

Impacto de la estadística en la investigación científica agropecuaria

Impact of statistic on agricultural scientific research

¹Carlos Antonio Marín Rodríguez y ¹Pedro José García-Mendoza

RESUMEN

El papel de la estadística como herramienta fundamental en la investigación científica, ha sido materia de estudio en diferentes áreas del conocimiento. Por otro lado, la baja producción científica en muchos de los países, se considera pueda atribuirse a que los equipos técnicos responsables de los proyectos de investigación, conocen muy poco de estadística aplicada y del manejo de bases de datos. En este sentido, el objetivo principal de este trabajo fue presentar algunos aspectos básicos de la estadística que demuestran su importancia en el campo de la investigación científica y para apoyar a los investigadores noveles a darle la relevancia científica a los trabajos de investigación, para que tengan la notoriedad apropiada para ser publicados en revistas de alto impacto en el ámbito mundial. Para el desarrollo del trabajo se consultó y analizó gran parte de la información disponible, haciendo énfasis en los trabajos publicados relacionados con la importancia de la estadística en la investigación científica, en diferentes áreas del conocimiento. Se consultó la base de datos del Banco Mundial, considerando el año más antiguo y el más reciente en donde la mayoría de los países reflejaban información sobre la producción científica y actividades de Investigación y desarrollo tecnológico. Se hace un análisis de la importancia de la estadística en la investigación científica, basado en la información revisada y se concluye que su importancia radica en el hecho de ser considerada una herramienta de gran utilidad en el trabajo científico, interviniendo en todas las fases de la investigación, desde la formulación del proyecto hasta la publicación final del trabajo de investigación.

Palabras clave: estadística, ciencia, investigación científica, producción científica, desarrollo tecnológico.

ABSTRACT

The role of statistics as a fundamental tool in scientific research has been a subject of study in different knowledge areas. On the other hand, the low scientific production in many countries is considered to be attributable to the fact that the technical teams responsible for the research projects know very little about applied statistics and database management. Therefore, the main objective of this work was to present some basic statistics aspects that determine both, its importance in the scientific research field and to help new researchers to give scientific relevance to research papers, so that these papers have the appropriate

notoriety to be published in high impact journals worldwide. For the work development, much of the available information was consulted and analyzed, emphasizing the published works related to the importance of statistics in scientific research, in different knowledge areas. The World Bank database was consulted, considering the oldest and most recent year in which most countries reflected information on both, scientific production and research and technological development activities. An analysis on the importance of statistics in scientific research is performed, based on the revised information and we concluded that its importance is in the fact that it is considered a very useful tool in scientific work, intervening in all phases of the research, from the project formulation, to the final research work publication.

Key words: Statistics, science, scientific research, scientific production, technological development.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Portuguesa, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

El estudio y la práctica de la ciencia es una tarea compleja, la cual comprende varios enfoques y métodos. Un aspecto fundamental en toda ciencia es la búsqueda de principios básicos que permitan explicar y predecir el fenómeno estudiado (Harlow, 2010). Bunge (1994), define a la ciencia como el conocimiento racional, sistemático, exacto, verificable y, por consiguiente, falible, la cual tiene como objeto principal buscar continuamente la demostración, el argumento, las razones, las cosas y las pruebas de que lo asentado por ella corresponde con la realidad.

La estadística es un instrumento aplicable al método científico, para el cual fue desarrollada. Su aplicación particular está en diferentes aspectos del diseño de un experimento, desde el plan inicial para la recolección de los datos, el análisis de los resultados a partir de los datos resumidos, hasta la evaluación de la incertidumbre de toda la inferencia extraída de los mismos (Steel y Torrie, 1988).

La investigación puede ser planificada en diferentes áreas (genética, mercadeo, nutrición, agronomía, etc), en donde la estadística se ha propuesto como instrumento de tales investigaciones y quien debe proporcionar la respuesta o respuestas al problema de investigación es el campo, no el instrumento. Este hecho a veces es pasado por alto y los usuarios olvidan que tienen que pensar, pues la estadística no puede pensar por ellos. Sin

embargo, la estadística ayuda a diseñar los experimentos y a evaluar de manera objetiva la información resultante (Steel y Torrie, 1988).

No obstante, en la investigación formal es donde la estadística se emplea y es de mayor relevancia para la humanidad. Estadística, derivado del latín status, que significa estado, posición o situación, se define como conjunto de técnicas para la colección, manejo, descripción y análisis de información, de manera tal que los resultados obtenidas de su aplicación tengan un grado de aplicabilidad específico con su nivel probabilístico indicado.

Además, por estadística entendemos la colección de los datos que caracterizan las condiciones predominantes en un país, por ejemplo, el número de nacimientos y muertes, las cosechas, el comercio exterior, etc. Por estadísticas oficiales entendemos los datos publicados por las agencias del gobierno en forma de información o de prospectos (Infante y Zárate, 2000).

