



LA PROFESIÓN DE BIOLOGÍA EN COLOMBIA: SU ESTADO ACTUAL

CÉSAR ROMÁN-VALENCIA

Universidad del Quindío, Armenia, Colombia. ceroman@uniquindio.edu.co

Resumen: Se plantea el estado actual de los programas correspondientes a la carrera de Biología en Colombia a partir del contexto histórico e información reciente, con el objetivo de conocer cuál es la demanda y/o oferta de trabajo de biólogos en el país. El estudio investigó datos de 2021 y 2022 recopilados de varias fuentes en línea, incluidos sitios web universitarios e instituciones públicas como SNIES y MEN. Se obtuvo información sobre la oferta de la carreras, inicio de programas, costos de matrícula, número de egresados y cantidad de estudiantes matriculados. Además, se enviaron 20 solicitudes por correo electrónico a universidades sin información pública en sus sitios web. Se encontró que el 58 % de egresados están empleados en 18 entre 36 Universidades. Las principales en el país (por ejemplo U. Nacional de Colombia y U. Antioquia entre las públicas, U. Javeriana y U. de los Andes entre las privadas) tienen los valores más altos de empleabilidad (mayor de 50 % de sus egresados en lo laboral). Los costos por matrícula oscilaron entre COP 23.360 (~5,27 USD) y COP 1.500.000 por semestre (~338,7 USD) en las Universidades públicas, y entre \$1.950.999 (~440,28 USD) y \$19.492.000 por semestre (~4.401 USD) en las Universidades Privadas. Finalmente, se aporta a vislumbrar las condiciones en el presente de la Biología, y es evidente que esta profesión está asociada al adelanto de las ciencias, modelo económico-social y su enseñanza; se requiere un control de las reglas que logren mejorar la empleabilidad y su eficacia ilustrada de los egresados en Biología.

Palabras claves: Educación Superior, Ciencias Naturales, Empleabilidad, Historia de la Ciencia

THE PROFESSION OF BIOLOGY IN COLOMBIA: PRESENT STATUS

Abstract: The current state of Biology degree programs in Colombia is presented based on historical context and recent information, with the aim of understanding the demand and/or job opportunities for biologists in the country. The study investigated data from 2021 and 2022 collected from various online sources, including university websites and public institutions such as SNIES and MEN. Information was obtained on program offerings, start dates, tuition costs, the number of graduates, and the number of enrolled students. Additionally, 20 email requests were sent to universities that did not have publicly available information on their websites. It was found that 58% of graduates are employed across 18 out of 36 universities. The leading universities in the country (for example, the National University of Colombia and the University of Antioquia among public institutions, and the Javeriana University and the University of the Andes among private ones) have the highest employability rates, with over 50% of their graduates employed. Tuition costs ranged from COP 23,360 (\$5.27) to COP 1,500,000 per semester (\$338.70) in public universities and between COP 1,950,999 (\$440.28) and COP 19,492,000 (\$4,401) per semester in private universities. Finally, this study contributes to understanding the current conditions of Colombian biologists, highlighting the association between biology, the advancement of sciences, the economic-social model, and teaching. There is a need to regulate policies to improve employability and the effectiveness of graduates in Biology.

Keywords: Higher Education, Natural Sciences, Employability, History of Science

INTRODUCCION

La Biología en Colombia se puede representar en tres épocas, así: La inicial reconocida en el período colonial (siglos XVI al XVIII), que corresponde a un estado incipiente del conocimiento de la Biología en el país, que pudo tener luz a partir de expediciones científicas; como la dirigida por José Celestino Mutis (Aycardi Morinelli, 2017), de la cual se generó comprensión y oportunidades que resultarían en condiciones para el fortalecimiento de interés académico y político local. Una época intermedia, en la republicana, desde la primera década del siglo XIX y el cuatrienio tardío del siglo XX (1816 y 1947). En este período, se considera que la actividad científica fue el resultado del interés continuo con enfoque faunístico y naturalista, con algunos aportes tales como la expedición coreográfica, acciones docentes e investigativas en el área de las ciencias biológicas, tales como los trabajos de Cortés (1897); Andrés Posada Arango (Posada Arango, 1909; Acero, 1988), Uribe (1912), Eigenmann (1913;1921;1922;1927), Chapman (1917), Miles (1947); Dahl (1971); Fray Diego García (Díaz-Piedrahita, 2001); Humboldt (Meyer-Abich, 1985; Gutiérrez Ardila, 2023). En esta secuencia, la fase siguiente corresponde desde el siglo XX al presente, concierne al establecimiento de la profesionalización de la Biología en Colombia, a través de la fundación en 1936 del Instituto de Ciencias Naturales-Museo de Historia Natural en la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá y la apertura de programas académicos en Botánica y Zoología a finales de 1959 (Correa de Restrepo, 2005). En continuidad, este tercer periodo comprende la década de los años 50, 60 y 70 del siglo XX, con la iniciación formal de programas académicos de Biología: carreras de Biología, Biología Marina y licenciaturas en Biología (Correa de Restrepo, 2005; Aycardi Morinelli, 2017). En este sentido, fueron dos Universidades privadas y tres públicas que en realidad promovieron el establecimiento, de la carrera de Biología en el país e incluye, la iniciación en 1962, de la Biología Marina en la Universidad "Jorge Tadeo Lozano" en Bogotá.

La profesión del Biólogo en Colombia se reglamentó a partir de la Ley 22 de 1984, con respecto a su ejercicio y ética, incluye la correspondiente tarjeta profesional. Lo anterior alcanza la labor de Biólogo en la utilización de conocimientos y técnicas propias de la Biología en áreas tales como molecular, celular, genética, microbiología, biotecnología, morfo fisiología vegetal y animal, sistemática vegetal y animal; Biología Evolutiva, Biología del Suelo, Ecología, recursos naturales renovables, medio ambiente y fenómenos de impacto ambiental, desde los principios rectores que garanticen la conservación de los recursos naturales; en una idea ge-

neral que ha pesar de haber sido establecida no ha sido regla o normatividad cumplida.

La inversión social, es decir la formación profesional de personas que defiendan el patrimonio natural de la vida, que desde la Biología, en un conocimiento aplicado como seria la educación ambiental, la cual es nula para Colombia y lo que se espera de la carrera de Biología en el país. De tal manera, se debe comprender que son funciones del Biólogo, entre otras: apoyar a incrementar el conocimiento de los sistemas biológicos en los niveles molecular, organismo y eco sistémico, en referencia al ámbito universal y con particular énfasis en el neotrópico; trabajar en investigación, docencia, aplicación práctica, asesoría, consultoría y la administración de tareas referentes a los seres vivos, a su naturaleza y composición, sus propiedades, funcionamiento y transformaciones (Correa de Restrepo, 2005). Sin embargo, ello no debe ser propio de la necesidad de explotación de los recursos naturales sin el marco de su conservación, para la supervivencia de la vida y de los sistemas que la hacen posible en este planeta.

En el presente, Colombia es uno de los países que alberga mayor biodiversidad a nivel mundial. Actualmente, existen aproximadamente 56.343 especies reportadas para Colombia, incluyendo 7.385 vertebrados, 20.647 invertebrados, 1.637 líquenes, 2.160 algas, 30.736 plantas y 1.637 hongos. Estos números ubican a Colombia como el segundo país más megadiverso a nivel mundial sin tomar en cuenta la riqueza de especies microbianas. Además, ocupa el primer lugar en biodiversidad de aves y orquídeas; segundo en plantas, anfibios, mariposas y peces de agua dulce; tercero en palmeras y reptiles; y sexto en mamíferos (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6288850/>).

Desde éste propósito antes mencionado para Colombia en particular, la Biología como profesión, debe contribuir a diseminar el conocimiento y conservación de los recursos naturales y la biodiversidad mediante la generación de profesionales y la participación activa en las instituciones rectoras de políticas ambientales que promuevan y garanticen la conservación en el territorio nacional y aún en el planeta tierra. Además, en el desarrollo, evaluación o adopción de tecnología en la Biología para el establecimiento de nuevas técnicas, así como en el desempeño de cargos, funciones o comisiones en actividades en las que predomine el componente biológico (Correa de Restrepo, 2005). Además, la Biología moderna, particularmente en su vertiente molecular, también contribuye con cuestiones de salud pública, por ejemplo en lo relativo a condiciones hereditarias, virus y zoonosis, entre muchos otros.

