

Microbiología del género *Raoultella*, características clínicas y dificultades para su diagnóstico

Alberto Castillo-Macias,^a Amador Flores-Aréchiga,^a
Jorge Llaca-Díaz,^a Fernando Pérez-Chávez,^a Néstor Casillas-Vega^a

Microbiology of genus *Raoultella*, clinical features and difficulties in its diagnosis

The genus *Raoultella*, which belongs to the *Enterobacteriaceae* family, encompasses gram-negative, oxidase-negative, aerobic, encapsulated and motionless bacilli. Currently, four species of this genus have been described: *Raoultella terrigena* (*R. terrigena*), *Raoultella planticola* (*R. planticola*), *Raoultella ornithinolytica* (*R. ornithinolytica*) and *Raoultella electrica* (*R. electrica*), out of which *R. planticola* and *R. ornithinolytica* are the most important because of their probable association as pathogenic agents. The incidence of this genus has been underestimated, given that detecting it is really difficult, since it is misidentified as *Klebsiella* spp. by using manual and automated conventional phenotypic methods. The rapid and correct detection has been increasing since the advent of mass spectrometers (MALDI-TOF MS), which have been used for the differentiation of *Klebsiella* spp. and *Raoultella* spp. Currently 80 cases of bacteremia secondary to *Raoultella* spp. have been identified with different sites of primary infection, which is why it is important to emphasize proper detection in hospitals and healthcare facilities.

El género *Raoultella* se clasificaba en un principio como *Klebsiella* spp.; en 1981 ocurrió su primera descripción como *Klebsiella terrigena* (*K. terrigena*) y *Klebsiella planticola* (*K. planticola*). En el año 1983 se describió la *Klebsiella trevisanii* (*K. trevisanii*) y tres años más tarde se combinaron la *K. planticola* y la *K. trevisanii* en una sola especie denominada *K. planticola*, lo cual se fundamentó en la extensa homología de su ácido desoxirribonucleico, ADN-ADN.¹ Posteriormente, en 1989, se describió la *Klebsiella ornithinolytica* (*K. ornithinolytica*) y para el 2001 el género *Klebsiella* tuvo una reclasificación basada en el análisis del 16S rARN (componente del ácido ribonucleico ribosomal) y en la secuenciación del gen *rpoB*, lo cual dio origen a la identificación de tres nuevas especies del género *Raoultella*: *R. terrigena*, *R. planticola* y *R. ornithinolytica*.² Durante el 2014 se describió la *R. electrica* al observarse en biopelículas anódicas.³ Tratándose de un género de reciente descripción, es importante continuar investigando sus características más representativas y probablemente en un futuro se puedan encontrar nuevas especies que pudieran ser agregadas dentro de este género.

El potencial patogénico de *Raoultella* spp. en enfermedades humanas ha tenido mayor relevancia en los últimos años, en especial la *R. planticola* y la *R. ornithinolytica*; sin embargo, a este tipo de infecciones no se le ha dado la debida atención por la dificultad que presenta su caracterización utilizando métodos fenotípicos convencionales⁴ y aunado a esto, su falsa identificación como *Klebsiella* spp., lo cual resulta problemático para un mejor entendimiento de su epidemiología general y de su comportamiento en el entorno intrahospitalario. La rapidez y su correcta detección ha ido aumentando desde la llegada de espectrómetros de masas (MALDI-TOF MS), los cuales han sido utilizados no solo para su correcta identificación, sino también para la diferenciación entre *Klebsiella* spp. y *Raoultella* spp.⁵

Actualmente se han identificado 80 casos de bacteremia por *Raoultella* spp.,⁶ la mayoría a expensas de *R. ornithinolytica* y *R. planticola*, con diversos sitios de infección primaria; la discriminación de estas dos especies permitirá conocerlas y establecer un control de su diseminación en medios hospitalarios.

El objetivo de esta revisión bibliográfica fue analizar la evidencia científica disponible sobre el género *Raoultella*, reconocer las manifestaciones clínicas en pacientes infectados, referir sus características microbiológicas y la dificultad sobre su correcta identificación.

