

## PREVALENCIA DE MICROORGANISMOS AISLADOS EN MUESTRAS DE SECRECIÓN DE PIE DIABÉTICO REMITIDAS AL LABORATORIO CLÍNICO RED DIAGNÓSTICA EN VALENCIA, ESTADO CARABOBO, VENEZUELA

Freddy Guevara <sup>1</sup>, Henry Rea <sup>2</sup>, Isleydi Quiñones <sup>3</sup>,  
Julieta Sánchez <sup>4</sup>, Liliana Ochoa <sup>5</sup>, Edgar Acosta <sup>6</sup>

---

**RESUMEN:** *El pie diabético constituye una alteración de base etiopatogénica neuropática inducida por la hiperglucemia mantenida, en la que con o sin coexistencia de isquemia y previo desencadenante traumático, se produce una lesión y/o ulceración en el pie. El objetivo fue establecer la prevalencia de microorganismos aislados en muestras de secreción de pie diabético derivadas al Laboratorio Clínico Red Diagnóstica en Valencia, estado Carabobo, Venezuela. (2022). La investigación fue no experimental, descriptiva, correlacional y transversal en 56 especímenes de secreciones de heridas de pie diabético de adultos de ambos sexos. El cultivo se realizó en agares sangre y chocolate, así como también en los medios MacConkey y Sabouraud. A todos los aislados se les realizó tinción de Gram y fueron identificados en un panel de pruebas bioquímicas. Se empleó el antibiograma para la medición de sensibilidad y resistencia de las bacterias aisladas. De los aislamientos realizados, 86 % fueron bacterias, 12 % bacterias y hongos y 2 % solo hongos. La mayoría de los aislamientos fueron mono microbianas (52,0 %). E. coli (21,4 %), resultó la bacteria más frecuentemente aislada seguida de K. pneumoniae y P. aeruginosa con 17,8 % cada una. El antibiótico con mayor sensibilidad bacteriana a E. coli resultó ser Meropenem y el de mayor resistencia Trimetoprima-Sulfametoxazole. En conclusión, hubo una mayor prevalencia de bacilos Gram negativos en las secreciones de heridas de pie diabético. Además, la bacteria más frecuentemente aislada fue E. coli. Por otro lado, se pudo evidenciar que la Amikacina fue el antibiótico que presentaba mayor sensibilidad a las bacterias aisladas, mientras que el Trimetoprima-Sulfametoxazole resultó ser el que mostró mayor resistencia.*

**PALABRAS CLAVE:** *Pie diabético, E. coli, Meropenem, Amikacina, Trimetoprima-Sulfametoxazole*

**ABSTRACT:** *The diabetic foot is a neuropathic etiopathogenic alteration induced by sustained hyperglycemia, in which with or without the coexistence of ischemia and a previous traumatic trigger, an injury and/or ulceration occurs in the foot. To establish the prevalence of isolated microorganisms in diabetic foot secretion samples derived from the Red Diagnosticas Clinical Laboratory in Valencia, Carabobo state, Venezuela. (2022). The research was non-experimental, descriptive, correlational and cross-sectional in 56 specimens of diabetic foot wound secretions from adults of both sexes. Culture was performed on blood and chocolate agars, as well as on MacConkey and Sabouraud media. All the isolates underwent Gram staining and were identified in a panel of biochemical tests. The antibiogram was used to measure the sensitivity and resistance of the isolated bacteria. Of the isolations carried out, 86% were bacteria, 12% bacteria and fungi and 2% only fungi. Most of the isolates were monomicrobial (52.0%). *E. coli* (21.4%) was the most frequently isolated bacterium, followed by *K. pneumoniae* and *P. aeruginosa* with 17.8% each. The antibiotic with the highest sensitivity to bacterial *E. coli* turned out to be Meropenem and the one with the highest resistance was Trimethoprim-Sulfamethoxazole. There was a higher prevalence of Gram-negative bacilli in diabetic foot wound secretions and the most frequently isolated bacterium was *E. coli*. On the other hand, it was possible to show that Amikacin was the antibiotic that presented the greatest sensitivity to the isolated bacteria, while Trimethoprim-Sulfamethoxazole turned out to be the one that showed the greatest resistance.*

**KEY WORDS:** *Diabetic foot, E. coli, Meropenem, Amikacin, Trimethoprim-Sulfamethoxazole*

<sup>1</sup> Licenciado en Bioanálisis. Laboratorio Clínico Red Diagnóstica C.A. ORCID: 0009-0003-7838-3232.

<sup>2</sup> Licenciado en Bioanálisis. Laboratorio Clínico Red Diagnóstica C.A. ORCID: 0009-0006-0529-3123

<sup>3</sup> Licenciada en Bioanálisis. Laboratorio Clínico Red Diagnóstica C.A. Profesor Instructor. Departamento de Estudios Clínicos de la Escuela de Bioanálisis. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo. ORCID:0009-0006-3609-5074

<sup>4</sup> Licenciada en Bioanálisis. Esp. en Docencia para la Educación Superior. Laboratorio Clínico Red Diagnóstica C.A. Profesor Agregado. Departamento de Microbiología de

la Escuela de Bioanálisis. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo. ORCID:0009-0007-1581-8648

<sup>5</sup> Licenciada en Bioanálisis. Director del Laboratorio Clínico Red Diagnóstica C.A. ORCID:0009-0002-8010-9932

<sup>6</sup> Licenciado en Bioanálisis, M. Sc. Nutrición, Ph. D. Nutrición. Laboratorio Clínico Red Diagnóstica C.A. Profesor titular y Director del Instituto de Investigaciones en Nutrición “Dr. Eleazar Lara Pantin” (INVESNUT-UC). Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo. Venezuela. ORCID: 0000-0001-8478-1243.