De acuerdo con lo expuesto, el propósito de este artículo es evaluar el estado actual de la

carrera de Biología en Colombia, incluye la oferta-demanda, costos, calidad académica, exigencias y necesidades del país, y a partir de la información disponible de las Universidades públicas, privadas en el país que la ofertan y agencias del estado relacionadas con el sector educativo.

De esta manera, la pregunta orientadora de este trabajo es: ¿Cuál es el estado actual de los programas correspondientes a la carrera de Biología en las Universidades de Colombia, y como se vinculan en el contexto social y político del país, especialmente en aspectos a modo: ¿cuál es la demanda y/o oferta de empleos para los biólogos en Colombia?

Por lo tanto, el problema de investigación que se trata en este estudio es sobre la carrera Biología en Colombia, así: cuál es el estado actual relacionado con su demanda y calidad para ejercer y tomar decisiones que ponen en riesgo la estabilidad ecosistémica del país y del mundo, y por lo tanto con la oferta laboral o académica que encuentran los biólogos en nuestro país o fuera de éste. Así, es evidente tal situación con el aumento de la oferta de los diversos programas correspondientes a la carrera de Biología en las Universidades del país.

MATERIAL Y METODOS

El esquema de esta investigación es de tipo exploratorio, desde un método analítico, bajo un enfoque de tipo holista y una perspectiva cualitativa y cuantitativa (Hernández et al., 2010; Ruiz-C. et al., 2018). De esta manera, se recolectaron datos referentes a la carrera de Biología en Colombia, con el propósito de verificar el estado de la profesión en las diferentes Universidades públicas y privadas del país, se incluyeron con el criterio de que ofertan la carrera de Biología. Se realizó, una búsqueda exhaustiva sobre los datos disponibles, entre los años 2021 y 2022, realizada en diferentes sitios web de las Universidades e instituciones públicas relacionadas con el sector, entre las cuales se encuentran las páginas web del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), Ministerio de Educación Nacional (MEN), entre otras. Se recolectaron datos tales como: año de inicio del programa, tipo de Universidad (Privada o pública), el número de egresados, y de estudiantes regulares o matriculados, Universidades que ofertan la carrera, la acreditación, la ocupación laboral y el costo de la matrícula. Además, se consultó, a través de 20 solicitudes hechas a través de mensajes de correos electrónicos, a las Universidades que no publican información o no los tienen utilizables en sus respectivas páginas web. De acuerdo a lo anterior, el procesamiento estadístico (Fig. 1-5) se llevó a cabo a través del programa Past vers. 3.0 software.

RESULTADOS

En las dos estrategias aplicadas para obtener datos e información, y principalmente las solicitudes formuladas vía correo electrónico se encontró que las respuestas recibidas por este medio fueron bajas (alrededor del 21 %), en muchos casos no se obtuvo y en tal caso se reportaron que no compartían información, sin justificar la decisión de hecho o en derecho, lo cual se replanteo y aún así no hubo contestación; en estos casos se incluyeron los datos aportados por las instituciones que respondieron adecuadamente, referente a lo solicitado de acuerdo a las variables que se manejaron en este trabajo.

Sobre los resultados (Tab. 1-3; Fig. 1-6), se encontró que a partir de los años 50 y principios de los 70 del siglo pasado, es decir antes del establecimiento de la ley 30 de 1992 sobre educación superior, sólo cinco Universidades, tres públicas (Nacional de Colombia en la sede de Bogotá, Antioquia en Medellín y del Valle en Cali) y dos Universidades privadas (Los Andes y La Javeriana ambas en Bogotá) ofertaban desde ese entonces la carrera de Biología, ya se planteaba el desempleo profesional del biólogo para ejercer en el país. Mientras en la actualidad, de 359 Universidades activas de Colombia, se halló que 36, es decir el 10%, brindan la carrera de Biología, dentro de este número, 23 Universidades (el 63.9%) son de carácter pública o estatal o federal y 13 privadas (el 36.1%) (Tab. 1; Fig. 1). Por lo tanto, y así sobre la malla curricular se observa que existen igualmente 36 diversos planes de estudios.

También se demostró el incremento en la oferta, y en recientes años, de programas de Biología y así el impacto negativo para ejercer la profesión en Colombia, pues se genera oferta de profesionales que compiten sobre las limitadas posibilidades profesionales y/o investigativas en el país, lo que ha conllevado para los biólogos en Colombia tengan la opción frecuente de laborar en la docencia a nivel de preescolar, primaria y secundaria como la principal fuente de ingreso, sostenibilidad, y con relativa estabilidad; en otros casos e incluye seguir la formación a nivel de postgrado (maestría o doctorado, dentro o fuera del país).

Con respecto a la demanda que presentan los profesionales en Biología, se observaron las distribuciones de los egresados del país (Fig. 3-5); es evidente que las carreras que mayor demanda tienen por parte de la población estudiantil que egresa de los colegios (bachillerato o secundaria), son las del área administrativa, las ingenierías o afines con el sector, y medicina. Mientras en ciencias naturales y matemáticas incluyen a la carrera de Biología, se encontró un registro muy bajo (1,5 %); se evidencia que en Colombia, no hay interés o respaldo por el área

Tab.1. Números de egresados, y estudiantes de la carrera de Biología, en las Universidades de Colombia que la ofertan e incluye año de su inicio. Universidad (**U.**)

Tab 1. Number of graduates and students in the Biology program at Colombian universities, including the year it began. University (**U.**)

Universidad	Año de fundación del programa	Tipo de Universidad	Número de egresados a 2019	Número de estudiantes actuales
1. U. Andes	1959	Privada	57	253
2. U. Javeriana, Bogotá	1970	Privada	36	-
3. U. Nacional	1970	Pública	103	679
4. U. Antioquia	1970	Pública	76	574
5. U. Valle	1973	Pública	27	296
6. U. Industrial de Santander	1989	Pública	35	276
7. U. Incca de Colombia	1992	Privada	8	-
8. U. Atlántico	1993	Pública	18	-
9. U. Sucre	1994	Pública	26	425
10. U. Tecnológica del Chocó	1994	Pública	1	-
11. U. Tolima	1995	Pública	52	277
12. U. Pedagógica y Tecnológica de Colombia	1995	Pública	44	430
13. U. Pedagógica y Tecnológica de Colombia	1995	Pública	22	421
14. U. Magdalena	1995	Pública	45	-
15. U. Militar Nueva Granada	1998	Pública	30	252
16. U. Córdoba	1999	Pública	60	71
17. U. Pamplona	2000	Pública	11	240
18. U. Caldas	2002	Pública	56	413
19. U. Quindío	2003	Pública	41	592
20. U. Amazonia	2006	Pública	48	521
21. U. CES, Medellín	2006	Privada	14	-
22. U. Nariño	2007	Pública	11	201
23. U. Guajira	2008	Pública	17	-
24. U. Llanos	2009	Pública	27	312
25. U. Cartagena	2010	Pública	28	266
26. U. Internacional del Tropicó Americano Unitropico	2014	Privada	1	-
27. U. Central	2014	Privada	2	170
28. U. del Rosario	2014	Privada	0	110
29. U. El Bosque	2018	Privada	43	-
30. U. Sur Colombiana	2018	Pública	0	220
31. U. Distrital	2018	Pública	0	248
32. U. Unisarc	-	Privada	14	-
33. U. Javeriana, Cali	-	Privada	19	-
34. U. ICESI, Cali	-	Privada	18	-
35. U. Salle	-	Privada	17	-
36. U. EAFIT, Medellín	-	Privada	3	-

