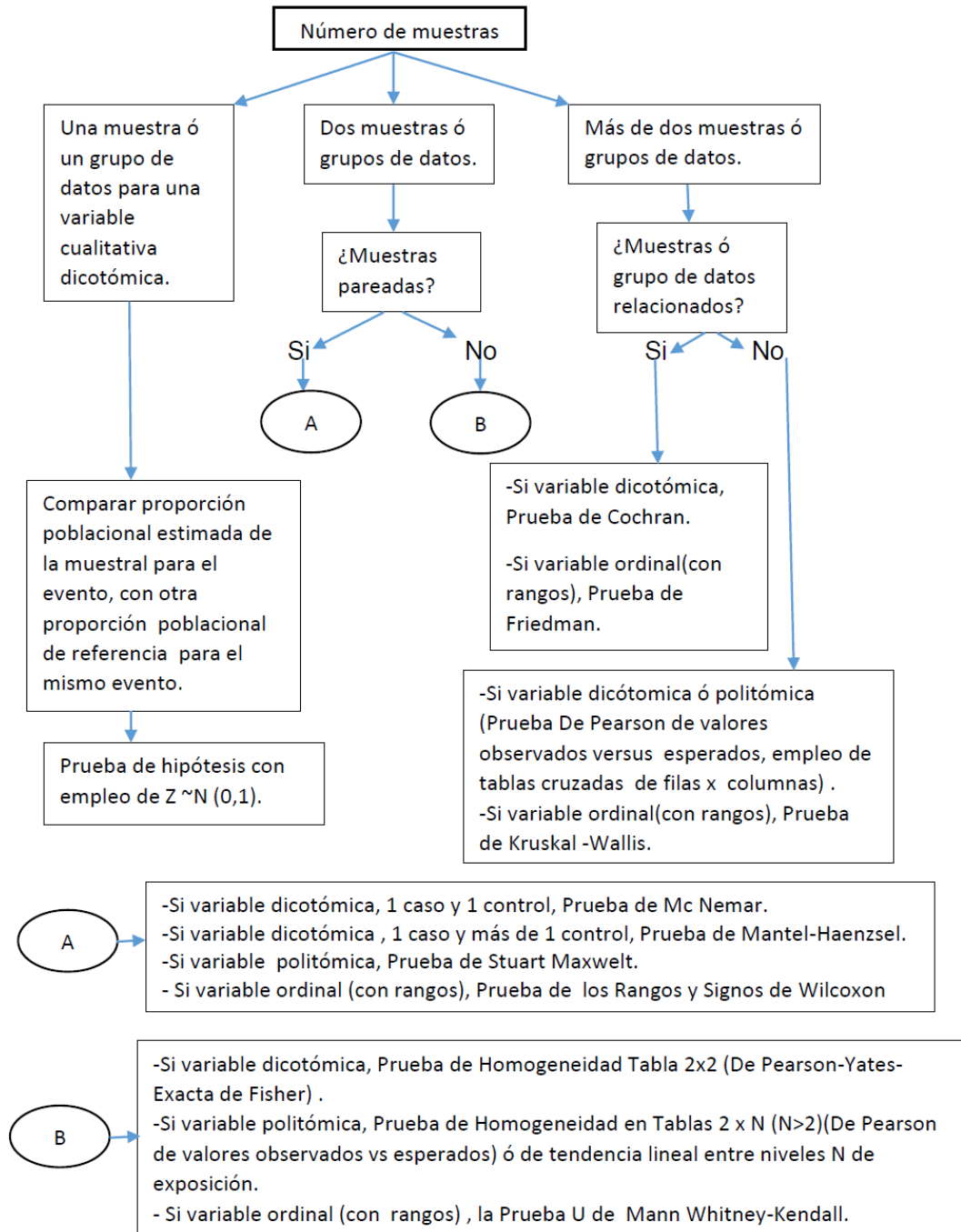
De Dependencias con más de una variable Dependiente	- MANOVA.  - Correlación canónica.	-Cualitativas  -Cuantitativas	-Cuantitativa/s.  -Cuantitativas.
De Interdependencias de variables	- Componentes Principales.	Objetivo: Reducción de datos, identificando combinaciones lineales de variables cuantitativas (componentes).	
	- Análisis Factorial.	Objetivo: Reducción de datos, identificando variables resumen (factores) a partir de correlaciones de variables cuantitativas.	
	- Análisis de Correspondencias.	Objetivo: Identificar variables latentes o dimensiones a partir de la relación entre variables nominales(categóricas) para formar nuevas categorías en las variables.	
	- Analisis de Conglomerados (Cluster Analysis)	Objetivo: Identificar y clasificar grupos homogéneos de sujetos u objetos empleando variables cuantitativas y cualitativas .	
	Escalamiento Multidimensional.	Objetivo: Identificar relaciones entre objetos por medio de proximidades en sus dimensiones empleando variables cuantitativas y cualitativas.	