Recibido: 12/09/2023

Aprobado: 23/11/2023

## INTRODUCCIÓN

La Diabetes Mellitus (DM) es de origen multifactorial y afecta a toda la población por igual sin distinciones sociales. Su incidencia se incrementa en todo el mundo y en la actualidad casi 500 millones de personas viven con DM, una tercera parte de las cuales son personas mayores de 65 años <sup>1</sup>.

Su prevalencia aumenta notablemente en todo el mundo debido al incremento de factores de riesgo como el sobrepeso, la obesidad y la falta de actividad física. Se estima que, de continuar el aumento de los factores de riesgo, para el 2045 aproximadamente 693 millones de personas padecerán DM <sup>2</sup>.

La calidad de vida de las personas diabéticas se encuentra afectada por la aparición de úlceras en los pies, consecuencia de dos de las complicaciones crónicas más habituales de esta enfermedad, la neuropatía periférica y la insuficiencia vascular periférica <sup>3, 4</sup>. El pie diabético se define como una alteración de base etiopatogénica

neuropática e inducida por la hiperglucemia mantenida, en la que con o sin coexistencia de isquemia y previo desencadenante traumático, se produce una lesión y una ulceración (o ambas) en el pie. Adicionalmente, el pie diabético constituye una de las complicaciones degenerativas que ocasiona invalidez y se presenta en pacientes con una larga evolución y un nivel de autocuidado bajo <sup>5</sup>.

Anualmente, se estima que aproximadamente 4 millones de personas desarrollan úlceras en los pies, tanto diabéticos tipo 1 como tipo 2. La prevalencia, se estima, entre un 1,5 y un 10 %, con variaciones entre los diferentes países del mundo y con una incidencia entre 2,2 y 5,9 %; sin embargo, no existen datos suficientes para establecer su verdadera prevalencia <sup>6</sup>.

En Venezuela, específicamente en el estado Carabobo, se reportó que de una muestra de 800 sujetos con diagnóstico clínico y bacteriológico de pie diabético infectado que acudieron a consulta en un centro médico regional en el año 2012, 428 (53,5%)

presentaron pie diabético grado IV; 121 (15,1%) pie diabético con grado III; 109 pacientes con grado V (22,90%). Grados menores de lesión se encontraron en 93 de ellos (11,6%) con grado II y 49 pacientes con grado I (6,12%). Adicionalmente, se halló que la bacteria más frecuentemente aislada fue *Escherichia coli* (15%)<sup>7</sup>.

La terapia óptima para el control de las infecciones de pie diabético aún no se ha establecido, pero el aislamiento y la identificación del agente microbiano infectante es esencial para una terapia antibiótica apropiada, de acuerdo a los patrones de sensibilidad, para evitar complicaciones crónicas<sup>8, 9</sup>. Se ha demostrado que las cepas que afectan frecuentemente las úlceras del pie diabético incluyen microorganismos aeróbicos y anaeróbicos, lo cual sugiere que la mezcla de especies puede repercutir en la virulencia de las distintas especies bacterianas<sup>10</sup>. El rol patogénico de algunos microorganismos no está del todo claro, como es el caso de *Enterococcus spp.*, *Staphylococcus*

*epidermidis*, *Streptococcus* del grupo viridans y *Corynebacterium spp.*, ya que, si bien han sido descritos como colonizadores, en asociación a otros microorganismos serían capaces de liderar el proceso infeccioso<sup>11, 12</sup>. Las úlceras crónicas infectadas se caracterizan por presentar etiología polimicrobiana, por ende, el uso de antimicrobianos de amplio espectro es el tratamiento recomendado<sup>13</sup>. La prescripción y administración inadecuada de antimicrobianos genera selección de cepas bacterianas resistentes lo que se asocia a mayor probabilidad de mortalidad cuando se compara con infecciones de heridas por bacterias sensibles<sup>14</sup>.

Adicionalmente, algunas investigaciones han reportado como microorganismo más frecuentemente aislado en lesiones de pie diabético a la *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*<sup>7, 15, 16</sup>.

Debido a lo anteriormente planteado, el interés científico en la presente investigación se basó en establecer la prevalencia de microorganismos aislados en

muestras de secreción de pie diabético remitidas al Laboratorio Clínico Red Diagnóstica en Valencia, estado Carabobo, Venezuela.

## MÉTODOS

### Diseño y tipo de investigación

El trabajo de investigación realizado fue de tipo no experimental, descriptiva, correlacional y de corte transversal<sup>17</sup>.

### Población y muestra

La población fue conformada por todos los especímenes de sujetos remitidos al Laboratorio Clínico Red Diagnóstica C.A., en Valencia, estado Carabobo, Venezuela, entre agosto y noviembre de 2022.