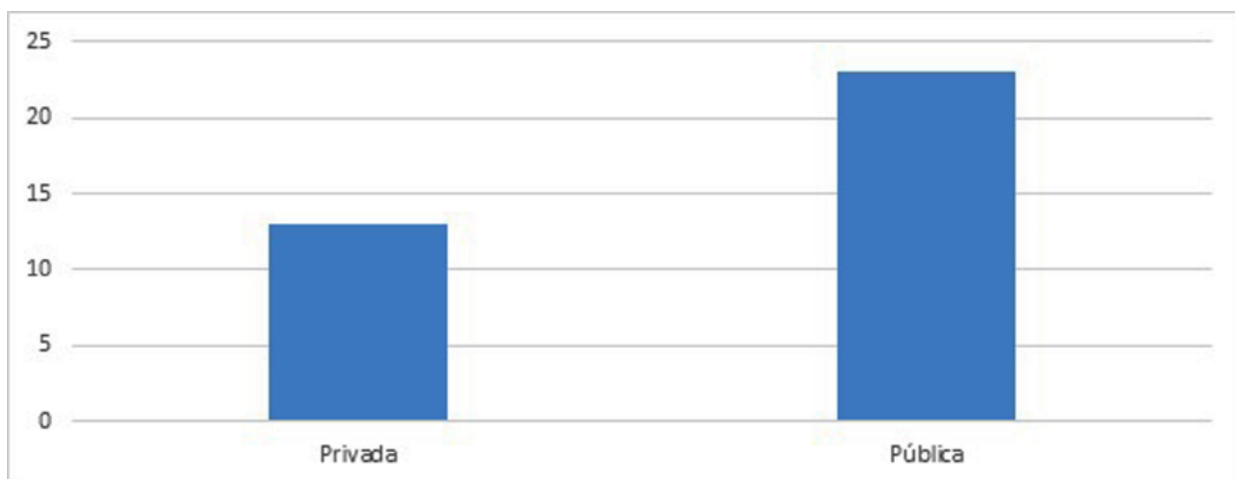


Fig. 1. Número de Universidades Privadas o Públicas en Colombia que ofertan la carrera de Biología.
Fig. 1. Number of private or public universities in Colombia that offer Biology.

de la formación científica y en especial Biología.

Sin embargo, al hacer un análisis entre las Universidades (Tab.1) y la ocupación que tuvieron los biólogos en Colombia, para el año 2020 (Tab. 2; Fig. 1-2), se encontró que el 58 % de los egresados están ocupados en 18 de las 36 Universidades; así en un 42 % y por debajo de este valor porcentual están activos egresados de 13 Universidades; así, las reconocidas por su trayectoria académica y de prestigio en el país (U. Nacional, U. Antioquia entre las públicas, U. Javeriana y U. de los Andes entre las privadas) registraron valores porcentuales altos (mayor de 50 %); sin embargo, La Universidad del Valle, rastrea por debajo del 50 % (es decir el 48 %) de ocupación de sus egresados en ese año 2020 en pleno confinamiento por el Covid-19 (Tab. 2). Además, se observó que en cuanto a la empleabilidad es mayor en biólogos que egresan de las Universidades privadas, al comparar con los que lo hacen de las Universidades públicas (Fig. 2).

En concordancia con lo anterior, se observó en un periodo de 41 años (1970-2021) que el número de egresados se incrementó en el departamento de Biología, Facultad de Ciencias, de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (UN), así en este lapso temporal a partir de la década de los años 70 y 80 del siglo pasado estaba por debajo de los 20 biólogos titulados, los registros cambiaron entre 1982 y 1999 del siglo XX, pues los profesionales aumentaron con el registro de 40 biólogos titulados. Se halló que el número de egresados en la UN (95 graduados en el primer semestre de 2020) es mayor frente a otras Universidades (públicas y privadas), lo cual debe responder a su antigüedad, bajos costos de matrícula y alta calidad académica (apertura dada en 1965) (Tab. 1); mientras los programas más recientes, en su iniciación, corresponden a los ofertados en la Universidad Sur

Colombiana en Neiva, la Universidad Distrital "Francisco Jose de Caldas" y la Universidad Central, ambas en Bogotá (establecidas a partir del 2018). En términos globales se observó un mayor número de egresados en Biología ($n=778$) en las Universidades públicas al comparar con los titulados ($n=232$) en las Universidades privadas (Fig.3); además, se obtuvo mayor demanda de la carrera de Biología, es decir de estudiantes actuales, al relacionar con la cantidad de egresados (Fig. 4); así se hallaron diferencias respecto a la cantidad de egresados en Biología según la Universidad, para el año 2019 se graduaron en su mayoría de las Universidades Públicas (UN, Antioquia y Córdoba), sin embargo, se observaron registros también relativamente altos en algunas Universidades privadas (43 en la Universidad del Bosque y 54 para los de la Universidad de los Andes) (Tab. 1; Fig.5) .

Otro factor, en concordancia con lo anterior, que puede influir en el relativo éxito de los estudiantes en el proceso académico es la alta selectividad y déficit en los cupos que tienen la mayoría de las Universidades públicas. Estas condiciones permiten a los pocos estudiantes de mayores desempeños académicos ingresar a los programas de las Universidades del estado. Así, se identificó el año de inicio del programa y el número de estudiantes actuales que cursan el pregrado de Biología en las Universidades (Tab. 1). Se halló que las Universidades que tienen un número mayor de estudiantes actuales que cursan la carrera de Biología, son las que presentan acreditación de alta calidad y son públicas (Tab. 1 y 2; Fig.6) y se consideran de elite a nivel del país, como son la Universidades: de Antioquia, la Nacional de Colombia, y la del Valle entre las Universidades públicas, seguido de La Javeriana, y Andes entre las Universidades privadas.

Tab.2. Porcentaje (%) de graduandos con ocupación laboral para el año 2020 y costo de matrículas (en pesos \$; un dólar=4 469 pesos colombianos), en Universidades acreditadas (x: si,-: no) que ofertan la carrera de Biología. Universidad (U.)

Tab.2. Percentage (%) of graduates with employment for the year 2020 and tuition costs (in pesos \$; one dollar = 4,469 Colombian pesos), in accredited universities (x: yes, -: no) that offer the Biology degree. University (U.)

Universidad	Acreditación Programa de Biología	Universidad Acreditada	Ocupación laboral (%) de los egresado en Colombia	Costo (en pesos \$) de matrículas semestre	Tipo de Universidad	Año
1 U. NACIONAL DE COLOMBIA	X	X	66.0	23.360 - 720.198	Pública	2020
2 U. DEL ROSARIO	-	X	No vinculado laboralmente	12.554.000	Privada	2020
3 U. PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA	X	X	69.2	136.280	Pública	2020
4 U. DEL CAUCA	X	X	52.2	325.691	Pública	2020
5 U. DE CALDAS	X	X	64.3	560.851	Pública	2020
6 U. DE CORDOBA	-	X	43.3	369.412 - 4.563.000	Pública	2020
7 U. SURCOLOMBIANA	-	-	No vinculado laboralmente	2.345.500	Pública	2020
8 U. DE LA AMAZONIA	X	-	52.1	613.000	Pública	2020
9 U. MILITAR- NUEVA GRANADA	X	X	63.3	4.789.000	Pública	2020
10 U. TECNOLÓGICA DEL CHOCO	-	-	100	910.425	Pública	2020
11 U. DE LOS LLANOS	-	-	77.8	635.968	Pública	2020
12 U. DE ANTIOQUIA	X	X	76.0	358.000 - 1.426.000	Pública	2020
13 U. DEL ATLANTICO	X	X	38.9	545.116	Pública	2020
14 U. DEL VALLE	X	X	48.1	545.116	Pública	2020
15 U. INDUSTRIAL DE SANTANDER	X	X	68.6	890.380 - 8.000.000	Pública	2020
16 U. DE CARTAGENA	-	X	60.7	769.219	Pública	2020
17 U. DE NARIÑO	X	X	63.6	-	Pública	2020
18 U. DEL TOLIMA	X	X	65.4	554.200 - 8.000.000	Pública	2020
19 U. DEL QUINDIO	X	X	53.7	632.989 - 3.500.000	Pública	2020
20 U. DE PAMPLONA	X	X	81.8	17.500 - 605.155	Pública	2020
21 U. DEL MAGDALENA	-	X	46.7	699.873	Pública	2020
22 U. DE SUCRE	X	-	36.1	253.745 - 1.014.980	Pública	2020
23 U. DE LA GUAJIRA	X	-	41.2	72.000 - 937.400	Pública	2020
24 U. DISTRITAL "FRANCISCO JOSE DE CALDAS"	-	X	No vinculado laboralmente	2.500.000	Pública	2020
25 PONTIFICIA U. JAVERIANA, BOGOTA	X	X	72.2	11.207.000	Privada	2020
26 U. INCCA DE COLOMBIA	-	+	55.6	3.974.000	Privada	2020
27 U. CENTRAL	-	X	50.0	5.111.730	Privada	2020
28 U. EAFIT	-	X	42.9	2.402.063	Privada	2020
29 U. EL BOSQUE	X	X	65.1	7.448.000	Privada	2020
30 U. DE LA SALLE	-	X	52.9	6.795.000	Privada	2020
31 U. DE LOS ANDES	X	X	73.6	19.492.000	Privada	2020
32 U. ICESI	X	X	61.1	10.220.000	Privada	2020
33 U. CES	X	X	78.6	6.708.667 - 7.788.000	Privada	2020
34 CORPORACION UNIVERSITARIA DE SANTA ROSA DE CABAL-UNISARC	-	-	71.4	2.948.000	Privada	2020
35 PONTIFICIA U. JAVERIANA, CALI	-	X	-	9.987.000	Privada	-
36 U. INTERNACIONAL DEL TROPICO, UNITROPICO	-	-	-	1.950.909	Privada	-