En la literatura se pueden encontrar diferentes conceptos de estadística, siendo considerada para algunos de los expertos en el tema como una ciencia, cuyos métodos desarrollados se pueden aplicar en diferentes campos del saber, constituyendo un importante instrumento para el estudio científico (Gil, 2003). Bello (2011) refiere que la estadística ha sido definida de diferentes maneras por muchos autores, dependiendo del perfil y formación de quien la define, aunque en

todos estos conceptos se mantiene el sentido de manejar datos. Lo anterior, se debe a que los métodos estadísticos se aplican en todas las áreas del conocimiento, vale decir, la Medicina, la Psicología, Sociología, Administración, Contabilidad, Economía, las Ingeniarías, las Humanidades y su área de desempeño, etc.

Alcanzar una definición única de la ciencia estadística resulta una tarea difícil. De acuerdo con los datos aportados por Piatier (1967), ya en 1870 el número de definiciones se elevaba a 63, pero Willcox (1936) presentó un total de 115 definiciones en su artículo *Definitions of statistics*. En este sentido, cabe también mencionar la afirmación que realizara Kendall (1945), citado por Gil (2003), quien señala que entre los temas respecto a los que los estadísticos no están de acuerdo, se encuentra precisamente la definición de su propia ciencia. En este sentido, se puede concluir que esta idea posiblemente conserva cierta vigencia, si examináramos la variedad de definiciones que muchos manuales dedicados a esta materia incluyen en prefacios, introducciones o capítulos iniciales que tratan de concretar el campo de estudio en el que se centrará la obra (Gil, 2003).

Gil (2003), la define como la ciencia que tiene por objeto el estudio de métodos y técnicas para el tratamiento de conjuntos de datos numéricos. Por su parte, Bello (2011) la define como el manejo adecuado de datos con el fin de producir información útil, de tal forma que se

minimicen los riesgos en la toma de decisiones y se produzca o fortalezca el conocimiento. Para Badii et al (2007), es la ciencia que estudia conjuntos de datos cualitativos y su interpretación en términos matemáticos, estableciendo métodos para la obtención de las medidas que lo describen, así como para el análisis de las conclusiones, con especial referencia a la teoría de la probabilidad, considerada también como ciencia de base matemática para la toma de decisiones en presencia de la incertidumbre, siendo, por ende, considerada el suministro de un conjunto de herramientas sumamente útiles en la investigación.

Bello (2011) refiere que las personas poco versadas en el tema, asocian la palabra estadística con una serie de datos o columnas de números; de sucesos pasados o de hechos históricos, como por ejemplo las estadísticas deportivas, o las estadísticas demográficas y socioeconómicas de las naciones, lista de defunciones y de nacimientos, listados de precios de un sin número de artículos, los salarios netos en los últimos años, etc.

La estadística se divide en dos grandes ramas según el nivel de generalización: Estadística descriptiva y Estadística Inferencial. Según la forma de los datos, se clasifica en estadística paramétrica y no paramétrica (Bello, 2011).

En este sentido, el objetivo principal de este trabajo es presentar algunos aspectos básicos de la estadística que demuestran su importancia en el campo de la

investigación científica y su relevancia para ayudar a los investigadores nóveles a darle la relevancia científica a los trabajos de investigación, para que tengan la envergadura apropiada para ser publicados en revistas de alto impacto en el ámbito mundial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del trabajo se consultó y analizó gran parte de la información disponible, haciendo énfasis en los trabajos publicados relacionados con la importancia de la estadística en la investigación científica, en diferentes áreas del conocimiento.

Para analizar algunos de los factores considerados con alta influencia en la producción científica que reflejan los países a nivel mundial, se consultó la base de datos del Banco Mundial, considerando el año más antiguo y el más reciente en donde la mayoría de los países reflejaban información sobre la producción científica y sobre la inversión en actividades de investigación y desarrollo tecnológico (I+D). Para ambas variables se consideró los principales países a nivel mundial y en la región de Latinoamérica.

Con la base de datos suministrada por el Banco Mundial relacionada con ambas variables (producción científica e inversión de los Estados en I+D), se realizó un análisis de correlación para determinar la tendencia observada con ambas variables. Para este análisis se

utilizó el procedimiento PROC CORR del SAS (SAS Institute, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Situación actual del uso de la estadística en Latinoamérica

Partiendo de un escenario común de muchas universidades o centros de investigación en Sur América, en especial la investigación agrícola, el registro diario de datos y su ulterior procesamiento se realiza de manera precaria y en el mejor de los casos es poco consultada.

Como consecuencia, el proceso de toma de decisiones es afectado por el escaso conocimiento de cómo es la eficiencia y eficacia de los procesos términos de productividad, o falta de publicaciones científicas, lo cual puede conducir a que el éxito de un proyecto de investigación sea limitado y de muy corto alcance.