La muestra quedó constituida por 56 especímenes de secreciones de heridas de pie diabético de adultos de ambos sexos que fueron remitidas al laboratorio clínico antes mencionado, entre los meses de agosto y noviembre del año 2022. Es importante resaltar, que la muestra fue seleccionada de forma no probabilística.

### Métodos microbiológicos

Una vez tomadas las muestras fueron enviadas al laboratorio para el cultivo de bacterias aerobias en un lapso de tiempo no mayor a una hora. Al llegar al laboratorio se les verificó la calidad y la correcta conservación en el transporte de las muestras. Los especímenes fueron transportados al laboratorio en medios de transportes denominados *culturette* (Medio Stuart [Becton Dickinson]). El cultivo se realizó en agares enriquecidos sangre y chocolate, los cuales fueron incubados a 37 °C por 24 horas en jarras generadoras de microaerofilia, así como también en los medios selectivos y diferenciales MacConkey y Sabouraud a través de la técnica de sembrado por agotamiento en cuatro cuadrantes. Adicionalmente, se inoculó la muestra en caldo de tioglicolato con el fin de recuperar o favorecer el crecimiento de microorganismos nutricionalmente exigentes y así detectar toda posible bacteria causante de la infección. A todas las muestras analizadas se les realizó tinción de Gram y luego, en su momento, fueron identificados en una bacteria de pruebas bioquímicas

como los fueron Kliger Hierro Agar, Simmons Citrate Agar, LIA (Lisina Hierro Agar), MIO (Motilidad, Indol, Ornitina) y Agar Urea Christensen.

#### Pruebas de susceptibilidad

De cada aislado se realizó una suspensión bacteriana al 0,5 de la escala de Mc Farland, en solución salina fisiológica estéril, para la elaboración de la prueba de susceptibilidad por el método de difusión en disco estándar en agar Mueller Hinton, de acuerdo a la National Committee for Clinical Laboratory Standards <sup>18</sup>. Los antibióticos utilizados fueron los que se mencionan a continuación: Ampicilina-/Sulbactam, Colistin, Cloranfenicol, Meropenem, Piperacilina / Tazobactam, Amikacina, Aztreonam, Cefazolina, Cefotaxima, Cefoxitina, Ceftazidima, Ceftriaxona, Cefuroxima, Ciprofloxacina, Clindamicina, Doxiciclina, Eritromicina, Gentamicina, Imipenem, Levofloxacina, Minociclina, Penicilina, Tetraciclina, Trimetoprima/ Sulfametoxazol y Vancomicina, así como también se utilizaron los discos

de EDTA marca Biorad Life Sciences SA y Becton Dickinson BBL sensidisc, con las concentraciones y condiciones recomendadas por el manual (NCCLS, 2002).

#### Análisis estadístico

Los datos fueron presentados en tablas, así como también en figuras y expresados en terminados de medidas de tendencia central y de dispersión, así como también en frecuencias absolutas y relativas. La distribución estadística de los resultados de las variables evaluadas se analizó mediante el Test Kolmogorov-Smirnov. Para la comparación entre grupos se utilizaron las pruebas t de Student y U de Mann-Whitney, mientras que para la comparación de proporciones se emplearon el estadístico Z. Para las asociaciones y correlaciones se utilizaron la prueba de Chi<sup>2</sup>. Y para estudiar la correlación entre variables se utilizó del Test de Pearson y de Spearman. El nivel de significancia utilizado fue de 0,05 ( $p < 0,05$ ). Los datos se procesaron por medio del programa estadístico SPSS versión 23.0 para Windows.

## RESULTADOS

En el presente estudio se analizaron 56 muestras provenientes de secreción de herida de pie diabético, de las cuales 25 (44,6 %) procedían de sujetos del sexo femenino y 31 (55,4 %) del masculino. Las edades de los sujetos de los cuales fueron obtenidas las muestras fueron, en términos de media  $\pm$  desviación estándar, de  $66,4 \pm 11,4$  años. Las edades de los sujetos del sexo masculino fueron de  $61,9 \pm 8,3$  años, mientras que las del femenino de  $70,0 \pm 8,3$  años, siendo estas últimas significativamente superiores a las de los del sexo masculino ( $p=0,006$ ).

Por otro lado, del total de las muestras estudiadas, en 86,0 % de ellas fueron aisladas solo bacterias y en solo 2,0 % de las mismas se aisló únicamente hongos, del resto de las muestras evaluadas (12,0 %) se aislaron bacterias y hongos. Por su parte, se obtuvo que la mayoría de los aislamientos microbianos realizados fueron de características monomicrobianas. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre las frecuencias de los aislamientos

monomicrobianos (52,0 %) y los polimicrobianos (48,0 %) ( $p=0,7895$ ).