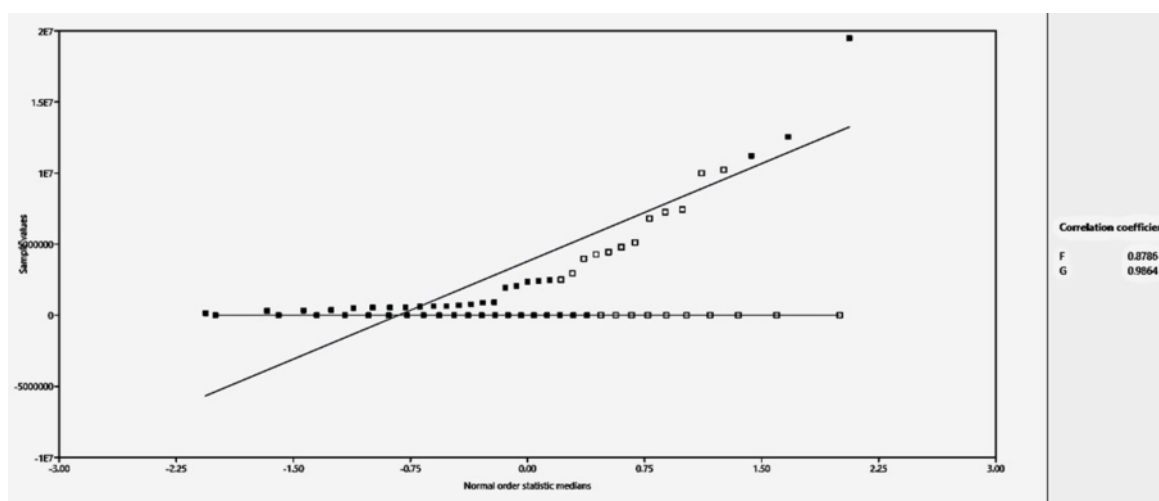


Fig.2. Correlación entre la ocupación y el costo de matrícula en Universidades privadas (cuadro negro) y Universidades públicas (cuadro blanco) de Colombia.

Fig. 2. Correlation between occupation and tuition costs in private universities (black box) and public universities (white box) in Colombia.

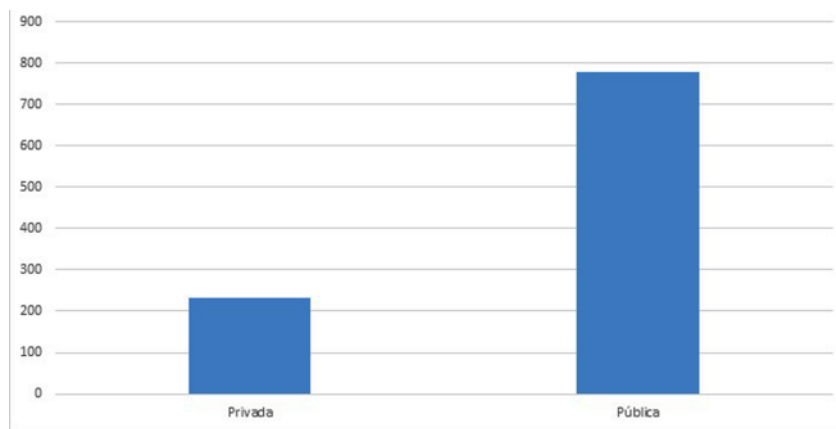


Fig.3. Número de egresados, para el año 2019 de biólogos, según Universidad (Privada o Pública). Se tienen 778 egresados en universidades públicas y 232 en universidades privadas.

Fig.3. Number of biology graduates in 2019, by university (private or public). There were 778 graduates from public Universities and 232 from private

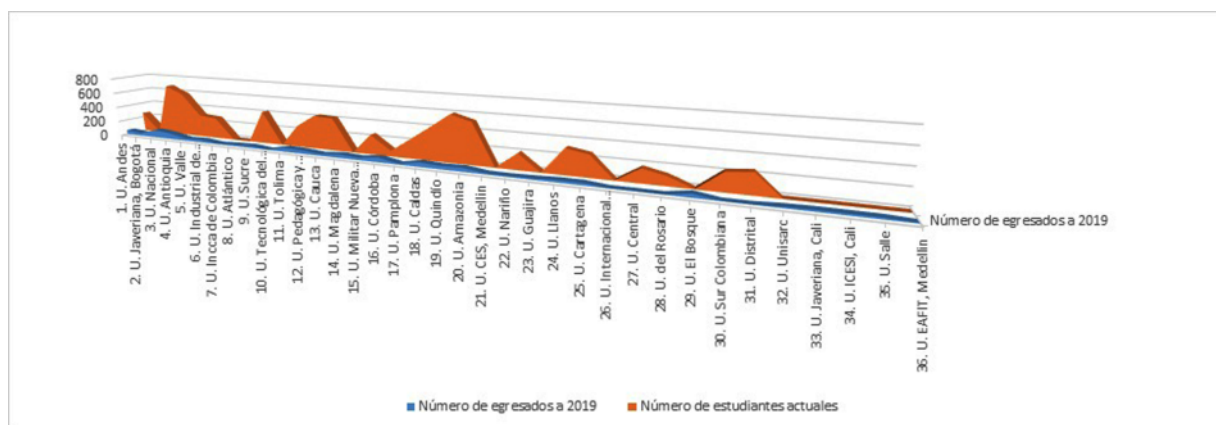


Fig. 4. Cantidad de egresados vs. estudiantes actuales en la carrera de Biología para Universidades de Colombia. U. = Universidad

Fig. 4. Number of graduates vs. current students in the Biology program at Colombian universities. U. = University.

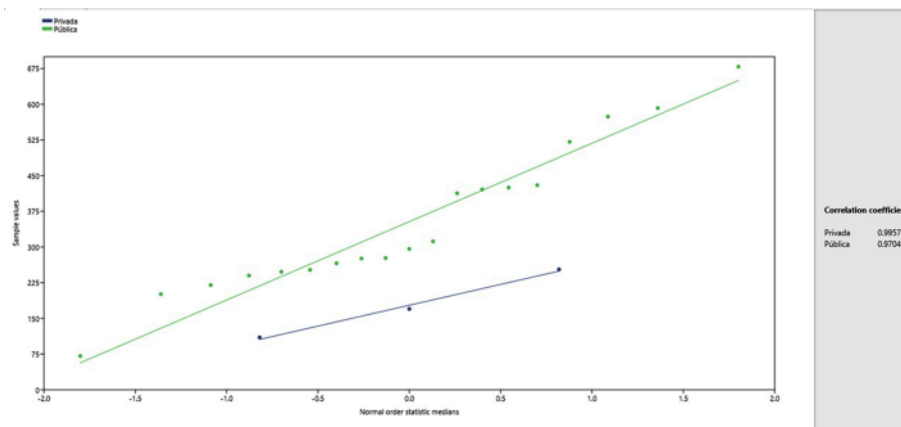


Fig. 5A. Coeficiente de correlación entre el número de estudiantes de Biología actuales entre la U. pública ($r=0.97$) y la U. privada ($r=0.99$). U.=Universidad; r = resultado de la correlación, en este caso alta en ambos.

