

ARTÍCULO ORIGINAL

Diagnóstico etiológico y epidemiología de la cromoblastomicosis

Dianiley García Gómez¹ , Noira Durán Morera¹ , José Antonio Rodríguez Rodríguez² 
, Leisky Mesa Coello² , Daniel Artilles Martínez² 

¹Hospital Provincial Ginecoobstétrico Universitario “Mariana Grajales”

²Hospital Provincial Clínico Quirúrgico Universitario “Arnaldo Milián Castro”

*Dianiley García Gómez. diagg@infomed.sld.cu

Recibido: 12/11/2021 - Aprobado: 26/02/2022

RESUMEN

Introducción: la cromoblastomicosis es una micosis subcutánea, crónica, causada por un grupo de hongos dematiáceos; *Fonsecaea pedrosoi* es de los agentes etiológicos más frecuentes, está presente en climas tropicales, de abundante vegetación. El diagnóstico se basa en tres pilares fundamentales: el clínico-epidemiológico, el de Anatomía Patológica y el microbiológico.

Objetivo: describir el diagnóstico etiológico y las variables epidemiológicas de interés de la enfermedad en la Provincia de Villa Clara durante el período de 2003 a 2018.

Métodos: estudio descriptivo, transversal en una población de 47 pacientes. Como medida de resumen se utilizaron las frecuencias absolutas y relativas y para la exploración espaciotemporal la técnica de Kulldorff.

Resultados: del total de pacientes al 19% se le realizaron estudios micológicos en los que se aislaron las especies *Fonsecaea pedrosoi*, *Cladophialophora carrionii* y *Phialophora verrucosa*. En el Municipio de Manicaragua se identificó un conglomerado espacial verdadero de alta tasa de incidencia. Fue 2,12 veces más frecuente en hombres que en mujeres.

Conclusiones: en la provincia no existe integración clínica, anatomopatológica y microbiológica para el diagnóstico de la cromoblastomicosis; al menos tres agentes etiológicos conocidos, *Fonsecaea pedrosoi*, *Cladophialophora carrionii* y *Phialophora verrucosa*, fueron causa de la enfermedad durante el período estudiado. El Municipio montañoso de Manicaragua constituye un área geográfica de alto riesgo en la provincia. El sexo más afectado por la enfermedad fue el masculino.

Palabras clave: cromoblastomicosis; hongos dematiáceos; dermatomicosis

ABSTRACT

Introduction: Chromoblastomycosis is a chronic subcutaneous mycosis caused by a group of dematiaceous fungi; *Fonsecaea pedrosoi* is one of the most frequent etiological agents and is found in tropical climates with abundant vegetation. The diagnosis is based on three fundamental pillars: clinical-epidemiological, pathological anatomy and microbiological.

Objective: to describe the etiological diagnosis and epidemiological variables of interest of the disease in Villa Clara Province during the period from 2003 to 2018.

Methods: descriptive, cross-sectional study in a population of 47 patients. Absolute and relative frequencies were used as summary measures and the Kulldorff technique was used for spatiotemporal exploration.

Results: from the total number of patients, 19% were submitted to mycological studies in which the species *Fonsecaea pedrosoi*, *Cladophialophora carrionii* and *Phialophora verrucosa* were isolated. In the municipality of Manicaragua, a true spatial cluster with a high incidence rate was identified. It was 2.12 times more frequent in men than in women.

Conclusions: in the province there is no clinical, anatomopathological and microbiological integration for the diagnosis of chromoblastomycosis; at least three known etiological agents, *Fonsecaea pedrosoi*, *Cladophialophora carrionii* and *Phialophora verrucosa*, were the cause of the disease during the period studied. The mountainous municipality of Manicaragua constitutes a high-risk geographical area in the province. The sex most affected by the disease was male.