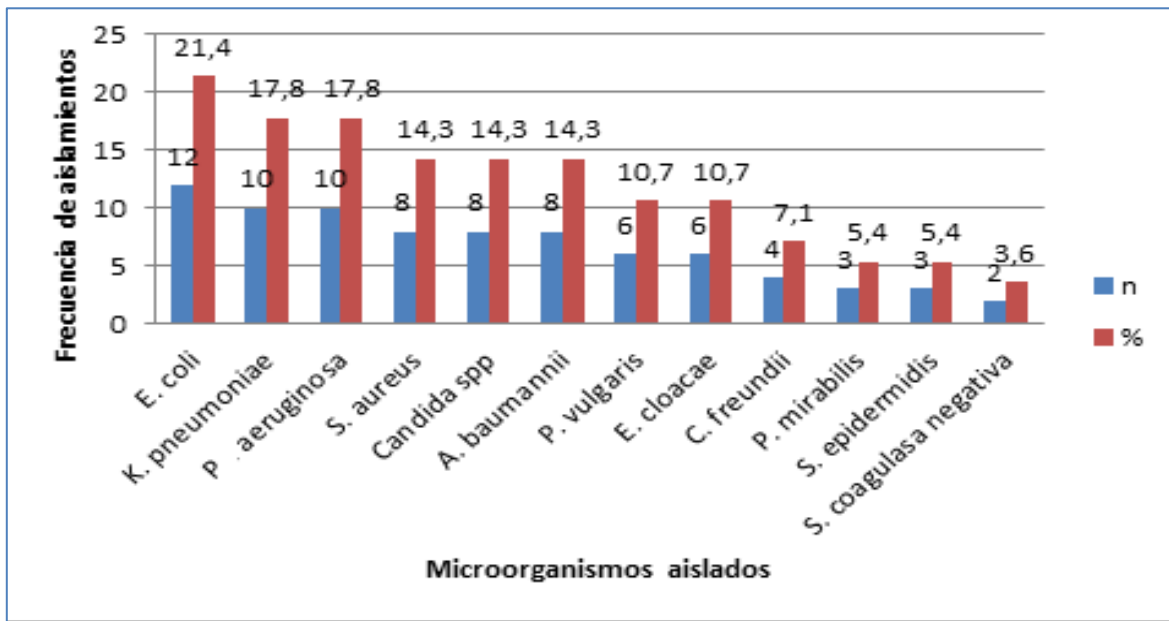
Referente a la frecuencia de aislamientos de microorganismos de las muestras estudiadas, individuales o en combinación con otros microorganismos, la figura 1 revela que entre las primeras 12 bacterias cultivadas *E. coli* resultó ser la bacteria más frecuentemente aislada, seguida de *K. pneumoniae* y *P. aeruginosa*. Luego, se ubicaron *S. aureus*, *A. baumannii*, *P. vulgaris*, *E. cloacae*, *C. freundii*, *P. mirabilis*, *S. epidermidis* y *S. coagulasa* negativa. Es importante resaltar que el hongo más frecuentemente aislado, de forma individual o en combinación con otros microorganismos, resultó ser la *Candida spp*, cuya frecuencia superó a la de las bacterias *A. baumannii*, *P. vulgaris*, *E. cloacae*, *C. freundii*, *P. mirabilis*, *S. epidermidis* y los *S. coagulasa* negativa.

La clasificación bacteriana de los aislamientos realizados sobre secreciones de heridas de pie diabético se muestra en la figura 2. En esta se observa que fueron los bacilos Gram negativos, con más de 4/5 partes de los aislamientos, los

más frecuentemente aislados de esas muestras estudiadas, mostrando diferencias significativas con las frecuencias de aislamientos de los cocos Gram positivos ( $p=0,000$ ).

Por otro lado, la figura 3 muestra la frecuencia de veces en las que los antibióticos empleados para las bacterias más frecuentemente aisladas de las secreciones de heridas de pie diabético fueron sensibles a ellas. Se observa que en

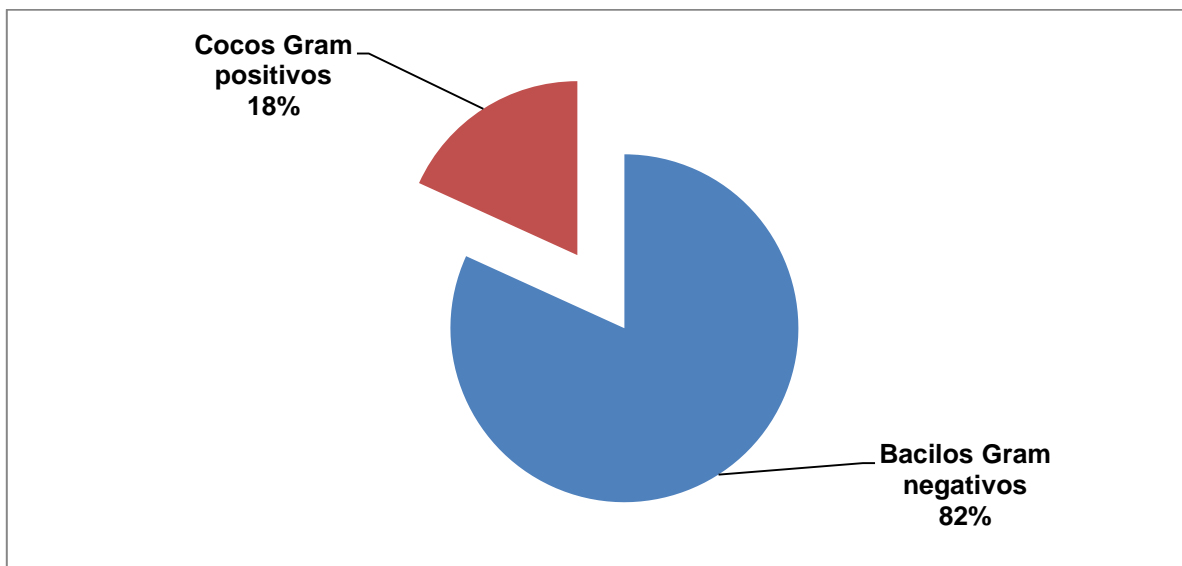
el caso de *E. coli*, el antibiótico Meropenem (MEM) resultó ser el más frecuentemente sensible, mientras que tanto para *K. pneumoniae* y *P. aeruginosa* el antibiótico más frecuentemente sensible resultó ser Amikacina (AK). Por su parte, los antibióticos Gentamicina (GM) y Rifampicina (RA) fueron los que en mayores ocasiones resultaron ser sensibles para *S. aureus*. Finalmente, en el caso de *P. vulgaris* los