Fig. 5A. Correlation coefficient between the number of current Biology students at the public university ($r=0.97$) and the private university ($r=0.99$). U.=University; r = result of the correlation, which was high in both cases.

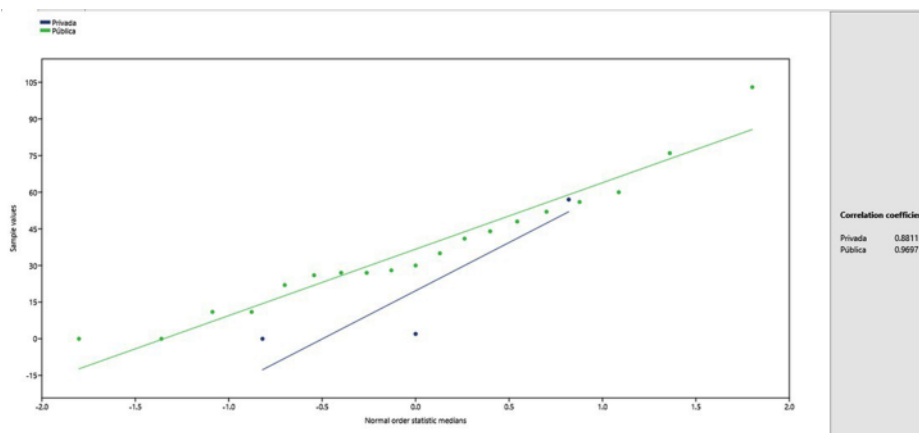


Fig. 5B. Coeficiente de correlación del número de egresados en Biología entre la U. pública ($r=0.96$) y la U. privada ($r=0.88$). U.= Universidad; r = resultado de la correlación, en este caso alta en ambos.

Fig. 5B. Correlation coefficient for the number of Biology graduates at the public university ($r=0.96$) and the private university ($r=0.88$). U.=University; r = result of the correlation, which was high in both cases.

Sin embargo y de acuerdo a lo anterior sobre el sistema de acreditación (SNA), se observaron tres programas de Biología acreditados (Tab. 2), en Universidades que no lo están (U. Amazonia, U. Sucre y U. Guajira). Se puede notar también que pese a que la Universidad esté acreditada, no necesariamente el programa de Biología lo está, como se encontró en ocho Universidades (U. Cartagena, U. Rosario, U. Córdoba, U. Cartagena, U. Distrital, U. Central, U. Eafit y U. La Salle) (Tab. 2). En términos globales 28 Universidades (77,7%) corresponden a instituciones acreditadas y solo ocho (22,22%) no lo están; mientras lo asociado con los programas de Biología, se encontró que 15 planes de estudio (41,67%) no están acreditados, mi-

entras 21 (58,33%) si lo están (Tab. 2).

Se halló que, no existe relación estrecha entre la acreditación y la vinculación laboral (Tab. 2), se observaron Universidades que no tienen la acreditación y tienen un mayor porcentaje de ubicación de sus egresados, al comparar con Universidades acreditadas. E igualmente se encontró (Tab. 2) que las Universidades que están por debajo del umbral del 60 % de ocupación de sus egresados, excepto la Universidad Inca de Colombia, son públicas y los registros más bajos (alrededor del 40 %) corresponden a Universidades de la Costa Atlántica, excepto UniValle ubicada en la zona Andina de Colombia; sin embargo, las Universidades y sus egresados con un umbral mayor del 60 %, diez de

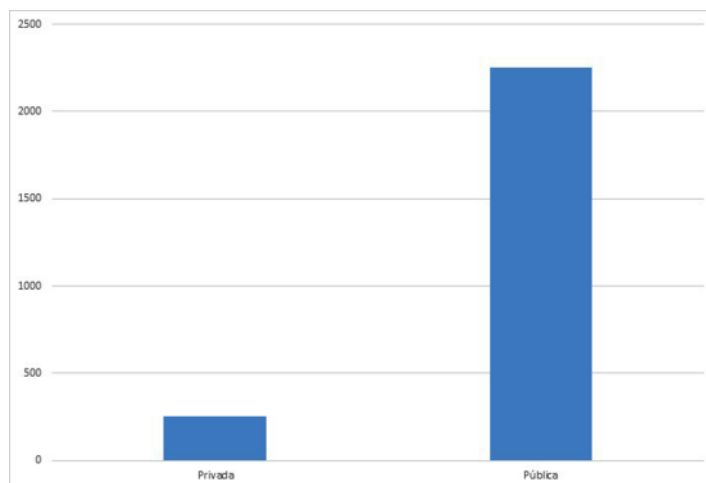


Fig.6. Número de estudiantes que cursan la carrera de Biología en Universidades de Colombia. Se tienen 2250 estudiantes en Universidades públicas y 253 en Universidades privadas.

Fig. 6. Number of students studying biology at Colombian universities. There are 2250 students at public universities and 253 at private universities.

Tab.3. Presupuesto general del estado Colombiano para el año 2024, discriminado en algunos ministerios; donde se comparan la inversión en ciencia y tecnología. Mill.= millones de pesos; Min.= Ministerio; \$ en pesos Colombianos; 1 dólar = \$4 430 pesos.

Tab. 3. Colombian general state budget for 2024, broken down by ministries; comparing investment in science and technology. Mill. = million pesos; Min. = Ministry; \$ in Colombian pesos; 1 dollar = \$4.430 pesos.

Agencia del gobierno	Presupuesto (\$)
Min. Ciencias y tecnologías	392,362 mill.
Min. Salud	59,4 bill funcionamiento 2.11 billones de inversión
Min. Transporte	11,1 billones
Min. Justicia	120.347 millones función. 15.477 millones inversión
Min. Educación	35,1 billones
Min. Trabajo	19.7 billones
Min. Agricultura	9,19 billones
Min. Energía	967 mill.
Min. Vivienda	5.98 billones
Min. Cultura	313222183900 (= 313,222 bill.)

estas corresponden a Universidades públicas, mientras siete pertenecen a Universidades privadas, siendo estas las que registran el dato más alto (U. Javeriana, en Cali con 81 %); sin embargo, las Universidades Tecnología del Chocó (100 %) y de Pamplona (81,8 %) obtuvieron el registro máximo en la muestra examinada, y ambas son Universidades públicas. La interpretación de estas cifras corresponden a trabajo formal, registrado en las bases de datos consultadas y para el periodo del estudio (2021-2022); no incluyeron a Biólogos que trabajan de forma autónoma o emprendimientos mercantiles o comerciales por ejemplo generar contenidos on line y/o en otras actividades productivas no necesariamente ligadas a su profesión por ejemplo en mercadeo de productos naturales tales como café, alimentos o visitantes médicos o guías turísticos (= ecoturismo).

Respecto a los costos por matrícula para la carrera de Biología en las Universidades públicas de Colombia, estas oscilan entre \$23 360 (= \$5.33 dólar) o menos hasta alrededor de \$1 500 000 (= \$342.467 dólares) por semestre; es evidente el mayor costo de matrículas en las Universidades Privadas oscila entre \$1 950 999 (= \$445.21 dólares) y \$19 492 000/semestre (= \$4 450.22 dólares) (Tab. 2). También, se observó correlación entre el valor de la matrícula y la empleabilidad (Fig. 2); así en las universida-

des privadas y más costosas, sus egresados están ocupados, al comparar con los costos bajos en las Universidades públicas.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

En Colombia se encontraron 36 programas correspondientes a la carrera de Biología, todos con disparidad de planes de estudios y aun dentro de una misma Universidad privada, que oferta dos pensum y en dos sedes (La Universidad Javeriana en Bogotá y Cali), lo cual es un obstáculo para la movilidad estudiantil o la transversalidad de la formación biológica en el país; no hay un plan de estudios estándar para los métodos formativos de la Biología en Colombia. Es posible que tengan la intención de cambio, pues se han elaborado para mudar en su propuesta. Lo cual coincide con lo descrito por Pantoja Agreda (2018), que si bien las mudanzas curriculares que se hicieron desde el siglo pasado se han hecho para diversificar el sistema educativo en cuanto a calidad de enseñanza-aprendizaje y como respuesta al avance en ciencia y tecnología; e igualmente, este aspecto caracteriza la autonomía e identidad profesional de cada uno de los programas (Ay-cardi Morinelli, 2017).