Esta realidad ha conllevado a que las universidades y centros de investigación mantengan una producción limitada o mínima de artículos científicos, o incluso, de no poder divulgar los conocimientos generados en los proyectos de investigación, como lo reflejan el estudio que muestra los principales países que publican artículos científicos en el mundo anualmente, en donde para el año 2017 no aparecía ninguno de la región de Latinoamérica (figura 1). La figura 1 refleja que en la actualidad, China y USA son los países con la mayor producción científica, siendo China quien más ha crecido en los últimos 13 años, pasando de

un poco menos de 100 mil publicaciones en el año 2003 hasta alrededor de 430 publicaciones en año 2016, lo que significa una tasa de crecimiento anual de alrededor del 33%. La tasa de crecimiento anual de los estados unidos fue de alrededor de 9.5%, pasando de alrededor de 322 mil publicaciones científicas en 2003 a unas 409 mil en el 2016.

En lo que concierne a Latinoamérica, Brasil lidera la producción científica, con alrededor de 54 mil publicaciones al año, seguida muy de lejos por México, Argentina y Chile, quienes para el año 2016 presentaron una producción anual de alrededor de 14500, 8600 y 6700 publicaciones científicas, respectivamente (figura 2). Lo resaltante de Brasil es que presenta una tasa de crecimiento en la producción científica anual de alrededor de 24%, comparada con las tasas de crecimiento observadas para México, Argentina y Chile, ubicadas en alrededor de 16%, 5% y 2%, respectivamente en los últimos 13 años.

En lo concerniente al Perú, su producción científica creció significativamente en el período del 2003 al 2016, presentando una tasa que supera el 38% anual. Sin embargo, su producción científica continúa siendo muy baja, ubicada en alrededor de 1000 publicaciones para el año 2016, comparada con la producción científica reflejada por Brasil, México, Argentina y Chile (figura 2). Otro caso importante de resaltar es lo observado en Venezuela, en donde al contrario de lo observado en el resto de los países de la región, en donde todos han experimento incrementos significativos en el número de publicaciones anuales en los últimos 13 años, en ese país se observa una reducción importante en el número de publicaciones anuales, pasando de un poco más de 1100 publicaciones en el año 2003 a alrededor de 850 en el año 2016, lo que significa una caída de alrededor de 25% en su producción científica anual en ese período.

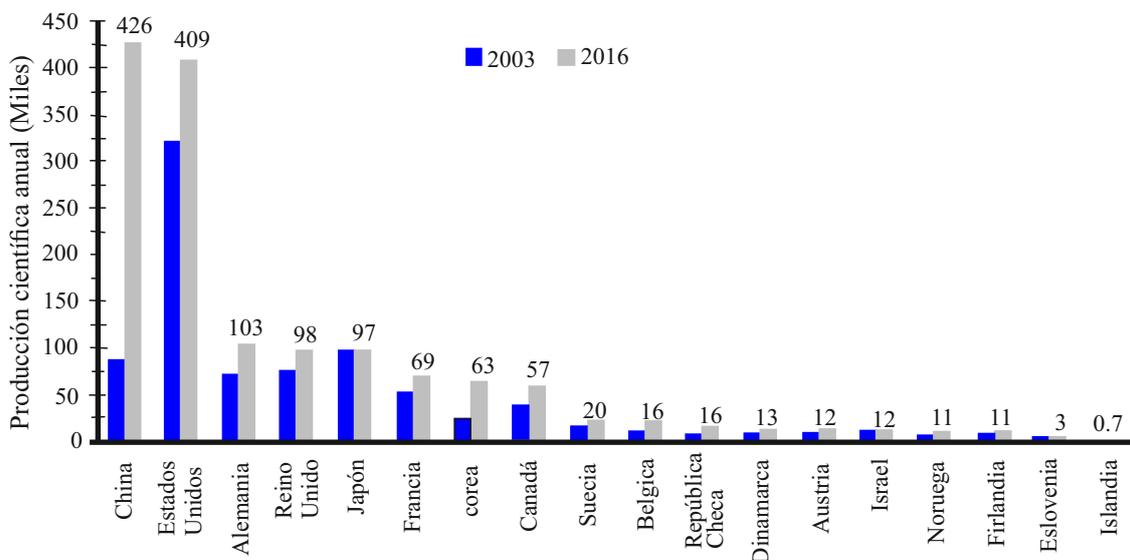


Figura 1. Principales países que publican artículos científicos anualmente para el año 2016. Fuente: Grupo Banco Mundial, 2019.

Paraguay y Bolivia, que son los países con el menor índice de producción científica anual, también han experimentado incrementos significativos en sus niveles de producción científica. Paraguay pasó de tener 15 publicaciones en el año 2003 a un total de 96 en el año 2016, lo que representó un incremento de alrededor de 49% anual. Por su parte, Bolivia pasó de producir 49 publicaciones en el año 2003 a 95 en el año 2016, lo que significa un incremento de cerca del 15% anual.

No cabe duda que uno de los factores que puede tener una alta influencia en los resultados observados en el ámbito mundial y regional, es la inversión que hacen los Estados en actividades de investigación e innovación tecnológica. Adicionalmente, muy probablemente, el manejo de las herramientas estadísticas sea otro de los principales factores que restringen la producción científica en las diferentes regiones.