**Fuente:** Elaboración propia de los autores, de consulta con expertos en el tema.

En el caso de tratarse de diseños de estudio con una muestra o más, ya sean relacionadas o no y se emplea alguna variable cuantitativa o cualitativa en las mismas, se realizan contrastes de hipótesis respectivos con el empleo de pruebas paramétricas y no paramétricas para determinar la homogeneidad en los comportamientos en las muestras para los parámetros

estimados de las variables, de lo cual derivan algoritmos para el manejo de las muestras y variables como los que se proponen gráficamente en la [figura 7](#).

Figura 7: Algoritmo a emplear al determinar la Homogeneidad en la distribución de los datos entre los grupos o las muestras correspondientes para las distintas categorías, niveles u ordinalidad por rangos de los mismos, para diferentes tipos de variables:



Fuente: Elaboración propia de los autores, de consulta con expertos en el tema.

Así mismo, como producto de toda la revisión realizada y la consulta de expertos para la temática abordada, se realizó la construcción de tablas resúmenes (2 y 3) para aspectos muy frecuentemente empleados en los diseños de estudios que realizan los

investigadores jóvenes, y que a juicio de los autores, pueden ayudar en la orientación del manejo de muestras y variables, lo cual se encuentra en el centro de la inferencia estadística.

**Tabla 2.** Resumen de algunas opciones de técnicas bioestadísticas empleadas en el estudio comparativo de medias aritméticas, empleando algunos tipos de pruebas de significación.

	Comparación de 2 medias		Comparación de más de 2 medias	
	Prueba paramétrica	Prueba no paramétrica	Prueba paramétrica	Prueba no paramétrica
<b>Datos independientes</b> (no pareados ó no relacionados)  (tomados de forma transversal, en un momento del tiempo).	T-student para 2 grupos de datos independientes (según igual ó diferentes varianzas).	U de Mann-Whitney-Kendal.	ANOVA para medidas no repetidas.	De Kruskal – Wallis.
<b>Datos no independientes</b> (pareados ó relacionados)  (tomados de forma longitudinal, más de un momento del tiempo).	T-student para 2 grupos de datos pareados.	De los Rangos con signos de Wilcoxon.	ANOVA para medidas repetidas.	De Friedman.

**Fuente:** Elaboración propia de los autores, de consulta con expertos en el tema.

**Tabla 3.** Resumen de algunas opciones empleadas en el procesamiento estadístico, para el estudio de la homogeneidad en el comportamiento entre 2 ó más grupos de datos (muestras), empleando diferentes tipos de variables.

**Para 2 muestras pareadas, 2 grupos de datos no independientes (son pareados), (longitudinalmente, datos tomados en 2 momentos en el tiempo)**

**Tipo de variable en las 2 muestras**

**Prueba a realizar**

Nominal dicotómica	-De Mc Nemar si: 1 Caso x 1 Control, (No Paramétrica).
Nominal politómica.	-De Mantel-Haenzsel si: 1 Caso x más de 1 Control, (No Paramétrica)
Cuantitativa discreta (distribución libre con valores por rangos =Ordinal).	-De Stuart- Maxwell, (No Paramétrica).
Cuantitativa continua (distribución aproximada de la Normal).	-De la T-student pareada, (Paramétrica).

**Para más de 2 muestras pareadas, más de 2 grupos de datos no independientes (son relacionados) (longitudinalmente, datos tomados en más de 2 momentos en el tiempo)**

**Tipo de variable en las más de 2 muestras**

**Prueba a realizar**

Nominal dicotómica.	-De Cochran, (No Paramétrica).
Cuantitativa discreta (distribución libre con valores por rangos = Ordinal).	-De Friedman, (No Paramétrica).
Cuantitativa continua (distribución Normal).	-ANOVA (de una vía, para medidas repetidas), (Paramétrica).

**Para 2 muestras no pareadas, 2 grupos de datos independientes( transversalmente, datos tomados un solo momento en el tiempo)**

**Tipo de variable en las 2 muestras**

**Prueba a realizar**

-Nominal dicotómica.	-De Pearson, corregido de Yates, Prueba exacta de Fisher por tablas 2x2 simples, (No Paramétrica).
Nominal politómica.	-De Pearson por tablas de F x C (con F o C >2 ), (No Paramétrica).
	-De Tendencia lineal entre niveles por tablas 2 x N simple (con N = Niveles de exposición), (No Paramétrica).