Key words: chromoblastomycosis; dematiaceous fungi; dermatomycosis

INTRODUCCIÓN

La cromoblastomycosis es una micosis subcutánea, crónica, causada por un grupo de hongos dematiáceos o pigmentados, las especies más frecuentes son *Fonsecaea pedrosoi* (*F. pedrosoi*), *Cladophialophora carrionii* (*C. carrionii*), *Phialophora verrucosa*, *Rhinochrysiella aquaspersa* y *Exophiala dermatitidis*.^(1,2)

Es de distribución cosmopolita, con predominio en climas tropicales y subtropicales⁽³⁾ y son los países como Madagascar, Brasil, México, República Dominicana, Venezuela, India y el sur de China los que contribuyen con la mayoría de los casos.⁽⁴⁾

En Cuba también es frecuente la enfermedad, el primer caso fue informado en 1912 y no se llegó a un diagnóstico etiológico hasta 1941, año en que se aisló la cepa *F. pedrosoi*.⁽⁵⁾ Afecta más a hombres que a mujeres, con mayor frecuencia en campesinos, leñadores y granjeros.⁽⁶⁾

Estos hongos residen en la naturaleza, en el suelo, en los vegetales y, sobre todo, se han aislado en la pulpa de la madera, habitan de preferencia en climas húmedos y cálidos, con temperaturas entre 20 y 25°C.

Los microorganismos penetran en el huésped por traumatismo en la piel y afectan la dermis y el tejido celular subcutáneo, con desarrollo de una lesión local, sin diseminación linfática o hematogena.⁽⁷⁾

El diagnóstico se basa en tres pilares fundamentales: el clínico-epidemiológico, el de Anatomía Patológica y el microbiológico.

Clínicamente se inicia como una pápula o nódulo pequeño, unilateral, generalmente asintomático, que en años de evolución avanza hacia una placa eritematosa con o sin descamación o ulceración, con bordes bien definidos y aspecto verrugoso o papilomatoso, con pequeñas hemorragias que asemejan a puntos negros en su superficie.⁽⁸⁾ El diagnóstico anatomopatológico también pone de manifiesto la presencia de la enfermedad, basado en una reacción inflamatoria supurativa y granulomatosa, en la que se observa fibrosis dérmica e hiperplasia pseudoepiteliomatosa.⁽⁹⁾ El diagnóstico microbiológico, basado en una toma de muestra, el examen directo de la muestra, el cultivo y el microcultivo permite confirmar con certeza el agente causal de la enfermedad,⁽¹⁰⁾ aspecto de gran importancia clínico-epidemiológica y terapéutica debido a la variedad de respuestas al tratamiento que pueden

tener estos microorganismos: *C. carrioni* es más sensible,⁽⁵⁾ mientras que *Fonsecaea spp* constituye el género más resistente y virulento.⁽¹¹⁾

En la Provincia de Villa Clara los médicos de asistencia y de medios diagnósticos conocen la enfermedad, pero no existen precedentes de investigaciones que proporcionen información detallada sobre su epidemiología. Este estudio tiene como objetivo describir el diagnóstico etiológico y las variables epidemiológicas de interés de la enfermedad en la provincia durante el período de 2003 a 2018.

MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo, transversal, en la Provincia de Villa Clara, entre los años 2003 y 2018. La población estuvo constituida por los 47 pacientes diagnosticados con cromoblastomicosis en los laboratorios habilitados con tal fin (Departamentos de Micología de los Laboratorios de Microbiología del Hospital Provincial Ginecoobstétrico Universitario "Mariana Grajales" y del Hospital Provincial Clínico Quirúrgico Universitario "Arnaldo Milián Castro" y el Departamento de Anatomía Patológica de este último hospital).

El diagnóstico microbiológico comenzó con la toma de la muestra por raspado con bisturí de las lesiones escamosas, posteriormente se le realizó examen micológico directo con hidróxido de potasio (KOH) al 20% a las escamas. La forma parasitaria del hongo en forma de células fumagoides o muriformes agrupadas o solas se observó en el microscopio con lente objetivo de 40x, después de un reposo de 30 minutos.

Tras el diagnóstico presuntivo se realizó cultivo a las escamas en tubos con agar sabouraud con cloranfenicol y agar sabouraud con cloranfenicol y cicloheximida y se incubaron a 28⁰C por tres semanas; los resultados fueron observados 15 días después de la incubación.

A las colonias se les realizó microcultivo en medio agar arroz, incubado a 28⁰C por 10 días, con el objetivo de diagnosticar el agente etiológico de acuerdo con su esporulación por microscopía, que podían ser: *F. pedrosoi* (esporulación fialofórica, acroteca y cladospórica de cadenas cortas), *C. carrionii* (esporulación cladospórica de cadenas largas), *Phialophora verrucosa* y *Exophiala dermatitidis* (esporulación fialofórica) y, por último, *Rhinocladiella aquaspersa* (esporulación acroteca).