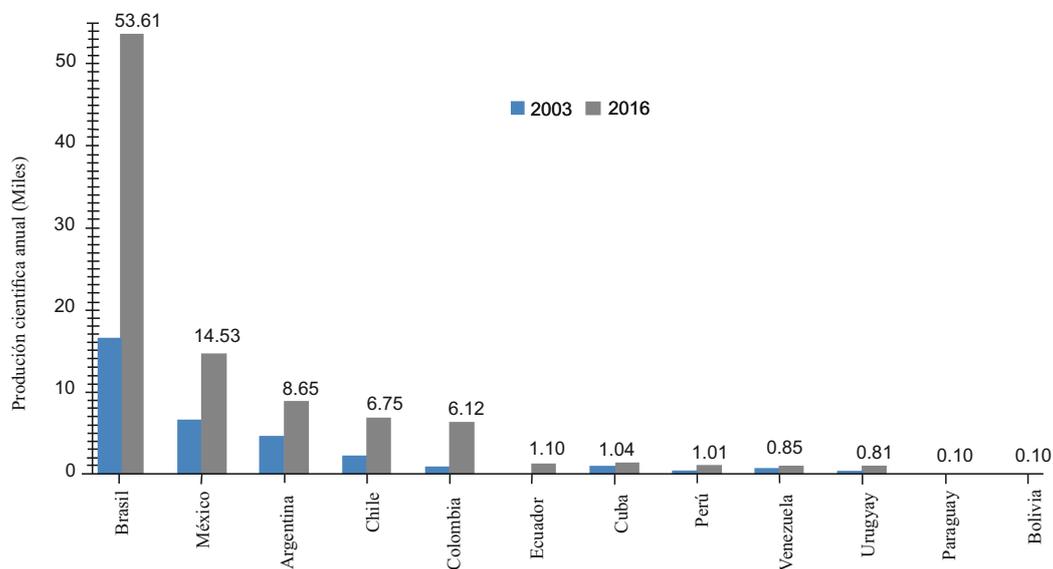


Figura 2. Producción científica anual en algunos de los países de Latinoamérica para el año 2017.

Fuente: Grupo Banco Mundial, 2019.

En lo que respecta a la inversión que hacen los estados en actividades de investigación y desarrollo tecnológico, países como China, USA, Alemania, Reino Unido, Japón, Francia, Corea y Canadá, quienes figuran entre los estados con mayor producción científica, también figuran entre los países que más invierten en actividades de investigación y desarrollo tecnológico (figura 3).

En la región de Latinoamérica se observa una situación similar a lo observado en el resto del mundo, en donde países como Brasil, México, Argentina, Chile y Colombia, quienes son los que presentan la mayor producción científica, también constituyen los países en donde los gobiernos realizan mayor inversión en actividades de Investigación y desarrollos tecnológicos (figura 4).

Un análisis de correlación efectuado entre ambas variables (producción científica vs la inversión del Estado en actividades de I+D) demostró parcialmente esta aseveración. Los resultados de este análisis demostraron que existe una correlación positiva entre la producción científica y la inversión que hacen los estados para desarrollar actividades de I+D (tabla 1).

No obstante, sólo para el año 2003 la correlación resultó estadísticamente importante ($p \leq 0.05$), pero en ambos años los coeficientes resultaron relativamente bajos. Ello se puede deber al hecho de que la relación entre ambos factores no es estrictamente directa, pues existen otros factores que también están afectando el número de publicaciones científicas generadas en los países, tales como su población. En este sentido, países como Israel, Noruega, Finlandia, Eslovenia, Islandia, quienes se ubican entre los principales países que invierten en I+D, su producción científica continúa siendo baja, comparada con la generada por China, USA, Brasil, México, entre otros, lo cual está muy relacionado con la cantidad de personas que se dedican a este tipo de actividades científicas.

Sin embargo, lo importante de destacar en estos resultados, es que existe la tendencia positiva a observarse mayores volúmenes de trabajos científicos publicados, en la medida que los países realizan mayores aportes a la realización de actividades de I+D. Otro aspecto positivo de resaltar en

el análisis de correlación, es el hecho de observarse una alta correlación positiva entre la inversión en actividades de I+D que hicieron los países en el año 2003 y la observada en el año 2016 (tabla 1), lo cual sugiere que aquellos países que más invirtieron en actividades de I+D en el año 2003, mantuvieron esa misma posición en el tiempo, lo cual demuestra la claridad en las políticas establecidas respecto a la importancia de la investigación científica en sus respectivos países.

En el ámbito mundial y en la región de Latinoamérica, Venezuela resulta el único caso atípico, en donde la producción científica del año 2016 fue inferior a la observada en el año 2003. Del mismo modo, la inversión en actividades de I+D del 2016 fue menor respecto a la realizada en el año 2003, lo cual sugiere poca valorización a las actividades de investigación científica en ese país.

Todos estos resultados tienen coherencia con la realidad, puesto que al haber mayor inversión por parte del estado en actividades de I+D, mayor cantidad de información científica estará disponible para la preparación de artículos científicos, notas técnicas, libros, etc.