Keywords

Microbiology
Enterobacteriaceae
Raoultella
Diagnosis

Palabras clave

Microbiología
Enterobacteriaceae
Raoultella
Diagnóstico

Recibido: 28/11/2016

Aceptado: 06/07/2017

^aUniversidad Autónoma de Nuevo León, Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González", Departamento de Patología Clínica. Monterrey, Nuevo León, México

Comunicación con: Néstor Casillas Vega

Teléfono: (81) 8348 5711

Correo electrónico: nestor.casillas.vega@hotmail.com

El género *Raoultella*, perteneciente a la familia *Enterobacteriaceae*, engloba bacilos gram negativos, oxidasa negativos, aeróbicos, encapsulados e inmóviles. Actualmente se han descrito cuatro especies de este género: *Raoultella terrigena* (*R. terrigena*), *Raoultella planticola* (*R. planticola*), *Raoultella ornithinolytica* (*R. ornithinolytica*) y *Raoultella electrica* (*R. electrica*), entre las que la *R. planticola* y la *R. ornithinolytica* son las más importantes por su probable asociación como agentes patógenos. Se ha subestimado la incidencia del género por la dificultad

que presenta su caracterización al ser mal identificado como *Klebsiella* spp., al usar métodos fenotípicos manuales y automatizados convencionales. La rápida y correcta detección de *Raoultella* spp. ha ido aumentando desde la llegada de espectrómetros de masas (MALDI-TOF MS), útiles en la diferenciación entre *Klebsiella* spp. y *Raoultella* spp. Se han identificado 80 casos de bacteremia por *Raoultella* spp., con infección primaria en diversos sitios, por lo que es importante hacer énfasis en su correcta detección en los hospitales y centros de atención médica.

Material y métodos

Se realizó una revisión bibliográfica de los artículos publicados en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science, con un límite temporal desde la descripción del género *Raoultella* hasta el año 2016. La etapa de selección de los artículos se realizó en función de los siguientes criterios: estudios con metodología cuantitativa, revisiones bibliográficas y pronunciamientos de asociaciones profesionales. Se excluyeron estudios con metodología cualitativa, aquellos realizados fuera del ámbito hospitalario, así como estudios cuyo texto no estuviera accesible en su totalidad. Se realizaron los siguientes truncamientos: *Raoultella and identification*, *Raoultella and clinical* y *Raoultella and microbiology*.

El planteamiento de la búsqueda bibliográfica se basó en la obtención de documentación que aportara información sobre el género *Raoultella*, diversos panoramas y contextos clínicos en los que se reportaba, así como la dificultad referida para su correcta identificación, especialmente en los métodos empleados para tal fin. Del total de 176 referencias encontradas, se seleccionaron 30 documentos de interés, se incluyeron estudios aleatorizados, revisiones bibliográficas, estudios observacionales y casos clínicos.

Microbiología del género *Raoultella*

El género *Raoultella*, el cual pertenece a la familia *Enterobacteriaceae*, está compuesto por bacilos gram-negativos, oxidasa negativos, aeróbicos, encapsulados e inmóviles. Son anaerobios facultativos, que tienen ambos tipos de metabolismo, tanto respiratorio como fermentativo, lo cual les da una ventaja biológica sobre otros géneros. Crecen en medio con extracto de carne; el crecimiento a 10 °C es una característica del género, aunque también se presenta en *Klebsiella oxytoca*.

La prueba de Voges-Proskauer siempre es positiva en *Raoultella* spp. y facilita su sospecha e identificación. Estas

especies son oxidasa-negativas, catalasa-positivas y la mayoría utiliza nitrato y glucosa como fuente de carbono. La glucosa es fermentada con la subsecuente producción de ácido y gas, que a su vez produce 2,3-butanediol como producto mayor de la fermentación de la glucosa.⁴ Las especies de este género se pueden recuperar del agua, suelo, plantas y ocasionalmente mucosa de mamíferos, incluidos los humanos.

Características clínicas

El análisis de las características clínicas ha sido problemático y esto es principalmente atribuible a su bajo aislamiento, debido a la dificultad que se presenta al momento de su identificación. Actualmente no se ha reportado sintomatología específica del género *Raoultella*, lo cual puede ser consecuencia de una incorrecta identificación como *Klebsiella* spp. Hasta la fecha, en la literatura se han asociado casos de bacteremia a *Raoultella* spp. y se ha evidenciado su rol como patógeno oportunista que causa infección en tracto biliar en pacientes de la tercera edad, con comorbilidades asociadas (malignidad o procedimiento invasivo),⁷ lo cual nos podría llevar a establecer un vínculo entre las características antes descritas y las manifestaciones clínicas propias del género, por lo que no se descarta su rol como agente causante de enfermedad. Además se ha encontrado un fuerte tropismo por el tracto biliar,⁸ el cual podría establecer su importancia en estas enfermedades, llegando incluso a ser en un futuro un agente causal importante. No se han encontrado diferencias significativas en las manifestaciones clínicas que puedan llegar a ser específicas entre las especies *R. ornithinolytica* y *R. planticola*.^{9,10}