Para el diagnóstico anatomopatológico la muestra se fijó en formol al 10% por 24 horas, posteriormente se realizaron la descripción macroscópica, el procesamiento técnico y la inclusión en parafina para realizar el corte micrótomo vertical.

Al corte se le realizó la tinción con hematoxilina eosina, se montó en la lámina portaobjetos y por microscopía se realizó el diagnóstico tras la observación de una respuesta inflamatoria del tejido y de presencia de células fumagoides.

Los casos diagnosticados de la enfermedad fueron registrados en libros existentes en estos laboratorios y constituyeron fuente para realizar el análisis a nivel poblacional e individual.

Además de los datos correspondientes a las variables a estudiar, se realizó una triangulación de información referida al flujo de pacientes en los diferentes servicios.

Los valores correspondientes a cada variable fueron llevados a ficheros de datos y procesados con la ayuda de los programas Microsoft Excel 2013, SaTScan versión 9.7⁽¹²⁾ y Mapinfo, versión 7.5., este último para realizar las representaciones cartográficas.

Se hizo uso de la estadística descriptiva (frecuencias absolutas y relativas) y de la técnica de exploración espaciotemporal creada por Kulldorf (programa SaTScan); esta última requirió de tres insumos:

- Archivo de las coordenadas de los municipios de la provincia tomadas del programa Mapinfo
- Archivo de la población correspondiente a los municipios de la provincia en el año 2010
- Archivo de casos nuevos de la enfermedad según el municipio y el año de diagnóstico.

La técnica detectó conglomerados o "clusters" que incluyeron: puramente espaciales, puramente temporales y espaciotemporales.

Para cada conglomerado se obtuvieron estadígrafos: casos observados, casos esperados, tasa de incidencia y riesgo relativo (RR) y la significación estadística (p) asociada, que se evaluó con un nivel de confiabilidad de 95% ($\alpha=0.05$); de modo, que ante un valor de $p \leq \alpha$ se interpretó la existencia de un conglomerado verdadero. El método se basa en técnicas de simulación de Monte Carlo debido al carácter relativamente escaso del evento estudiado.

Los resultados se mostraron en tablas y gráficos.

RESULTADOS

Entre los años 2003 y 2018 fueron diagnosticados en la Provincia de Villa Clara 47 casos de cromoblastomycosis. En ninguno de los pacientes se realizó un estudio integral por parte de los dos servicios, sino indistintamente en uno u otro. El 81% fue atendido en el Servicio de Anatomía Patológica a partir de la remisión de los Especialistas en Dermatología, sin ser valorados previamente en el Servicio de Microbiología. A ninguno de los pacientes atendidos en el Servicio de Anatomía Patológica le precedió un examen micológico negativo. En este subgrupo se confirmó la existencia de la enfermedad, pero sin concluir en agente etiológico.

Del total de pacientes a nueve (19%) se le realizaron estudios micológicos. Entre los enfermos se constató la presencia de *Fonsecaea pedrosoi* (tres), de *Cladophialophora carrionii* (tres) y de *Phialophora verrucosa* (dos). En uno no fue posible concluir el diagnóstico etiológico.

La totalidad de casos diagnosticados durante el período estudiado en la provincia llevó a una tasa de incidencia promedio anual de 0,4 por 100 000 habitantes. La Tabla 1 muestra los conglomerados espaciales, temporales y temporoespaciales con los estadígrafos casos observados, los casos esperados, la tasa de incidencia promedio anual, el riesgo relativo y la probabilidad (p) asociada al conglomerado.

Se identificó un conglomerado temporal verdadero ($p=0,034$) que se mantuvo activo entre los años 2009 y 2013, con un total de 23 casos. Durante ese período el riesgo de enfermar en la provincia fue 2,8 veces superior al riesgo de enfermar durante el resto del tiempo.