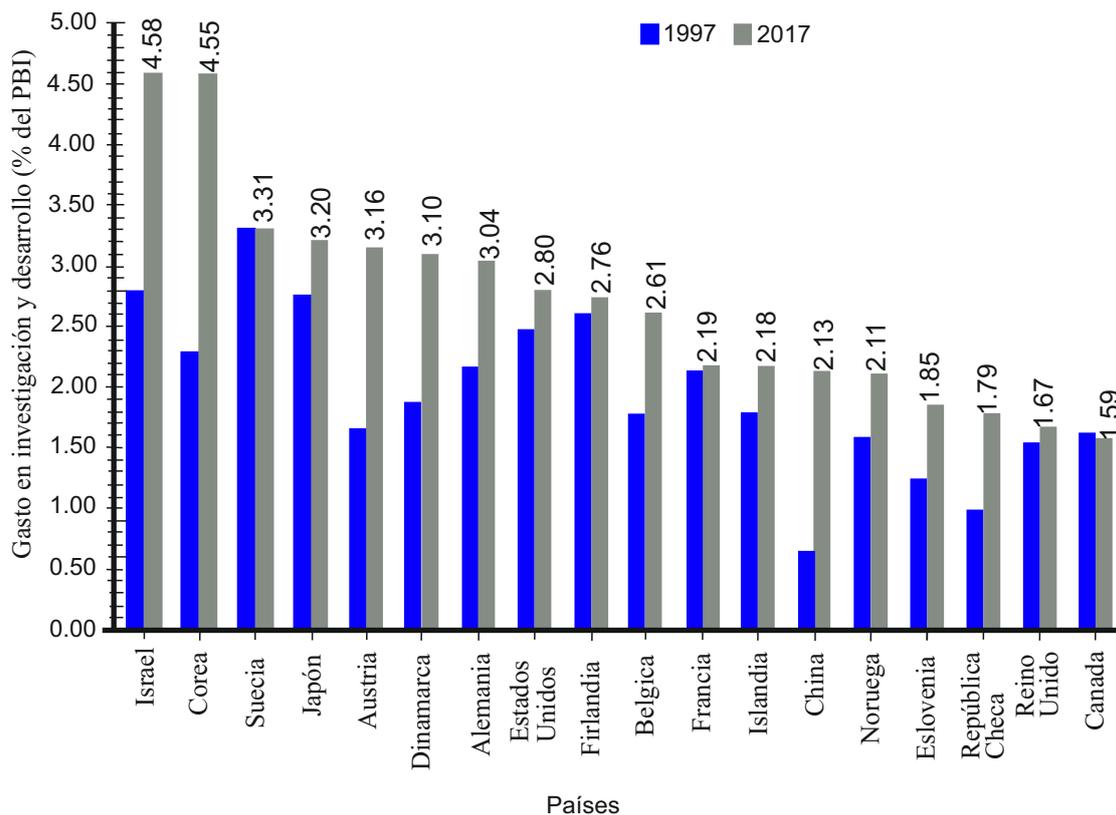


Figura 3. Principales países del mundo que Invierten en investigación y desarrollo tecnológico.

Fuente: Grupo Banco Mundial, 2019

Sin embargo, la producción de artículos científicos que puedan ser aceptados en revistas de alto impacto en el ámbito mundial, pasa por contar con un equipo técnico que maneje las herramientas estadísticas a profundidad, generando resultados relevantes con un alto índice de credibilidad. En este sentido, la baja producción científica en muchos de los países se debe a que el equipo técnico responsable de los proyectos de investigación, conoce muy poco de estadística aplicada y del manejo de bases de datos, y mucho menos cuentan con el apoyo de una unidad o departamento de estadística. En consecuencia, valdría la pena hacerse las siguientes preguntas: ¿cuánto conoce de estadística aplicada y del manejo de bases de datos?; ¿dispone su institución de una unidad o departamento de estadísticas?; ¿cuál sería el impacto en la toma de decisiones si integramos la estadística aplicada a las bases de datos y sistemas informáticos y a los dispositivos electrónicos?