**Figura 1.** Frecuencia de aislamientos específicos de microorganismos de muestras de secreción de herida de pie diabético.

**Fuente:** Elaboración propia.





**Figura 2.** Frecuencia de aislamientos bacterianos de muestras de secreción de herida de pie diabético.

**Fuente:** Elaboración propia.

antibióticos que más frecuentemente resultaron sensibles a esta bacteria fueron, en igual número de frecuencia, AK, Cefotaxima (CAZ), Ceftriaxone (CRO) y MEM.

Adicionalmente, en la figura 4 se puede evidenciar que el antibiótico más frecuentemente resistente a *E. coli* resultó ser Trimetoprima-Sulfametoxazole (SXT), así como lo fue el Cefazolin (CZ) para *K. pneumoniae*. También se observa que los antibióticos Levofloxacina (LVX) y Ampicilina-Sulbactam (SAM) fueron los antibióticos resistentes con más frecuencia para las bacterias *P. aeruginosa* y *S. aureus*,

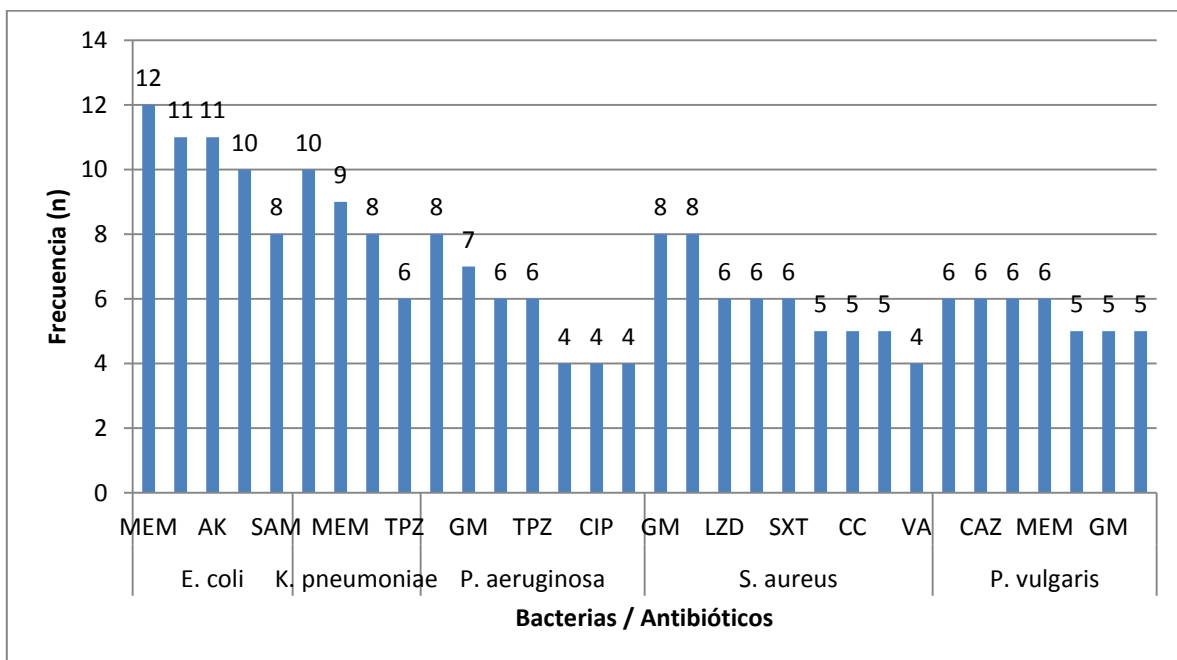
respectivamente. Por su parte, los antibióticos SAM, CZ, Ciprofloxacina (CIP), LVX y STX presentaron la misma frecuencia de resistencia para la bacteria *P. vulgaris*.