Identificación

Las dificultades que se han presentado para su correcta identificación han llevado a una subestimación de su incidencia y rol patogénico, por lo que no se ha puesto un

enfoque en la búsqueda intencionada del género *Raoultella* spp. Se ha descrito a lo largo de la literatura el problema principal de los sistemas bioquímicos convencionales para la correcta identificación fenotípica y las pruebas de histamina, la D-melecitosa y el crecimiento a 10 °C son las mejores técnicas para mejorar su identificación;^{2,6,11} sin embargo, no son específicas del género.

En el caso de sistemas automatizados, el equipo MicroScan y el API20E, solo se basan en la prueba de la descarboxilación de la ornitina para poder diferenciar entre *K. oxytoca* y *R. ornithinolytica*; no obstante, la *R. planticola* no se incluye en las bases de datos de ambos equipos mencionados. El BD Phoenix (Becton Dickinson Diagnostic Systems, Sparks, MD) es otro sistema automatizado que se ha utilizado, pero también presenta dificultades para identificar el género *Raoultella* y sus especies; además, su base de datos no incluye la *R. planticola*. El VITEK 2 es probablemente el equipo más preciso para su identificación, aunque puede llevar a falsos positivos. Se estableció como método de referencia la reacción en cadena de la polimerasa (PCR); en el caso de la *R. planticola*, se puede utilizar como referencia el ADN genómico de la cepa ATCC 43176 con los primeros KPF2 (5' - AAA GCT GGG GGT ATG TGA CC-3') y KPR4 (5' -GTG ATG GAG TTT TTG TTG C-3'), con base en sus genes *cdc* (GenBank and EMBL, accesión No. M62746) y la secuenciación de genes de B-lactamasas altamente específicos (genes *blaORN* y *blaPLA*),^{12,13} que presentan una homología baja con los genes de *K. pneumoniae* y *K. oxytoca* (67 y 39%, respectivamente), y son altamente específicos, por lo cual pueden ser una alternativa apropiada de las pruebas fenotípicas tradicionales.

También hay otros métodos, como la espectrometría de masas (MALDI-TOF), que identifica correctamente el género y la especie de *Raoultella* spp., con resultados tan favorables que han sido comparables con los métodos de referencia, por lo que se proponen como alternativa a las pruebas fenotípicas.⁴

Raoultella planticola

Se encuentra principalmente en agua y tierra del medio ambiente y no se relaciona con infecciones invasivas en humanos; sin embargo, el número de casos descrito de infecciones por *R. planticola* ha ido en aumento, con casos reportados de colecistitis, infecciones del tracto urinario, bacteremias, infecciones asociadas a catéter venoso central, infecciones de tejidos blandos, pancreatitis, colangitis y neumonías.¹⁴ Se ha estimado que del 9 al 18% de los seres humanos están colonizados por este patógeno.^{15,16} El género *Raoultella* spp. produce descarboxilasa de histidina y se ha visto implicado en intoxicación por consumo de mariscos; sin embargo, su importancia clínica aún no se ha caracterizado.¹⁵ La presencia de factores de virulencia similares a los de *K. pneumoniae* en *R. planticola* se investigó en el año 2000 y se encontraron fimbrias tipo 1 y hemaglutinación sensible a manosa, los cuales se asocian con infecciones severas en pacientes inmunocomprometidos y recién nacidos, por lo que se acepta como especie patógena.¹⁶ Por un periodo largo de tiempo se consideraba como organismo de baja virulencia, pero se han aislado cepas multidrogoresistentes y resistentes a

carbapenémicos de *R. planticola*; aun así, no hay suficientes estudios de patrones de susceptibilidad y características clínicas de infecciones asociadas.¹⁷

Se ha reportado la resistencia a carbapenémicos por la producción de carbapenemasas, entre las que se incluyen B-lactamasas de clase A, B y D.^{18,19,20} Entre los reportes de infecciones causadas por *R. planticola* se han descrito en sangre, colecistitis aguda, pancreatitis, fasciitis necrotizante y neumonías nosocomiales,²¹ lo cual pone en evidencia la variedad de los contextos clínicos con los que se presenta. Para su correcta identificación se han utilizado métodos convencionales sin éxito, por lo que ha habido la necesidad de recurrir a métodos automatizados, pruebas moleculares y espectrometría de masas. Con respecto a los métodos automatizados, el que cuenta con mayor tasa de identificación es el sistema automatizado VITEK 2 (bioMérieux, Marcy-l'Étoile, France). Actualmente se recomienda utilizar técnicas más especializadas, como métodos moleculares y MALDI-TOF.²²