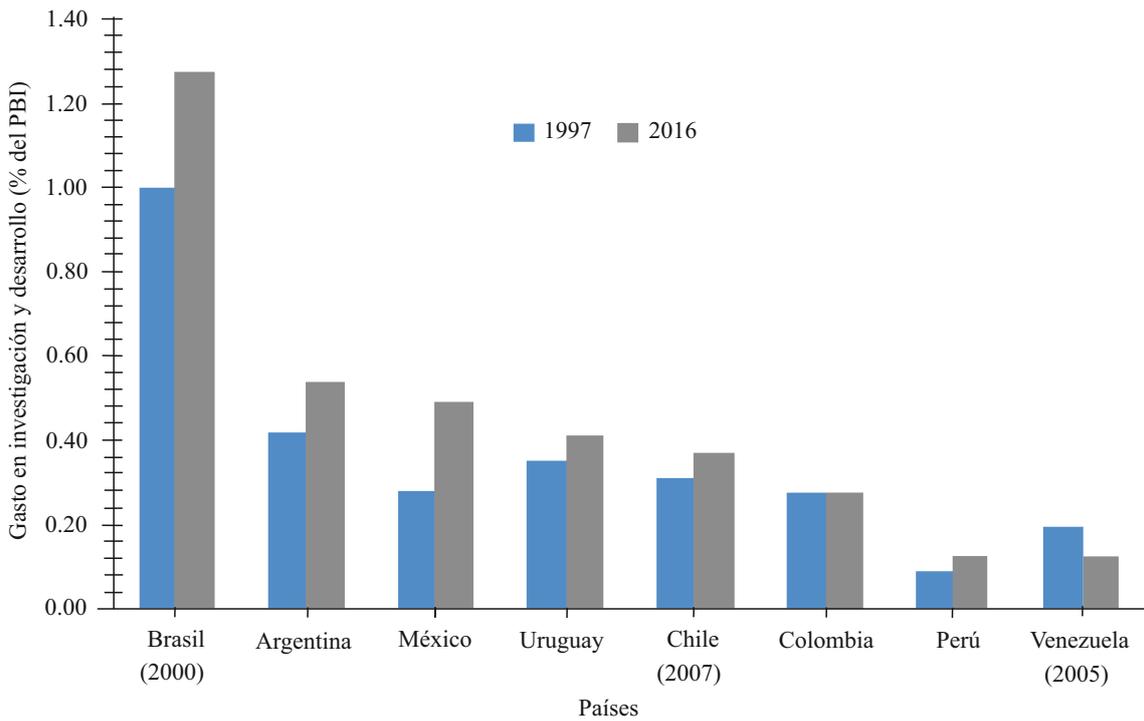


Figura 3. Principales países del mundo que Invierten en investigación y desarrollo tecnológico.

Fuente: Grupo Banco Mundial, 2019

Tabla 1. Análisis de correlación efectuado entre las variables número de publicaciones y la inversión de los Estados en investigación y desarrollo tecnológico, para los años 2003 y 2016.

Variabes	Producción Año 2003	Inversión Año 2003	Producción Año 2016	Inversión Año 2016
Producción Año 2003		0.34*	0.83**	0.32*
Inversión Año 2003			0.21	0.93**
Producción Año 2016				0.27

Con un buen manejo de la estadística y de la base de datos de la institución, se garantizará la mayor probabilidad de éxito a la hora de tomar decisiones en el corto, mediano y largo plazo. ¿Qué haría falta para lograrlo?. Es importante reflexionar sobre la posibilidad en adquirir y adoptar estas herramientas, con el fin de procurar un impacto significativo sobre la investigación científica. Afortunadamente, en estos tiempos existe un desarrollo amplio de la estadística aplicada, mancomunada a los sistemas informáticos y sus bases de datos y a la invención e innovación de equipos y dispositivos electrónicos.

Todo ello ha facilitado enormemente la toma de decisiones diarias, que permiten generar soluciones rápidas bajo cualquier circunstancia.

En este momento, cabe preguntarnos ¿Es difícil y muy complicado aprender las técnicas estadísticas básicas para aplicarlas a cualquier proceso de la empresa, negocio o industria y luego utilizarlas para facilitar la toma de decisiones?. La respuesta es no, ya que hoy día con sólo manejar una hoja electrónica de cálculo y conocer las operaciones básicas de la matemática, es suficiente para generar estadísticas sencillas sobre cualquier proceso que sea medible. Sin embargo, para el manejo de la información generada en un proyecto de investigación científica, además de manejar la hoja electrónica de cálculo, también se requiere herramientas más avanzadas de la estadística inferencial, como por ejemplo la estadística multivariada.

Lo anterior es debido a que, como bien refieren Steel y Torrie (1988), las herramientas de la estadística intervienen en la investigación científica, desde los procesos relacionados con la formulación del proyecto, observación y captura de datos, tabulación y procesamiento de la matriz de datos, análisis estadístico descriptivo, análisis estadístico avanzado, generación de la información o nuevo conocimiento, hasta su publicación final. Esta información es registrada en poderosas bases de datos relacionadas entre sí y posteriormente procesada en

aplicaciones estadísticas sencillas disponibles para computadoras, teléfonos y tabletas electrónicas.

Un curso de Estadística sólido y útil para cualquier persona que tome decisiones dentro de una empresa debe centrar el aprendizaje en el manejo avanzado de la hoja electrónica de cálculo, bien sea Microsoft Excel, Lotus o software libre.

Inclusive, el curso debe incluir facilidades para registrar o capturar los datos, organizarlos en tablas o gráficos y luego procesarlos con fórmulas **estadísticas** que no son necesarias de memorizar, pero sí de conocerlas y sobre todo para que tipo de datos sirven.