## DISCUSIÓN

La mayoría de las infecciones fueron de características monomicrobianas y causadas por bacilos Gram negativo. En la actualidad existe evidencia científica de que las heridas de pie diabético, generalmente, muestran combinaciones de microorganismos aeróbicos y anaeróbicos, lo cual puede tener su efecto potenciador de

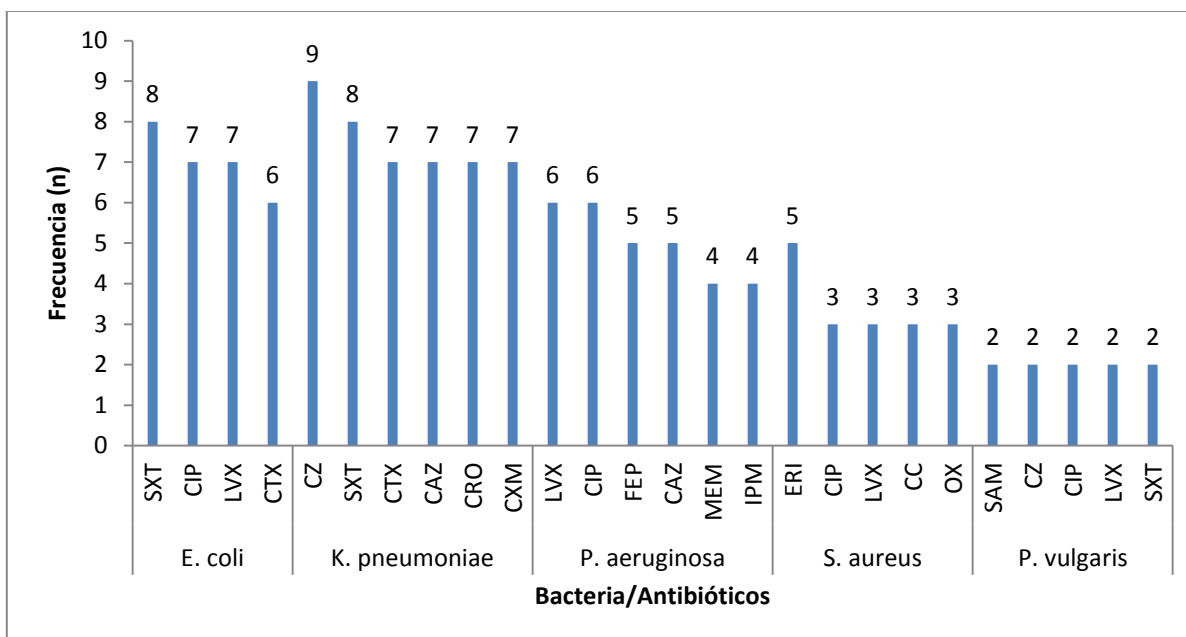
la virulencia de las diferentes especies aisladas <sup>10</sup>. Adicionalmente, diversos trabajos de investigación han podido demostrar que, frecuentemente, los cocos Gram positivo constituyen las especies bacterianas causantes de las infecciones de heridas de pie diabético <sup>11, 12, 19</sup>. Otros trabajos de investigación refieren que, en su mayoría, los bacilos Gram negativo predominaban, por encima de los cocos Gram positivo, en las heridas de pie diabético <sup>20, 21</sup>.

Contrario a lo reportado por Howell-Jones et al (2005) <sup>22</sup>, Percival et al (2018) <sup>23</sup> y Saseedharan et al (2019) <sup>24</sup>, quienes refieren que el microbioma de las úlceras de los pies del diabético es casi siempre polimicrobiano, presentando de 2 a 4 bacterias concomitantes en la infección, en el presente trabajo las infecciones encontradas fueron de características monomicrobianas ( $p>0,05$ ). Adicionalmente, en esta investigación, y en concordancia con lo reportado en otras investigaciones



**Figura 3.** Frecuencia de sensibilidad a antibióticos de las bacterias más frecuentemente aisladas de secreción de herida de pie diabético.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 4.** Frecuencia de resistencia a antibióticos de las bacterias más frecuentemente aisladas de secreción de herida de pie diabético.

**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>20, 21</sup>, pero contrario a lo reportado por otros autores <sup>11, 12, 19, 25</sup>, la mayoría de las infecciones causadas en las heridas de pie diabético resultaron ser por causa de bacilos Gram negativo ( $p < 0,05$ ). Estos resultados sugieren que es probable que el estrato córneo de la piel se encontrara alterado, esto es debido a que cuando el mismo se encuentra intacto sus células superpuestas y solapadas forman una barrera que impide la entrada de microorganismos en la epidermis baja, y su sequedad se opone al

crecimiento de varios microorganismos, tales como bacilos Gram negativo y *Cándida sp*, los cuales requieren de humedad para crecer <sup>26</sup>.

Es importante resaltar que este tipo de infecciones en la piel, en las que se halla la presencia de bacilos Gram negativo aerobios y anaerobios en las úlceras infectadas, propician el desarrollo de una gangrena húmeda rápida y progresiva que de no tratarse oportunamente pudiera ser fatal <sup>25</sup>.

*Escherichia coli* resultó ser la especie bacteriana más

frecuentemente aislada de las secreciones de herida de pie diabético. Una de las complicaciones de la Diabetes Mellitus no controlada que más toma relevancia, es el pie diabético, que resulta en una destrucción de tejidos profundos asociado con alteraciones neurológicas y varios grados de enfermedad vascular periférica, representando un riesgo acumulado por encima del 30,0 % de desarrollar infecciones en las extremidades inferiores a lo largo de la vida <sup>26-29</sup>. Diversos trabajos refieren que los agentes etiológicos más comunes para el pie diabético son *E. coli* <sup>21, 30</sup>; especies de *Proteus* <sup>20</sup>; *P. aeruginosa* <sup>23, 31</sup> y *S. aureus* <sup>19, 32, 33</sup>. Es por esto que Blanes et al (2011) <sup>32</sup> refieren que los microorganismos implicados en la etiología de la infección del pie diabético varían según el tipo de infección y determinadas situaciones del paciente (tratamiento antibiótico, lugar de residencia del paciente, manipulación u hospitalizaciones previas, entre otros.).