En cuanto a la distribución espacial se constató la existencia de un conglomerado verdadero ($p=0,034$) en el Municipio de Manicaragua, en el que fueron diagnosticados 10 casos. La tasa de incidencia promedio anual en esa unidad geográfica, durante los 15 años estudiados, fue de 0,9 por 100 000 habitantes y el riesgo de enfermar 3,4 veces superior al resto del territorio. Se identificaron, además, exceso de casos (conglomerados secundarios) en los Municipios de Encrucijada, Santo Domingo y Placetas.

No se detectaron conglomerados espaciotemporales verdaderos, aunque hubo exceso de casos en el Municipio de Manicaragua entre los años 2008 y 2015, en Placetas entre 2009 y 2012 y en un área geográfica que incluyó los Municipios de Quemado de Güines, Sagua la Grande, Cifuentes, Santo Domingo y Encrucijada entre 2009 y 2011.

Según el sexo la enfermedad se presentó más frecuentemente en el masculino (32, 68%) que en el femenino (15, 32%); se mostró 2,12 veces más entre los varones.

Tabla 1. Conglomerados espaciales, temporales y espaciotemporales de cromoblastomycosis

Conglomerado	Unidad geográfica	Casos observados	Casos esperados	Tasa de incidencia promedio anual*	Riesgo relativo	Probabilidad (p)
Espacial	Manicaragua	10	3,5	0,9	3,4	0,034
	Encrucijada	5	1,8	0,9	3,1	0,380
	Santo Domingo	5	2,7	0,6	2,0	0,882
	Placetas	6	3,7	0,5	1,8	0,956
Temporal	2009-2013	23	12,8	0,6	2,8	0,034
Espacio-temporal	Manicaragua (2008-2015)	8	1,8	1,4	5,4	0,138
	Placeta (2009-2012)	5	0,9	1,8	6,1	0,532
	Quemado de Güines, Sagua la grande, Cifuentes, Santo Domingo, Encrucijada (2009-2011)	7	1,9	1,2	4,4	0,556

*Tasa de incidencia promedio anual por 100 000 habitantes

Fuente: Libros de registro

DISCUSIÓN

Las manifestaciones clínicas, los hallazgos anatomopatológicos de células muriformes marrones y el aislamiento en cultivo de uno de los hongos implicados en esta infección permiten confirmar el diagnóstico de la cromoblastomycosis;⁽⁹⁾ sin embargo, se ha constatado que no siempre existe integración clínica, anatomopatológica y microbiológica para el diagnóstico de la enfermedad.

Los resultados del estudio coinciden con los del que se realizó en un Hospital Nacional de Paraguay, en el que refieren la mayor proporción de diagnósticos de la enfermedad en el Servicio de Anatomía Patológica pero, en esa investigación, se logró un diagnóstico conjunto por ambos servicios en 11 de

los 25 casos diagnosticados.⁽¹³⁾ En la Unidad de Dermatología y la Sección de Microbiología del Laboratorio Central del Hospital San Juan de Dios de Bogotá, Colombia,⁽¹⁴⁾ también se realiza el diagnóstico en conjunto: de 35 pacientes 25 son diagnosticados con la enfermedad por la Especialidad de Microbiología y 29 por la de Anatomía Patológica.

En una investigación que se llevó a cabo en el Centro Dermatológico de Yucatán, México, el 99% de los pacientes son confirmados en el Servicio de Microbiología,⁽¹⁵⁾ mientras que en el estudio que realizaron en el Laboratorio de Micología del Servicio de Dermatología del Hospital Militar Central "Dr. Carlos J. Finlay", de Ciudad de La Habana, Cuba,⁽¹⁶⁾ solo es confirmado el 59% de los pacientes con diagnóstico presuntivo de la enfermedad.

Se desconoce si además de los agentes micológicos aislados en este estudio (*F. pedrosoi*, *C. carrionii* y *Phialophora verrucosa*) pudieran existir otros en la Provincia de Villa Clara debido al bajo número de pacientes que fue atendido en el Servicio de Microbiología durante el período estudiado.

Se han aislado agentes causantes de esta enfermedad en otros países del continente americano. Las tres especies referidas fueron similares a las que se diagnostican en los pacientes estudiados en Paraguay,⁽¹³⁾ por su parte, la investigación que realizan en México informa aislamientos de *F. pedrosoi* y *Fonsecaea spp.*⁽¹⁵⁾ En Colombia⁽¹⁴⁾ solo se obtuvieron en 22 cultivos positivos al género *Fonsecaea*: 18 corresponden a la especie *F. pedrosoi* y cuatro a *Fonsecaea compacta* (*F. compacta*).