Sin embargo, la carrera de Biología en Colombia registró avances y crecimiento en cobertura en cuanto a oferta y promoción por par-

te de las Universidades que la promueven en el país, es evidente que en condiciones actuales; está asociada al desarrollo de las ciencias y su enseñanza en conjunto con la demanda social, la modernización, la economía, la política, la industrialización y, por ello, se ha establecido un vínculo entre el aprendizaje y el funcionamiento de la sociedad (Pantoja Agreda, 2018). Muñoz Duran (2017) plantea que la Biología debe enfatizar en el análisis comparado y la aproximación interdisciplinaria como estrategia para asumir el estudio de los sistemas biológicos como un todo; el mundo moderno obliga por su naturaleza a que sus pobladores humanos reconozcan sus leyes para utilizar inteligentemente sus recursos (Roldan, 1973). De igual manera, se considera que la Biología es fundamental para la comprensión integral de todo lo que nos rodea y lo que somos como organismos en la tierra, pero más que esto debe ser un proceso, es decir, formativo humano que posee un propósito unificado y que está en permanente cambio (Prieto, 2017).

Es muy probable que el aumento explosivo de la carrera de Biología en Colombia (alrededor de los últimos diez años), coincida con el modelo económico imperante, el cual se inicia en su implementación profunda, desde la década de 1990 y combina con el patrón extractivista e incluye las megas obras (por ej. Hidroeléctricas y redes viales), los monocultivos agroindustriales, y ganadería que igualmente predominan; tal es el caso en la cuenca del río La Vieja, Alto Cauca, Colombia no hay criterios que sustenten actividades como minería, ganadería y agricultura basadas en monocultivos a gran escala, tales como plantaciones forestales, y aguacate Hass, que se han instaurado en territorios con afloramientos hídricos (Chará et al., 2007; Giraldo et al., 2014; Rivera-Rondón et al., 2009; Ruiz et al., 2018). De ahí las series de modificaciones al decreto ley 2811 de 1974 (código nacional de recursos naturales, artículo 230); como es el caso de asumir la vegetación en cerca viva protectora a plantación forestal industrial (decreto 1532 del 26 de agosto de 2019), es decir convertir vías primarias, secundarias y terciarias principalmente vulnerables a la erosión, además de despejar terrenos para implementar monocultivos como los mencionados; se legisla en este tópico, para no conservar, y si para destruir los recursos naturales con fines comercial o industrial.

Así se genera la transformación visionaria de la carrera de Biología, diseñada para estudiar y defender los recursos naturales y/o la biodiversidad, a una profesión tecnificada al servicio de los estudios de impacto ambiental (=consultorías) con miras a legalizar la pérdida de los recursos naturales, de los cuales dependemos para nuestra subsistencia en el ecosistema na-

tural; sin embargo, al evitar el sesgo hacia el componente ecológico de la carrera de Biología, con lo expuesto anteriormente, en el presente es extremadamente importante, es uno entre diversos otros; la Biología molecular, la biopropección, y la biomedicina, son ejemplos de campos recientes que se han solidificado en ciencias biológicas. Lo anterior permite comprender la formación de profesionales (incluye a nivel de maestrías y doctorados) y el reflejo de las Universidades frente al país y su situación socio-económica, sobre todo en Biología, donde todavía no se tiene consenso sobre su enseñanza-aprendizaje y más aún para que y con que el incremento de la oferta de programas de Biología y el ofrecimiento de profesionales de Biología con formación a nivel de doctorado por ejemplo; la ciencia actual necesita de recursos humanos y de instalaciones adecuadas y estos se encuentran en centros de investigación de naturaleza diversa (Puigdoménech, 2021). Por lo tanto, se requiere la vinculación seria y responsable de profesores-investigadores a alto nivel de formación y experiencia (Doctorados); no se justifica que aún las Universidades en Colombia tengan en su nómina profesores con sólo título de pregrados y aun escasamente Maestría en Ciencias, sin experiencia en ciencia o tecnología; por lo cual, es necesario mayor control y vigilancia de las entidades del estado, en este caso del Ministerio de Educación Nacional (MEN) y el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES) sobre las convocatorias para la vinculación de profesores con méritos académicos-investigativos y comprometidos con proyectos de vida, y ajenos a interés de grupos politiqueros; la Universidad es para la ciencia y la vida.

Por lo tanto, la Biología en Colombia presenta un estado desfavorable, por un lado la población estudiantil que egresa de los diversos colegios pertenecientes a la enseñanza media y vocacional o técnica tiene muy poco interés en estudiar la carrera de Biología, en gran medida por motivos como la baja oferta u oportunidades laborales o académicas que se encuentra para los biólogos en el país y consecuencia de la poca inversión y vigilancia del estado Colombiano en ciencia y tecnología (vide Tab. 3), por lo cual resulta más efectivo estudiar una carrera administrativa o técnica, en las cuales es relativamente más próspero la ubicación en un trabajo o labor. En este contexto, Galvis Soto et al. (2016) al evaluar aptitudes y preferencias de los estudiantes de grado 11 en el departamento del Quindío, Colombia para el 2016, se observó que las carreras en ciencias de la salud, la administración y en psicología obtuvieron las mayores predilecciones, mientras en Biología se notó entre las menos favoritas, por debajo, de las ingenierías, ciencias de la educación, arquitectura, etc.; además, se evidencia que en Co-

Colombia, no hay interés o respaldo por el área de la formación científica y en especial Biología; siendo este uno de los factores de porque el país, e incluye a Latinoamérica, se encuentra comparativamente, a nivel mundial, como uno de los países que aporta poco a la ciencia, tanto en recurso humano como en inversión y difusión de información (Monge-Nájera & Nielsen, 2005; Aycardi Morinelli, 2017; CEPAL, 2024). Se sugiere un mayor control y exigencia del MEN e IC-FES, en la tendencia actual, para la apertura de nuevos programas de Biología, y vinculación de profesores-investigadores de alta calidad, en Universidades públicas y privadas; también evaluar las necesidades del mercado laboral con respecto al exceso en oferta de profesionales en Biología que registra el país en el presente; toda vez que en la actualidad se hallan matriculados 17897 Biólogos (CPB). Una situación similar se reconoce para la profesión jurídica en Colombia, la cual requiere cambios significativos en la cultura legal y a los mecanismos de ingreso y control de las distintas su profesiones en derecho (García Villegas & Ceballos Bedoya, 2019).

Sobre el Sistema Nacional de Acreditación en Colombia (SNA), este comprende el conjunto de políticas, estrategias, procesos y organismos cuyo objetivo fundamental es garantizar a la sociedad que las instituciones de educación superior que hacen parte del sistema educativo cumplan con los más altos requisitos de eficacia académica y que realizan sus propósitos y objetivos (Artículo 53 de la Ley 30 de 1992). Es un testimonio que da el Estado sobre la calidad de un programa profesional o institución, con base en un proceso previo de evaluación, en el cual intervienen la institución, las comunidades académicas y el Consejo Nacional de Acreditación (CNA). Este método ha estado muy ligado desde sus inicios, a la idea de la autonomía y la autorregulación, complementada con la exigencia de rendición de cuentas que se hace a la Educación Superior (=Universidades) desde distintos sectores sociales. Por tal motivo debe subrayarse que la legitimidad del Sistema está fuertemente ligada con los propósitos de la comunidad académica misma y sus interacciones con la sociedad (MEN e IC-FES). Sin embargo, sobre lo que se lee en el CNA, esta normatividad sobre la acreditación institucional y por programas, con respecto a los resultados obtenidos en este trabajo (Tab. 1 y 2), no se evidencia impacto favorable en crecimiento, en calidad académica, y vinculación laboral de los egresados de los programas de Biología que se ofertan en el país.