En la presente investigación la especie más frecuentemente aislada de las secreciones de heridas de pie

diabético resultó ser *E. coli*, seguida por *K. pneumoniae* y *P. Aeruginosa*, todos ellos bacilos Gram negativo. Estos resultados se asemejan a los reportados por Tiwari et al (2012) <sup>30</sup> y Rahim et al (2016) <sup>21</sup>, quienes reportaron que fue la *E. coli* la especie más frecuentemente aislada de heridas de pie diabético en investigaciones realizadas en la India. Sin embargo, los resultados hallados en el presente trabajo contrastan con los reportados por Noor et al (2016) <sup>20</sup> quienes indicaron como el agente infeccioso más prevalente en heridas de pie diabético a las especies de *Proteus*, mientras que Shanmugam et al (2013) <sup>31</sup> y Percival (2018) <sup>23</sup> señalaron a la especie *P. aeruginosa* como la más frecuentemente aisladas de las secreciones de heridas de pie diabético. Adicionalmente, Basualdo (2006) <sup>33</sup>; Rang et al (2016) <sup>34</sup> y Segovia et al (2017) <sup>19</sup> reportaron en sus respectivas investigaciones que el *S. aureus* era la bacteria más aislada de las heridas de pie diabético.

Ante los resultados encontrados en la presente investigación es importante resaltar que existen

determinadas condiciones que favorecen el predominio de las bacterias Gram negativo, entre las cuales se encuentran las úlceras crónicas o severamente infectadas, así como también los ambientes cálidos y húmedos, los cuales pueden constituir condiciones para la proliferación de estos gérmenes Gram negativo<sup>35, 36</sup>. De hecho, en varios estudios de países en desarrollo, se ha notado en los últimos años un aumento en la prevalencia de gérmenes Gram negativo como causa de infección en pie diabético, especialmente en climas cálidos y húmedos, y en determinadas condiciones de higiene y socioculturales<sup>37</sup>.

Los antibióticos a los que resultaron ser más frecuentemente sensibles las bacterias aisladas fueron la AK, el MEM y el Imipenem (IPM), mientras que a los antibióticos que resultaron ser resistentes, con mayor frecuencia, las bacterias aisladas resultaron ser el SXT, la CIP y la LVX. En la presente investigación se pudo evidenciar que, en cuanto al perfil de susceptibilidad antimicrobiana, las bacterias con

mayor sensibilidad a la AK resultaron ser, en orden decreciente de frecuencias, *E. coli*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa* y *P. vulgaris*. Estos resultados son similares a los referidos por Rojas-Solórzano *et al.*, quienes reportaron en el año 2020 que en pacientes con pie diabético de Machala en Ecuador, el antibiótico con mayor sensibilidad resultó ser la AK y entre los de mayor resistencia se encontraba la CIP de primer lugar<sup>38</sup>. De igual forma, los resultados hallados en el presente trabajo se asemejan a los reportados por Espinoza-Tavera *et al.*, en pacientes con pie diabético de Tamaulipas en México (2014)<sup>39</sup>. Dichos autores reportaron que entre los antibióticos con mayor sensibilidad a las bacterias Gram negativas aisladas se encontraban la AK y el IPM. La AK, según publicaciones, es uno de los aminoglucósidos con mayor actividad antimicrobiana, usado en gérmenes gramnegativos usuales contra la *P. aeruginosa*, *Enterobacter*, *Acinetobacter*, siendo útil para el tratamiento de infecciones en pie diabético<sup>40</sup>. Por su parte, se ha descrito que la elevada sensibilidad y

poca resistencia que presenta el IPM frente a las bacterias aisladas de heridas de pie diabético colocan a este fármaco como uno de primera elección en el momento de elegir el tratamiento empírico <sup>41</sup>. Por otro lado, Espinoza-Tavera *et al.*, <sup>39</sup> también reportaron que entre los antibióticos que con mayor resistencia a las bacterias Gram negativas se encontraba el SXT, mientras que Rojas-Solórzano *et al.*, (2020) <sup>38</sup> publicaron que la CIP resultó ser al antibiótico con mayor resistencia a las bacterias aisladas por ellos en secreciones de heridas de pie diabético.

Otros autores han reportado resultados similares a los hallados en la presente investigación <sup>19, 42, 43</sup>.

## CONCLUSIONES

En la presente investigación se pudo evidenciar que hubo una mayor prevalencia de bacilos Gram negativos en las secreciones de heridas de pie diabético y que la bacteria más frecuentemente aislada fue *E. coli*. Por otro lado, se pudo evidenciar que la AK fue el antibiótico que presentaba mayor sensibilidad a

las bacterias aisladas, mientras que el SXT resultó ser el que mostró mayor resistencia.

## FINANCIAMIENTO

Este trabajo fue realizado con la infraestructura, equipos y financiamiento propio del Laboratorio Clínico Red Diagnóstica C.A.