En otro estudio que realizan en Cuba⁽¹⁶⁾ predomina el hongo dematiáceo *F. pedrosoi* como el más aislado,⁽¹⁷⁾ seguido de *C. carrionii*, y se obtuvo un aislamiento de *F. compacta*. A diferencia de esto, entre los aislamientos realizados en Villa Clara no se encuentra *F. compacta*, pero es de señalar que con el avance de los estudios moleculares actualmente *F. compacta* no se considera más una especie, sino un mutante de *F. pedrosoi*.⁽¹⁾

En las investigaciones realizadas en México y Paraguay el 84% de los diagnósticos son del sexo masculino;^(13,15) en Colombia⁽¹⁴⁾ es de 97,1% y en el Hospital Militar Central, en Cuba,⁽¹⁶⁾ también predomina este sexo como el más afectado con la enfermedad (55%).

La alta frecuencia del aislamiento de estos hongos en el sexo masculino, como resultado de este y otros estudios, pudiera estar en relación con el rol que usualmente asumen los hombres en las labores agrícolas y por la protección hormonal que presentan las mujeres contra esta enfermedad.

El riesgo de enfermar por cromoblastomycosis varía de 14 por 100 000 en Madagascar a 0,012 por 100 000 en los Estados Unidos; en Brasil la tasa de incidencia estimada de es tres.⁽⁴⁾ En contraste con las tasas de incidencia informadas en diferentes lugares del mundo, el riesgo de padecer la enfermedad en la Provincia de Villa Clara durante el período estudiado fue bajo (0,4 por 100 000 habitantes).

En la exploración espaciotemporal realizada en la Provincia de Villa Clara fue constatada la existencia de un área geográfica de alto riesgo en el Municipio de Manicaragua, que es el menos urbanizado y que se encuentra enclavado en una zona montañosa y que se caracteriza por tener una abundante vegetación y porque su actividad económica fundamental es la agricultura.

Investigadores paraguayos refieren una mayor frecuencia de la enfermedad en áreas montañosas;⁽¹³⁾ en el estudio que realizaron en México el 70,5% de los

diagnosticados se dedican a actividades rurales y la mayoría proviene de zonas con más vegetación.⁽¹⁵⁾