Otro aspecto a establecer, es la jerarquía al elegir una carrera en una Universidad, con respecto al costo de la matrícula, el cual es más alto en Universidades privadas al comparar con las U. públicas. Situación que refleja la brecha académica, económica y social; en la Universi-

dad Colombiana, así por lo tanto la inequidad social que se percibe en el país; lo que se reconoce como el apartheid educativo (Espinosa, 2021); "en este aspecto, la educación así se convierte en un factor de ampliación de las desigualdades sociales; quienes tienen más ingreso obtienen educación de más calidad y, a lo largo del tiempo, amplían sus diferencias con el resto de la población" (Sarmiento Palacio, 2017; Espinosa, 2021). Se podría plantear que, debido a la baja inversión educativa (Tab. 3) por parte del estado en Colombia, existen unos costos de matrícula en Universidades estatales relativamente altas, sumado a la diferencia presupuestal para las Universidades con mayor número de estudiantes, con mejor rating, y acreditación obtienen mayor presupuesto económico, por parte del estado, que se refleja en el valor de la inscripción, tales como ocurre en las Universidades Nacional de Colombia o la de Antioquia. En contraste, tendríamos a lo que vendrían siendo las Universidades con una calidad formativa baja, como serían por ejemplo la U. de Pamplona. Así las diferencias de clase social en los pregrados para la Biología se reproducen luego en el ejercicio profesional. Es evidente que los cargos con remuneraciones bajas o medias están copados por los egresados de pregrados de relativo bajo costo y menor calidad; por el contrario, en los cargos más altos tienden a haber un predominio de los egresados de las Universidades privadas o de elite social y político, que suelen ser de los más ricos. Esta situación se encontró de manera análoga por García Villegas & Ceballos Bedoya (2019) con relación a la profesión jurídica en Colombia.

Además, el poco apoyo del estado Colombiano en el área científica (Tab. 3), para realizar investigación, es otro factor que influye, ya que al no haber aportes en ciencia y tecnología, conllevaría a una mayor ocupación de especialistas; en esta realidad Colombia invierte menos del 0.3% del Producto Interno Bruto (PIB), es decir, el más bajo de los últimos 15 años (0.01% del PIB) en Ciencia, Tecnología e Innovación (Silva Numa, 2024; Younes Velosa, 2024); de igual manera, es evidente que el presupuesto de inversión en ciencia y tecnología es mezquino, al comparar con los designados para otras actividades económico, social y políticos (Ministerios) establecidos por el estado Colombiano (Tab. 3). Por lo tanto, Colombia refleja algunas de las situaciones en términos de investigación, que evidencian la mayoría de los países latinoamericanos (Aycardi Morinelli, 2017). En este panorama, "América Latina y el Caribe aún se encuentra muy rezagada en comparación con otras regiones del mundo en términos de investigación. Mientras Estados Unidos, Japón y la República de Corea invierten en este rubro entre 2,5 y 3,0 puntos de su producto interno bruto (PIB) y la Unión Europea

cerca de 2,0 puntos, nuestro continente en su conjunto destina apenas 0,5 puntos del PIB" (CEPAL, 2024).

Así, por iniciativa propia, o necesidad humana de estar activos, algunos Biólogos con oportunidades de financiación, visión académica o científica en los últimos años, asumen el reto de continuar con su formación académica a nivel de postgrado (maestrías o doctorados) a través de becas obtenidas dentro o fuera del país; pues el nivel mínimo exigido para la vinculación y/o contratación en las Universidades e institutos de investigación (maestría, doctorado) ayudaría; aunque ya se vislumbra desempleo de esta generación de doctores que se forman en Colombia y en el exterior; lo cual merece un análisis crítico más profundo, que se sale de los propósitos de este artículo. Se asume que Colombia es un país con un amplio campo de estudio en ciencias naturales, debido a su biodiversidad que se puede desaprovechar por falta de estímulos, oportunidades, fomento e investigación básica. Por lo tanto, sería una vergüenza que después de mucho esfuerzo se cuente con áreas silvestres, pero no con los seres humanos que las conozcan (Vaughan & McCoy, 1995).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se hizo con apoyo de la Universidad del Quindío, Facultad de Ciencias Básicas Programa de Biología-vice rectoría de investigaciones (proyectos No. 993 y 1217). Carlos Pulgarin y Silvana Vélez (Universidad del Quindío-Programa de Biología) por su ayuda en la recopilación de información disponible. Adriana J. Espinosa Ramírez, directora de la escuela de Biología, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Boyacá y Alejandro Reyes, director del departamento Biología, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia por el envío generoso de datos. Raquel I. Ruiz-C. (IUQ) y Cristian Román- P (U. de Arizona, USA) leyeron versiones de éste artículo y plantearon valiosas sugerencias y correcciones. Donald C Taphorn y Cristian Román- P. verificaron el resumen en inglés. Dos revisores anónimos por sus lecturas críticas y sugerencias planteadas al presente artículo, que mejoraron en contenido y presentación.

CONFLICTO DE INTERESES

El autor declara no tener conflicto de intereses

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acero, A.** 1988. Andrés Posada Arango, pionero de la ictiología en Colombia. Actual. Biol. 17(63): 49-54.
- Aycardi Morinelli, M. P.** 2017. La formación profesional del Biólogo en Colombia frente a las tendencias contemporáneas y las realidades de Colombia. Oratores 4:105-124.
- Correa de Restrepo, M.** 2005. Departamento de Biología: su memoria histórica. Acta Biol. Colomb.10 (1):45-66.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe).** Disponible en: <https://www.cepal.org/es/comunicados/america-latina-caribe-rezagada-investigacion-desarrollo>. Acceso el 6 de diciembre de 2024.
- CPB (Consejo Profesional de Biología).** 2024. www.consejoprofesionaldebiologia.gov.co. Acceso el 2 de diciembre de 2024.
- Chapman, F. M.** 1917. The distribution of Bird-Life in Colombia. A Contribution to a Biological survey of South America. Bull. Amer. Nat. Hist. vol XXXVI
- Chará, J., G. Pedraza, L. Giraldo & D. Hincapié.** 2007. Efecto de los corredores ribereños sobre el estado de quebradas en la zona ganadera del río La Vieja, Colombia. Ágrafa. Am. 45: 72-78.
- Cortés, S.** 1897. Flora de Colombia: comprende la flora terapéutica, la industrial, catálogo de los nombres vulgares de las plantas y una introducción geológica. Edit. Papelería, imprenta y litografía de Samper Matiz, Bogotá.
- Díaz-Piedrahita, S.** 2001. Fray Diego García y los orígenes de la zoología sistemática en Colombia. Rev. Colomb. Cienc. Tecnol. 19 (1): 3-11.
- Dahl, G.** 1971. Los peces del Norte de Colombia. Inderena, Bogotá.
- Eigenmann, C. H.** 1913. Some results from an ichthyological reconnaissance of Colombia, South America. Part II. (Includes 5 separate subtitles). Indiana Univers. Stud. 18: 1-32.
- Eigenmann, C. H.** 1921. The American Characidae. Mem. Mus. Comp. Zool. XLIII (3): 209-310, 28 pls.
- Eigenmann, C. H.** 1922. The fishes of the northwestern South American, including Colombia, Panama and Pacific slopes of Ecuador and Peru, together with appendix upon the fishes of the Rio Meta in Colombia. Mem. Mus. Comp. Zool. 9 (1):1-348.

Eigenmann, C. H. 1927. The American Characidae. Mem. Mus. Comp. Zool. XLIII (4): 311- 428.

Espinosa, J.R. 2021. Historia de dos escuelas: una ilustración del apartheid educativo en Colombia. 207-245. En: Cárdenas, J.C.L. Fergusson & García Villegas (Edit.). 2021. La quinta puerta, de cómo la educación en Colombia agudiza las desigualdades en lugar de remediarlas. Dejusticia, Bogotá.

Galvis Soto, D. M., M.D. García Gonzales, L.H. Hurtado Tobón & R.M. Méndez Parra. 2016. Modelo para el seguimiento y control de la deserción en la población Universitaria. Universidad del Quindío, Edit. Conceptos Gráficos Ltda., Armenia, Colombia.

García Villegas, G & M.A. Ceballos Bedoya. 2019. La profesión jurídica en Colombia. De Justicia, Bogotá, D.C.