Importancia de la estadística en la investigación científica

La Estadística juega un papel vital virtualmente en todas las ramas de la ciencia, puesto que los métodos estadísticos son comúnmente utilizados para el análisis de resultados de experimentos, probar su significancia y por ende, presentar los resultados derivados de la investigación (Fagoyinbo et al., 2015). Sus métodos se pueden encontrar desde la fase exploratoria del problema de investigación, mediante el procesamiento de cuestionarios o guías de observación, hasta en la verificación de la validez de los aportes, al diseñar la instrumentación práctica y realizar la valoración final de los resultados alcanzados (Steel y Torrie, 1988). Además, la estadística puede ser utilizada para explicar resultados cualitativos,

así como también decifrar resultados cuantitativos de manera más fácil (Fagoyinbo et al., 2015).

Varios autores destacan la importancia de la Estadística para la investigación científica en diferentes ámbitos sociales, políticos y económicos (Badii et al., 2007; Dowdy et al., 2004; Morante, 2016, Gamboa, 2017). Es incuestionable su reconocimiento, valoración y utilidad para interpretar, describir y predecir situaciones reales, en función de mejorar la realidad. Por ejemplo, Pérez et al. (2007) resaltan varios momentos del proceso en las investigaciones pedagógicas: en la determinación del problema científico, en la elaboración de la propuesta que permita su solución y en la valoración de la misma en la práctica educativa.

Pocas objeciones pueden hacerse a la idea de que la estadística es una herramienta fundamental para la investigación científica, y se considera que esta afirmación es igualmente válida en el caso de la investigación educativa (Gil, 2003). De ahí, que muchas titulaciones universitarias, y en particular las del ámbito de las Ciencias de la educación, incluyan en sus planes de estudios asignaturas de contenido estadístico, que frecuentemente encuentran una continuidad en la formación investigadora dispensada a través de los programas superiores (Gil, 2003).

Sin embargo, la Estadística trasciende el contexto académico y está presente en

distintos ámbitos de la actividad humana. Si se examina el sentido que comúnmente se da a la estadística, encontramos que la opinión pública está más familiarizada con el término estadísticas, en plural, que está más relacionado con informaciones que aparecen en los medios de comunicación acerca de acontecimientos de las esferas política, económica o social, que vienen expresadas en forma de o acompañadas de estadísticas (Gil, 2003). En definitiva, la idea de estadísticas en la persona común de la calle, queda asociada a la de una información numérica, a veces apoyada mediante la representación gráfica, con la que se pretende expresar la importancia cuantitativa o magnitud de algunos fenómenos, sucesos, realidades o se muestra comparativamente su modificación al variar las coordenadas espacio-tiempo.

Por otro lado, la estadística (en singular), está referida a los procedimientos que se siguen para la recopilación, ordenación y presentación de datos para llegar a resultados confiables, siendo ésta una de las funciones principales de la estadística (Gil, 2003). Por tal motivo, el estadístico aparece como alguien que recopila grandes cantidades de información cuantitativa y después consigue obtener valores numéricos representativos de esa información, los cuales podrían establecer los fundamentos técnicos para adoptar medidas de tipo político, económico, administrativo o científico.

Tras fusionarse en el siglo XIX con la corriente de estudios sobre el cálculo de

probabilidades, se constituyó en una rama de la matemática aplicada, entendiendo ésta como el uso de los principios y modelos matemáticos en diversos ámbitos de la ciencia o la técnica. Dentro de la propia estadística, a su vez, podemos diferenciar dos vertientes: una que ha sido denominada con los calificativos de formal, teórica, matemática o pura, y otra que conocemos como estadística aplicada. Esta última juega un papel clave en muchos ámbitos científicos, al servicio de la investigación y el análisis de la realidad (Gamboa, 2017).

Badii, et al. (2007) refieren que la estadística auxilia a la investigación científica al tratar con diferentes temas ligados al proceso, tales como la colecta y compilación de datos, el diseño de experimentos, la medición de las valoraciones, tanto de datos experimentales como de reconocimientos y detección de causas, la determinación de parámetros de población y suministro de varias medidas de la exactitud y precisión de esas estimaciones, el ensayo de hipótesis respecto a poblaciones, entre otros.

De acuerdo a Steel y Torrie (1988), la estadística es un instrumento aplicable al método científico, para el cual fue desarrollada, estando involucrada en diferentes aspectos del diseño de un experimento, desde el plan inicial para la recolección de los datos, el análisis de los resultados a partir de los datos resumidos, hasta la evaluación de la incertidumbre de toda la inferencia extraída de los mismos. De esta manera, la estadística se ha

propuesto como un instrumento de la investigación científica, desarrollada en diferentes áreas de las ciencias básicas y aplicadas.

CONCLUSIONES

La estadística es considerada un instrumento aplicable al método científico, para el cual fue desarrollada.

Aun cuando en la literatura la estadística ha sido definida de diferentes maneras, dependiendo del perfil y formación de quien la define, en todos los conceptos se mantiene el sentido de manejar datos, lo cual se debe a que los métodos estadísticos se aplican en todas las áreas del conocimiento.