Raoultella ornithinolytica

Este microorganismo se puede encontrar en diversos tipos de ecosistemas y son los acuáticos y los hospitalarios en los que más comúnmente ha podido ser aislado. Se ha reportado la resistencia y sobrevivencia de este microorganismo a la saliva humana.^{23,24} Su potencial patogénico ha generado interés por los reportes de infección en tracto biliar, urinario y bacteremias y ha tenido como factores involucrados su habilidad para adherirse a tejidos humanos, así como para convertir histidina en histamina y producir biopelículas en catéteres urinarios, lo cual representa una ventaja biológica, pero aun así no presenta la debida atención por la dificultad en su identificación al utilizar métodos fenotípicos convencionales (manuales o automatizados).⁴

La *Raoultella ornithinolytica* se ha asociado a comorbilidades como neoplasias malignas, trauma post-uretral y procedimientos invasivos, además de colangitis, infección relacionada con catéteres, infección de tracto biliar, infección de piel, neumonía intrahospitalaria, derrame pleural e infecciones urinarias.²⁵ Con respecto a la susceptibilidad a antimicrobianos, se han reportado gran número de resistencias que pueden ser atribuibles al gen *bla*, lo cual le confiere resistencia a los beta-lactámicos, ciprofloxacino y cotrimoxazol; en ello radica la importancia de un correcto estudio de susceptibilidades en este género y su subsecuente atención. De los casos reportados se ha observado que presenta una mortalidad del 20%,^{23,26} lo cual podría atribuirse a su relación como agente patógeno en pacientes con múltiples comorbilidades. Con respecto a su identificación, esta ha ido mejorando gracias al advenimiento de la espectrometría de masas (MALDI-TOF MS), con la cual se ha podido diferenciar *R. ornithinolytica* de *K. oxytoca*.²⁷

Raoultella terrigena y *Raoultella electrica*

Estas dos especies del género *Raoultella* siguen siendo

controversiales al no haber demostrado aún su probable potencial patogénico y el riesgo que podrían presentar al ser aisladas en un paciente con múltiples contextos clínicos. En el caso de *R. terrigena*, actualmente no se presenta en la literatura una buena evidencia de su riesgo como agente patógeno,^{28,29} ya que al haber pocos reportes de su aislamiento es difícil obtener conclusiones y poder atribuirle comorbilidades, además de comportamiento patogénico como para que sea considerado un agente de estudio de manera rutinaria en centros hospitalarios.³⁰

Con respecto a *R. electrica* al ser una nueva especie recién descrita (año 2014), y sin ser aislada aún en mamíferos, no se le ha podido atribuir algún potencial patogénico; sin embargo, no se debe descartar hasta no tener la suficiente evidencia clínica, ya que en un futuro podría considerarse como agente causal de enfermedad en seres humanos.

Conclusión

En esta revisión bibliográfica se reportan las características clínicas del género *Raoultella* (que ha sido de especial interés por reportes emergentes) y se describe su posible asociación como agente patógeno en bacteremias e infecciones del tracto biliar, así como su vinculación con diversos tipos de comorbilidades; sin embargo, no se debe olvidar su presencia en múltiples y variados contextos clínicos. Es difícil su identificación por pruebas fenotípicas, manuales o automatizadas, por su disminuida o ausente capacidad de expresión de características específicas, especialmente entre el

género *Klebsiella* y *Raoultella*, pero con el advenimiento de métodos moleculares y espectrómetros de masas ha mejorado su identificación y correcto aislamiento, con lo que se ha obtenido la ventaja de la diferenciación entre las dos especies patógenas potenciales, *R. planticola* y *R. ornithinolytica*. La actual asociación patogénica del género *Raoultella* puede generar una pauta y guiar a los clínicos a investigar de forma subsecuente el manejo de un paciente con este patógeno, ya que desconocer su incidencia en la actualidad incide en que sea omitido y no se piense en él en primera instancia como agente causal de enfermedad. Es importante continuar con estudios de este género, tanto en su aislamiento como, más importante, en sus patrones de susceptibilidad a los antimicrobianos, lo cual nos dará diagnósticos más precisos y tratamientos óptimos en pacientes en los que sea aislado.