Giraldo, L., J. Chará, Zúñiga, A. Chará-Serna & G. Pedraza. 2014. Impacto del uso del suelo agropecuario sobre macroinvertebrados acuáticos en pequeñas quebradas de la cuenca del río La Vieja (Valle del Cauca, Colombia). Rev. Biol. Trop. 62 (Supl. 2): 203- 219. DOI: 10.15517/rbt.v62i0.15788

Gutiérrez Ardila, D. 2023. Peces geológicos: breve historia de los bagres andinos. Edit. Nomos S.A .Bogotá.

Hernández, R., C. Fernández C. & P. Baptista. 2010. Metodología de la investigación. 5a ed. McGraw-Hill, México DF.

Meyer-Abich, A. 1985. Humboldt. Edit. Salvat, Barcelona, España.

Ministerio de Ciencias y Tecnologías (Min-ciencias). Disponible en https://www.google.com/search?q=presupuesto+ministerio+de+ciencias&rlz=1C1GCEU_esCO821CO821&oq=preseumuesto+del+ministerio+de+ciencias+&aqs=chrome.1.69i57j0i22i30j0i512i546j0i546i649j0i512i546i2.21075j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8. Acceso el 6 de diciembre de 2024

Ministerio de Cultura. Disponible en: https://www.google.com/search?q=presupuesto+ministerio+de+cultura+2024&rlz=1C1GCEU_esCO821CO821&oq=Presupuesto+ministerio+de+cultura&aqs=chrome.0.69i59j69i57j0i512i2j0i22i30i6.8433j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8. Acceso el 6 de diciembre de 2024.

Ministerio de Educacion Nacional (MEN). Disponible en: <https://hecaa.mineducacion.gov.co/consultaspublicas/programas>. Acceso el 22 de nov.de 2021.

Ministerio de educación Nacional (MEN). <https://www.mineducacion.gov.co/CNA/1741/article-186365.html>. Acceso el 27 de nov. de 2024.

Ministerio de justicia. Disponible en: https://www.google.com/search?q=presupuesto+del+ministerio+de+justicia+2024&rlz=1C1GCEU_esCO821CO821&oq=Presupouesto+del+ministerio+de+justicia&aqs=chrome.3.69i57j0i13i512j0i22i30i3j0i512i546i3.10603j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8. Acceso el 6 de diciembre de 2024

Ministerio de energía y minas. Disponible en: https://www.google.com/search?q=presupuesto+del+ministerio+de+energia+y+minas+2024&rlz=1C1GCEU_esCO821CO821&oq=presupuesto+ministerio+de+energia&aqs=chrome.2.69i57j0i22i30i2j0i512i546i2.10739j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8. Acceso el 6 de diciembre de 2024

Ministerio del trabajo. Disponible en: https://www.google.com/search?q=presupuesto+del+ministerio+de+trabajo+2024&rlz=1C1GCEU_esCO821CO821&oq=presupuesto+del+ministario+de+trabajo&aqs=chrome.4.69i57j0i13i512i2j0i22i30i6j0i512i546.13419j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8. Acceso el 6 de diciembre de 2024.

Ministerio de transporte. Disponible en: https://www.google.com/search?q=presupuesto+ministerio+de+transporte+2024&rlz=1C1GCEU_esCO821CO821&oq=Presupuesto+ministreriop+de+transporte&aqs=chrome.1.69i57j0i13i512i2j0i13i30i2j0i512i546.9739j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8. Acceso el 6 de diciembre de 2024

Miles, C.1947. Los peces del Rio Magdalena, Edit. Gráfico, Bogotá.

Monge-Nájera, J. & V. Nielsen. 2005. The countries and languages that dominate biological research at the beginning of the 21st century. Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol.) 53: 283-294. www.tropiweb.com.

Pantoja Agreda, C. H. (2018). La enseñanza de la Biología en Colombia 1960-2000. Rev. Hist. y Educ. Colombia 21: 141-162.

- Posada Arango, A.** 1909. Estudios científicos. Imprenta oficial, Medellín.
- Prieto, M J.** 2017. Pensar la ciencia desde la Biología: una visión evolutiva del conocimiento biológico. Edic. de la Universitat de Barcelona, España.
- Puigdoménech, P.** 2021. Por qué y cómo se hace la ciencia. CSIC, Madrid, España.
- Rivera-Rondón, C., L. Valderrama, S. Baena, S. Prada-Pedrerros, J. Chará, C. Valdés, Y. Díaz, M. Gómez, S. Muñoz, E. Pedraza, A. Pérez-Mayorga, L. Giraldo.** 2009. Efecto de los sistemas productivos sobre la calidad del agua y la diversidad en ríos de la Ecoregión Cafetera. En: Rodríguez, J., J. Camargo, J. Niño, A. Pineda, L. Arias, M. Echeverry, C. Miranda. (Eds.). Valoración de la biodiversidad en la Ecoregión del eje cafetero. Centro de investigaciones y estudios en biodiversidad y recursos genéticos (CIEBREG), Pereira. Roldán, G. P. 1973. La enseñanza de la Biología: La ecología en la enseñanza de la Biología. Actual. Biol. 2(6): 93-96.
- Ruiz-C., R., C. Román-Valencia & C. H. González-E.** 2018. Territorio y cambio climático en el departamento del quindío, Colombia. Gestión y Ambiente. 21:163-176. DOI: <https://doi.org/10.15446/ga.v21n2.71501>.
- Sarmiento Palacio, E.** 2017. Lecturas sobre producción, capital y salario. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Silva Numa, S.** 2024. El Minciencias y los reclamos de las ciencias básicas. El Espectador, domingo 28 de julio, 40160: 50-51. Disponible en: www.elespectador.com
- Universidad Nacional** **Universidad Nacional de Colombia.** Disponible en: <https://estudiantes.unal.edu.co>. Acceso el 19 de nov. de 2021.
- Universidad del Cauca.** Disponible en: <http://www.unicauca.edu.co/versionP/pregrado>. Acceso el 22 de nov. de 2021.
- Universidad Surcolombiana.** Disponible en: <https://contenidos.usco.edu.co/ciencias-exactas-y-naturales/index.php/programas/pregrado/biologia-aplicada>. Acceso el 22 de nov. de 2021.
- Universidad Tecnológica del Chocó** "Diego Luis Córdoba". Disponible en: <https://www.utch.edu.co/nueva/contactenos-biologia>. Acceso el 22 de nov. de 2021.
- Universidad del Atlántico.** Disponible en: <https://www.uniatlantico.edu.co/uatlantico/>. Acceso el 22 de nov. de 2021.
- Universidad del Magdalena .** Disponible en: <https://unimagdalena.edu.co/OfertaAcademica/Pregrado?nivel=1>. Acceso el 22 de nov. de 2021.
- Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, UPTC.** Disponible en: http://www.uptc.edu.co/facultades/f_ciencias/pregrado/biologia/inf_adicional/index.html. Acceso el 23 de nov. de 2021.
- Universidad Incca de Colombia.** Disponible en: <https://www.unincca.edu.co/index.php/biologia/>. Acceso el 23 de nov. de 2021.
- Universidad de Pamplona.** Disponible en: <https://www.unipamplona.edu.co/>. Acceso el 23 de noviembre de 2021.
- Universidad de Caldas.** Disponible en: Universidad de Caldas: <https://www.ucaldas.edu.co/portal/>. Acceso el 24 de nov de 2021.
- Uribe, J A.** 1912. Cuadros de la Naturaleza, primera serie, Imprente editorial, Medellín, Colombia.
- Vaughan, C. & R.M. Mc Coy.** 1995. Los naturalistas están muriendo. Vida Silvestre neotropical 4:84.
- Younes Velosa, C.** 2024. Claves de la crisis de la financiación en ciencia, tecnología e innovación en Colombia. Periódico UNAL. Disponible en: <https://periodico.unal.edu.co/articulos/claves-de-la-crisis-de-la-financiacion-en-ciencia-tecnologia-e-innovacion-en-colombia>. Acceso el 28 de noviembre de 2024.

Editor Científico/ Scientific Editor: Maria Elice Brzezinski Prestesi, Universidad de São Paulo – São Paulo – Brasil

Recebido / Recibido / Received: 05.08.2024

Revisado / Revised: 11.11.2024

Aceito / Aceptado / Accepted: 11.02.2025

Publicado / Published: 10.06.2025

DOI: 10.5216/rbn.v22iesp.79690

Dados disponíveis / Datos disponibles / Available data: Repository not informed