CONCLUSIONES

En la provincia no existe integración clínica, anatomopatológica y microbiológica para el diagnóstico de la cromoblastomycosis y al menos tres agentes etiológicos conocidos (*Fonsecaea pedrosoi*, *Cladophialophora carrionii* y *Phialophora verrucosa*) fueron causa de la enfermedad durante el período estudiado. El Municipio montañoso de Manicaragua constituyó un área geográfica de alto riesgo en la provincia. El sexo más afectado por la enfermedad fue el masculino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bonifaz A. Micología Médica Básica. Vol 1. 5ta ed. México: McGraw-Hill Education; 2015.
2. Walsh TJ, Hayden RT, Larone DH. Larone's Medically Important Fungi. A guide to identification. Vol 1. 6th ed. Estados Unidos: Washington, DC: ASM Press; 2018.
3. Ferrá Torres TM, Florat Gutiérrez D, Flores Salazar SL, Gabriel Coox Y. Cromoblastomycosis. Informe de un caso con localización atípica. Dermatología CMQ [Internet]. 2017 [citado 18/07/2019];15(2):81-83. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/cosmetica/dcm-2017/dcm172d.pdf>
4. Queiroz Telles F. Chromoblastomycosis. A neglected tropical disease. Rev Inst Med Trop Sao Paulo [Internet]. 2015 [citado 18/07/2019];57(Suppl 19):46-50. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4711190/>. <https://dx.doi.org/10.1590/S0036-46652015000700009>
5. Arenas Guzmán R. Micología médica ilustrada. Vol 1. 5ta ed. México: McGraw-Hill; 2014.
6. Moya Duque S. Hongos causantes de cromomycosis. En: Llop Hernández A, Valdés-Dapena MM, Vivanco MG, Zuazo Silva JL. Microbiología y Parasitología Médicas. Ciudad de La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2001. p. 497-499.
7. López López D, Rodríguez Sanz D, Morales Ponce A, Soriano Medrano A. Aproximación al manejo de la patología micótica en el pie. Rev Int Cienc Podol [Internet]. 2015 [citado 18/07/2019];9(1):24-36. Disponible en: <https://revistas.ucm.es/index.php/RICP/article/view/47314>. http://dx.doi.org/10.5209/rev_RICP.2015.v9.n1.47314
8. Gavia Giraldo CM, Cardona Castro N. Esporotricosis y cromoblastomycosis: revisión de la literatura. CES Med [Internet]. 2017 [citado 18/07/2019];31(1):77-91. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2611/261151838009.pdf>. <https://doi.org/10.21615/cesmedicina.31.1.8>
9. Murray PR, Rosenthal KS, Pfaller MA. Micosis subcutáneas. En: Microbiología Médica. 8va ed. España: Elsevier; 2017. p. 617-626.
10. Flores Salazar SL, Ferrá Torres TM, Florat Gutiérrez D, Gabriel Coox Y. Cromomycosis: presentación de un caso. Archivo Médico Camagüey [Internet]. 2018 [citado 24/07/2019];22(2):224-231. Disponible en: <http://revistaamc.sld.cu/index.php/amc/article/view/5545>
11. Pérez Blanco M. Cromoblastomycosis en Venezuela, a 100 años de su descubrimiento. Dermatol Venez [Internet]. 2016 [citado 24/07/2019];54(1):9-13. Disponible en: <http://revista.svderma.org/index.php/ojs/article/view/1361>
12. Kulldorff M. SaTScan™ User Guide [Internet]. Boston: SaTScan™; 2021 [citado 14/02/2021]. Disponible en: <https://www.satscan.org/cgi->

bin/satscan/register.pl/SaTScan_Users_Guide.pdf?todo=process_userguide_download

13. Wattiez V, García J, Aquino N, Insaurralde S, Mendoza G, Celia L, et al. Cromomicosis: casuística del Servicio de Dermatología del Hospital Nacional, periodo 1991-2015. Rev Virtual Soc Parag Med Int [Internet]. 2017 [citado 24/07/2019];4(2):27-33. Disponible en: http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2312-38932017000200027. [https://doi.org/10.18004/rvspmi/2312-3893/2017.04\(02\)27-033](https://doi.org/10.18004/rvspmi/2312-3893/2017.04(02)27-033)
14. Rocha H, Gutiérrez G. A propósito de 35 casos observados en el Hospital San Juan de Dios de Bogotá. Rev Fac Med [Internet]. 1972 [citado 24/03/2020];38(1):50-65. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/revfacmed/article/view/22064/22992>
15. Atoche Diéguez CE, Torres Guerrero E, López González R, Arenas R. Panorama epidemiológico de la cromoblastomicosis en el Centro Dermatológico de Yucatán. Dermatol Rev Mex [Internet]. 2016 [citado 24/07/2019];60(6):459-466. Disponible en: <https://dermatologiarevistamexicana.org.mx/article/panorama-epidemiologico-de-la-cromoblastomicosis-en-el-centro-dermatologico-de-yucatan/>
16. Simón RD, Moya Duque S, Abreu García M. Cromomicosis. Hongos dematiáceos que intervienen en su etiología. Rev Cubana Med [Internet]. 1998 [citado 24/7/2019];37(3):136-140 Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75231998000300002
17. García Gómez D, López Pérez M, Adjudah Truffin C. Diagnóstico microbiológico en un paciente con cromomicosis. Medicentro Electrónica [Internet]. 2020 [citado 22/07/2020];24(3):692-699. Disponible en: <http://www.medicentro.sld.cu/index.php/medicentro/article/view/2928/2605>

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

DGG: Conceptualización, análisis formal, investigación, metodología, visualización, administración del proyecto, recursos, validación, redacción del borrador original, redacción (revisión y edición).

NDM y LMC: Curación de datos, investigación, validación.

JARR: Conceptualización, análisis formal, metodología, supervisión, redacción (revisión y edición).

DAM: Curación de datos, investigación.