Agradecimientos

Al personal del Departamento de Patología Clínica de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

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

Referencias

- Gavini F, Izard D, Grimont PAD, Bei A, Ageron E, Leclerc H. Priority of *Klebsiella planticola* Bagley, Seidler, and Brenner 1982 over *Klebsiella trevisanii* Ferragut, Izard, Gavini, Kersters, DeLey, and Leclerc 1983. *Int J Syst Bacteriol.* 1986;36(3):486-8.
- Drancourt M, Bollet C, Carta A, Rousselier P. Phylogenetic analyses of *Klebsiella* species delineate *Klebsiella* and *Raoultella* gen. nov., with description of *Raoultella ornithinolytica* comb. nov., *Raoultella terrigena* comb. nov. and *Raoultella planticola* comb. nov. *Int J Syst Evol Microbiol.* 2001;51(3):925-32.
- Kimura ZI, Chung KM, Itoh H, Hiraishi A, Okabe S. *Raoultella electrica* sp. nov., isolated from anodic biofilms of a glucose-fed microbial fuel cell. *Int J Syst Evol Microbiol.* 2014;64(Pt 4):1384-8.
- Park JS, Hong KH, Lee HJ, Choi SH, Song SH, Song KH, et al. Evaluation of three phenotypic identification systems for clinical isolates of *Raoultella ornithinolytica*. *J Med Microbiol.* 2011;60(4):492-9.
- De Jong E, de Jong AS, Smidts-van den Berg N, Rentenaar RJ. Differentiation of *Raoultella ornithinolytica/planticola* and *Klebsiella oxytoca* clinical isolates by matrix-assisted laser desorption/ionization-time of flight mass spectrometry. *Diagn Microbiol Infect Dis.* 2013;75(4):431-3.
- Ponce-Alonso M, Rodríguez-Rojas L, del Campo R, Cantón R, Morosini MI. Comparison of different methods for identification of species of the genus *Raoultella*: Report of 11 cases of *Raoultella* causing bacteraemia and literature review. *Clin Microbiol Infect.* 2015;22(3):252-7.
- O'Connell K, Kelly J, Nirriain U. A rare case of soft-tissue infection caused by *Raoultella planticola*. *Case Rep Med.* 2010;2010:2-4.
- De Jong E, Erkens-Hulshof S, van der Velden LBJ, Voss A, Bosboom R, Hodiament CJ, et al. Predominant association of *Raoultella* bacteremia with diseases of the biliary tract. *Scand J Infect Dis.* 2014;46(2):141-3.
- Haruki Y, Hagiya H, Sakuma A, Murase T, Sugiyama T, Kondo S. Clinical characteristics of *Raoultella ornithinolytica* bacteremia: a case series and literature review. *J Infect Chemother.* 2014;20(9):589-91.
- Śekowska A. *Raoultella* spp.-Clinical significance, infections and susceptibility to antibiotics. *Folia Microbiol (Praha).* 2017; 62(3):221-7. doi: 10.1007/s12223-016-0490-7.
- Alves MS, Dias RC, de Castro AC, Riley LW, Moreira BM. Identification of Clinical Isolates of Indole-positive and indole-negative *Klebsiella* spp. *J Clin Microbiol.* 2006;44(10):3640-6.
- Walckenaer E, Poirel L, Leflon-Guibout V, Nordmann P, Nicolas-Chanoine MH. Genetic and biochemical characterization of the chromosomal class A beta-lactamases of *Raoultella* (formerly *Klebsiella*) *planticola* and *Raoultella ornithinolytica*. *Antimicrob Agents Chemother.* 2004;48(1):305-12.
- Walckenaer E, Leflon-Guibout V, Nicolas-Chanoine MH. How to identify *Raoultella* spp. including *R. ornithinolytica* isolates negative for ornithine decarboxylase? The reliability of the chromosomal *bla* gene. *J Microbiol Methods.* 2008;75(3):405-10. doi: 10.1016/j.mimet.2008.07.011.