En el ámbito mundial, China y USA son los países con la mayor producción científica anual en la actualidad. En lo que concierne a Latinoamérica, Brasil lidera la producción científica, siguiéndole en orden decreciente México, Argentina y Chile.

Uno de los factores que puede tener una alta influencia en la producción científica en el ámbito mundial y regional, es la inversión que hacen los Estados en actividades de investigación e innovación tecnológica.

El manejo de las herramientas estadísticas se considera otro de los principales factores que restringen la producción científica en las diferentes regiones del mundo. Existe la tendencia positiva a observarse mayores volúmenes de trabajos científicos publicados, en la medida que los países realizan mayores

aportes a la realización de actividades de investigación y desarrollo tecnológico.

La baja producción científica en muchos de los países se debe a que el equipo técnico responsable de los proyectos de investigación, conoce muy poco de estadística aplicada y del manejo de bases de datos y tampoco cuentan con el apoyo de una unidad o departamento de estadística. La importancia de la estadística en la investigación científica radica en el hecho de ser considerada una herramienta que interviene en la investigación científica, desde los procesos relacionados con la formulación del proyecto, observación y captura de datos, tabulación y procesamiento de la matriz de datos, análisis estadístico descriptivo, análisis estadístico avanzado, generación de la información o nuevo conocimiento, hasta la publicación final del trabajo de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Badii, M.H., Castillo, J., Landeros, J. y Cortez, K. (2007). Papel de la estadística en la investigación científica. *Innovaciones de Negocios* 4(1): 107-145, 2007.
- Banco Mundial. (2019). Artículos en publicaciones científicas y técnicas. Disponible en: <https://datos.bancomundial.org/indicador/IP.JRN.ARTC.SC>.
- Banco Mundial. (2019). Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB). Disponible en: <https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>
- Bello P., L. D. (2011). Estadística como apoyo a la investigación. Primera parte edición electrónica: Descriptiva y Distribuciones de Probabilidad. Universidad de Antioquia. Plataforma Académica para pregrado y posgrado. 28 p.
- Bunge, M. (1994). La ciencia. Su método y su filosofía. Foundations & Philosophy of Science Unit McGill University. Montreal, Quebec, Canadá. Disponible en: https://users.dcc.uchile.cl/~cgutierr/curso s/INV/bunge_ciencia.pdf
- Dowdy, S., Wearden, S. y Chilko, D. (2004). *Statistical for research*. Third Ed. Wiley and Sons. USA. 629 p. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=Iiv1tchEN7MC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Estatistical+importanc e+in+the+scientific+researches&ots=1uBnCztz0O&sig=XxS7or0WHAi09Y4qN5ZRTha72FA&redir_esc=y#v=onepage&q=Estatistical%20importance%20in%20the%20scientific%20researches&f=false.
- Fagoyinbo, I. S, Are, S. O y Shomoye, I. A. (2015). The Relevance of Statistics in Science and Technological Advancement. *IOSR Journal of Mathematics*, 11(2): 22-24.
- Gamboa, M.E. (2017). Estadística aplicada a la investigación científica. En J.C. Arboleda. (Ed.).

- Apropiación, generación y uso solidario del conocimiento (pp. 59-76). Las Tunas, Cuba: Editorial Redipe-Edacun. <http://roa.ult.edu.cu/handle/123456789/3667>.
- Gil F. J. (2003). La estadística en la investigación educativa. *Revista de Investigación Educativa*, 21(1):. 231-248.
- Harlow, L. L. (2010). On Scientific Research: The Role of Statistical Modeling and Hypothesis Testing. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 9(2): 348-358.
- Infante G., S. y Zárata, G. P. (2000). Diseños Experimentales. Editorial Trillas, México.
- Morante Q., F. (2016). La estadística en las investigaciones científicas. *Estadística, Matemática*. Disponible en: <https://www.masscience.com/2016/03/27/la-estadistica-en-las-investigaciones-cientificas/>
- Pérez, O., Hernández, R. y García, M. (2007). Esquema conceptual, referencial y operativo sobre los modelos estadísticos en las investigaciones educativas. Curso 87 Pedagogía 2007. La Habana. Disponible en: <http://www.cubaeduca.cu/media/www.cubaeduca.cu/medias/pdf/4887.pdf>.
- Piatier, A. (1967). *Estadística y observación económica*. I- Metodología Estadística. Editorial: Ariel, Barcelona, España. 415 p.
- SAS Institute. (2003). *SAS/STAT 9 user's guide*. SAS Inst., Cary, NC.
- Steel, R. y J. Torrie (1988). *Bioestadística: Principios y procedimientos*. 2da edición, McGraw - Hill/ Interamericana, México. 622 pp. Disponible en: <https://clea.edu.mx/biblioteca/Steel%20Robert%20G%20Willcox>.
- Willcox, W. F. (1936). Definitions of Statistics. *Revue de l'Institut International de Statistique / Review of the International Statistical Institute*, 3(4): 388-399.

CORRESPONDENCIA

Dr. Carlos Marin Rodriguez
carlmarinr@gmail.com