Cuantitativa discreta (distribución libre por rangos = Ordinal).	De la U de Mann Whitney o De la Suma de Rangos de Wilcoxon (No paramétrica).
Cuantitativa continua (distribución aproximada de la Normal).	De la T-student no pareada, (Paramétrica).
<b>Para más de 2 muestras no pareadas, más de 2 grupos de datos independientes (transversalmente, datos tomados un solo momento en el tiempo)</b>	

<i>Tipo de variable en las más de 2 muestras</i>	<i>Prueba a realizar</i>
-Nominal dicotómica.	-De Diferencia de más de 2 proporciones por chi cuadrado (una proporción por muestra independiente a partir de la categoría o característica de interés en cada grupo de datos o muestras) (No Paramétrica).
-Nominal dicotómica o politómica.	-De Homogeneidad en las muestras por chi cuadrado de Pearson para tablas de contingencia F x C; (Filas $\geq 2$ , es el número de categorías de la variable por Columnas $>2$ , es el número de muestras), (No Paramétrica).
- Cualitativa ordinal.	-De Bartholomew, para la significación del gradiente de variación en las proporciones formadas para los grupos de datos (muestras) cualitativamente ordenados (correspondientes con las categorías o nominaciones ordinales (niveles) de la variable cualitativa) (No Paramétrica).
-Cuantitativa discreta (distribución libre y expresada por rangos = Ordinal por rangos).	-De Kruskal-Wallis, (No Paramétrica).
-Cuantitativa continua (distribución Normal).	-ANOVA (una vía, para medidas no repetidas), (Paramétrica).
- Cuantitativa discreta (expresada en forma de clases)	- De Cochran-Armitage (para la significación del gradiente de variación en las proporciones formadas para los grupos de datos o muestras cuantitativamente ordenados correspondientes con las clases de la variable cuantitativa. (No Paramétrica).

**Fuente:** Elaboración propia de los autores, de consulta con expertos en el tema.

## Conclusiones

La propuesta de la guía práctica algorítmica esquematizada para el manejo de muestras y variables relacionada con algunas de las respectivas opciones de técnicas bioestadísticas a emplear en los contrastes de hipótesis estadísticas más frecuentemente empleados en la inferencia estadística, elaborada por los autores de consulta con expertos; así como, los esquemas algorítmicos presentados en esta revisión que de ella se derivan, pueden constituir una herramienta alternativa a las presentaciones algorítmicas existentes en la literatura médica para la orientación del estudiante e investigador joven fundamentalmente ante situaciones o problemas de investigación en que necesite realizar el procesamiento estadístico de la información en el contexto de los diseños de estudio a emplear modernamente y con ello llevar a cabo el buen uso de los procesadores o paquetes estadísticos que se requiera consultar, para el procesamiento estadístico eficaz de dicha información.

## Autoría

Los autores participaron en igual medida en la realización del estudio y aprobaron la versión final para publicar.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Agradecimientos

Ninguno.

## Referencias

1. Rosner B. Fundamentals of Biostatistics. 7ma ed. Belmont: Duxbury Press;2010.
2. Rothman, K J. Epidemiología moderna. 1era ed. Madrid: Díaz de Santos; 1998.
3. Silva Ayçaguer LC, Benavides A. Contra la sumisión estadística: un apunte sobre las pruebas de significación. Metas. 2000;27:35-40.
4. Triola MF. Probabilidad y estadística. 9na ed. México: Pearson Educación Inc; 2004. -Triola MF .Estadística. 10ma ed. México: Pearson Education Inc; 2009.
5. Silva Ayçaguer LC. La crisis de las pruebas de significación y la alternativa bayesiana. Memorias del XI Congreso de la Sociedad Gallega de Estadística e Investigación Operativa, Santiago de Compostela; 1999.
6. Vélez Ibarrola R, García Pérez A. Principios de Inferencia estadística. 1ª ed. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia; 2012.
7. Álvarez Cáceres R. Estadística aplicada a las ciencias de la salud. 1ª ed. España: Díaz de Santos; 2007.

8. Benavides AC, Silva LC. Insuficiencias del paradigma frecuentista y el enfoque bayesiano como alternativa. [Trabajo para optar por el Grado Científico de Doctor en Ciencias de la Salud]. Ciudad Habana: Escuela Nacional de Salud;2002.
9. Abraira V. Métodos Multivariantes en Bioestadística. Ed. Centro de Estudios Ramón Areces; 1996.- Albert J. Bayesian computation using Minitab. 1era ed. Belmont, California: Duxbury Press, Wadsworth Publishing Company; 1996.
10. Esper R, Machado R. La investigación en medicina: bases teóricas y prácticas. Elementos de bioestadística. 1era ed. Buenos Aires: La Prensa Médica Argentina;(2008).
11. Garcés D, Barragán FJ. Ronda clínica y epidemiológica. Introducción al análisis multivariante (parte1). IATREIA. 2014;327(3):355-363.
12. Colectivo de autores .Programa computarizado para el análisis epidemiológico de datos: EPIDAT 4.1. Ayuda de Inferencia sobre parámetros; 2014.Disponible en: <http://www.sergas.es/Saude-publica/EPIDAT>



Este artículo de *Revista 16 de Abril* está bajo una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0. Esta licencia permite el uso, distribución y reproducción del artículo en cualquier medio, siempre y cuando se otorgue el crédito correspondiente al autor del artículo y al medio en que se publica, en este caso, *Revista 16 de Abril*.