14. Cho YJ, Jung EJ, Seong JS, Woo YM, Jin B, Kang YM, et al. A Case of Pneumonia Caused by *Raoultella planticola*. *Tuberc Respir Dis (Seoul)*. 2016;79(1):42-5. doi: 10.4046/trd.2016.79.1.42.
15. Podschun R, Fischer A, Ullman U. Expression of putative virulence factors by clinical isolates of *Klebsiella planticola*. *J Med Microbiol*. 2000;49(2):115-9.
16. Westbrook GL, O'Hara CM, Roman SB, Miller JM. Incidence and identification of *Klebsiella planticola* in clinical isolates with emphasis on newborns. *J Clin Microbiol*. 2000;38(4):1495-7.
17. Puerta-Fernandez S, Miralles-Linares F, Sanchez-Simonet M V., Bernal-Lopez MR, Gomez-Huelgas R. *Raoultella planticola* bacteraemia secondary to gastroenteritis. *Clin Microbiol Infect*. 2013;19(5):E236-7. Disponible en [https://www.clinicalmicrobiologyandinfection.com/article/S1198-743X\(14\)60528-0/pdf](https://www.clinicalmicrobiologyandinfection.com/article/S1198-743X(14)60528-0/pdf)
18. Castanheira M, Deshpande LM, DiPersio JR, Kang J, Weinstein MP, Jones RN. First descriptions of blaKPC in *Raoultella* spp. (*R. planticola* and *R. ornithinolytica*): Report from the SENTRY antimicrobial surveillance program. *J Clin Microbiol*. 2009;47(12):4129-30.
19. Tseng SP, Wang JT, Liang CY, Lee PS, Chen YC, Lu PL. First report of blaIMP-8 in *Raoultella planticola*. *Antimicrob Agents Chemother*. 2014;58(1):593-5.
20. Österblad M, Kirveskari J, Hakanen AJ, Tissari P, Vaara M, Jalava J. Carbapenemase-producing Enterobacteriaceae in Finland: the first years (2008-11). *J Antimicrob Chemother*. 2012;67(12):2860-4.
21. Yokota K, Gomi H, Miura Y, Sugano K, Morisawa Y. Cholangitis with septic shock caused by *Raoultella planticola*. *J Med Microbiol*. 2012;61(3):446-9.
22. Granier SA, Leflon-Guibout V, Goldstein FW, Nicolas-Chanoine MH. Enterobacterial repetitive intergenic consensus 1R PCR assay for detection of *Raoultella* sp. Isolates among strains identified as *Klebsiella oxytoca* in the clinical laboratory. *J Clin Microbiol*. 2003; 41(4):1740-2.
23. Seng P, Boushab BM, Romain F, Gouriet F, Bruder N, Martin C, et al. Emerging role of *Raoultella ornithinolytica* in human infections: A series of cases and review of the literature. *Int J Infect Dis*. 2016;45:65-71.
24. Sandal G, Ozen M. Fatal *Raoultella ornithinolytica* sepsis and purpura fulminans in a preterm newborn. *Indian J Paediatr Dermatology* [Internet]. 2014;15(1):24-6. Disponible en <http://www.ijpd.in/text.asp?2014/15/1/24/131833>
25. Nakasone ES, Kaneshiro R, Min K, Tokeshi J. Emergence of *Raoultella ornithinolytica* on O'ahu: a case of community-acquired *R. ornithinolytica* urinary tract infection. *Hawaii J Med Public Health*. 2015;74(5): 174-5.
26. Boattini M, Almeida A, Cardoso C, Cruz CS, Machado C, Vesza Z, et al. Infections on the rise: *Raoultella* spp., clinical and microbiological findings from a retrospective study, 2010-2014. *Infect Dis (Lond)*. 2016;48(1):87-91.
27. Richter SS, Sercia L, Branda JA, Burnham C-AD, Bythrow M, Ferraro MJ, et al. Identification of Enterobacteriaceae by matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry using the VITEK MS system. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*. 2013 Dec;32(12):1571-8.
28. Yu VCH, Yu PHF, Ho KC, Lee FWF. Isolation and identification of a new tetrodotoxin-producing bacterial species, *Raoultella terrigena*, from Hong Kong marine puffer fish *Takifugu niphobles*. *Mar Drugs*. 2011;9(11): 2384-96.
29. Wang Y, Jiang X, Xu Z, Ying C, Yu W, Xiao Y. Identification of *Raoultella terrigena* as a Rare Causative Agent of Subungual Abscess Based on 16S rRNA and Housekeeping Gene Sequencing. *Can J Infect Dis Med Microbiol* [Internet]. 2016;2016:1-4. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4917704/>
30. Shaikh MM, Morgan M. Sepsis caused by *Raoultella terrigena*. *JRSM Short Rep*. 2011;2(6):49.

Cómo citar este artículo: Castillo-Macías A, Flores-Aréchiga A, Llaca-Díaz J, Pérez-Chávez F, Casillas-Vega N. Microbiología del género *Raoultella*, características clínicas y dificultades para su diagnóstico. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2018;56(5):486-90.