## REFERENCIAS

1. International Diabetes Federation. Atlas de la Federación Internacional de la Diabetes. 8ª edición [Internet]. África: International Diabetes Federation; 2019 [citado 16 de Octubre de 2020]. Disponible en: [https://diabetesatlas.org/upload/resources/previous/files/8/IDF\\_DA\\_8e-ENfinal.pdf](https://diabetesatlas.org/upload/resources/previous/files/8/IDF_DA_8e-ENfinal.pdf)
2. Garizábalo-Dávila CM, Rodríguez Acelas AL, Cañon-Montañez W. Soporte social enfocado a personas con diabetes: una necesidad desde enfermería. *Rev Cuid* 2019; 10(1): e697
3. González-Rodríguez R, Cardentey-García J, Casanova-Moreno MC. Resultados del Heberprot-P® en pacientes con úlceras de pie diabético. *Rev. Arch Med Camagüey* 2015;19(6):13-25.
4. Damas Casani VA, Yovera Aldana M, Seclén Santisteban S. Clasificación de pie en riesgo de ulceración según el

Sistema IWGDF y factores asociados en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 de un hospital peruano. *Rev Med Hered* [Internet]. 2017 Ene [citado 23 Ene 2019]; 28(1):5-12. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1018-130X2017000100002](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1018-130X2017000100002)

5. Calles O, Sánchez M, Miranda T, Villalta D, Paoli M. Factores de riesgo para el desarrollo de pie diabético. *Rev Venez Endocrinol Metab* 2020;18(2): 55-69.

6. Álvarez SE, Mena BK, Faget CO, Conesa-González AI, Domínguez AE. El pie de riesgo de acuerdo con su estratificación en pacientes con diabetes mellitus. *Revista Cubana Endocrinol* 2015; 26(2):158-171.

7. Suárez DG. Prevalencias de las úlceras de pie en los diabéticos. *Revista Cubana de Tecnología en Salud*. 2012;(1):36-42.

8. Richard JL, Sotto A, Lavigne, JP. New insights in diabetic foot infection. *World Journal of Diabetes* 2011. 15:2(2):24-32.

9. Sagray BA, Malhotra S, Steinberg JS. Current therapies for diabetic foot infections and osteomyelitis. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*. 2014. 31(1):57-70.

10. Aburto I, Juliet C, Salas C. El efecto de la polimihexanida con betaína en el biofilm en las úlceras venosas. Instituto

Nacional de Heridas [Internet] 2010 [Consultado el 15 marzo de 2016]. Disponible en: <http://www.inheridas.cl/wp-content/uploads/Revision-ResumenProntosan.pdf>

11. Gastón CP. Biopelículas y heridas: desde la teoría hasta la práctica clínica. *Rev Chil Heridas Ostomias* 2010; 1: 47-56.

12. Hefni H, Ibrahim M R, Attia K M, Moawad MM, El-Ramah A F, Shahin MM, et al. Bacteriological study of diabetic foot infection in Egypt. *J Arab Soc Med* 2012; 8: 26-32.

13. Metcalf DG, Bowler PG, Hurlow J. A clinical algorithm for wound biofilm identification. *Acta Med Croatica* 2016; 70: 73-9.

14. Bowler PG, Welsby S, Towers V, Booth R, Hogarth A, Rowlands V, et al. Multidrug resistant organism, wounds and topical antimicrobial protection. *Int Wound J* 2012; 9: 387-96.

15. Cubillo CM, González, JI, Pérez BA. Prevalencia y sensibilidad de los microorganismos asociados al pie diabético en la clínica “pie diabético” del Hospital Escuela Oscar Danilo Rosales Argüello (HEODRA), León-Nicaragua, durante julio a diciembre 2020. Trabajo de grado para optar al título de Doctor en Medicina. Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua; 2021.

16. Silva V, Marcoleta A, Silva V, Flores D, Aparicio T, Aburto I., et al. Prevalencia y perfil de susceptibilidad antimicrobiana en bacterias aisladas de úlceras crónicas infectadas en adultos. *Rev. Chil. Infectol.* 2018. 35 (2): 16-22.
17. Arias FG. El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. 5<sup>a</sup> ed. Caracas-Venezuela: Episteme; 2012.
18. National Committee for Clinical Laboratory Standards. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing: Twelfth Informational Standard. 2002: 22(1): 18-23.
19. Segovia-Coronel N, Mereles E, Gottardi Aguirre G, Marques-Ramos W, Viana C, Pereira A, et al. Infecciones bacterianas en pacientes con Pie Diabético. Hospital Regional de Ciudad del Este, Paraguay. Año 2015. *Rev Salud Pública Parag.* 2017; (7)2: 9-13.
20. Noor S, Khan RU, Ahmad J. Understanding Diabetic Foot Infection and its Management. *Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev* [Internet]. 2016 [citado 16 de Octubre de 2020]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsx.2016.06.023>
21. Rahim F, Ullah F, Ishfaq M, Afridi AK, Rahman SU, Rahman H. Frequency Of Common Bacteria And Their Antibiotic Sensitivity Pattern In Diabetics Presenting With Foot Ulcer. *J Ayub Med Coll Abbottabad.* 2016;28(3):528–33.
22. Howell-Jones S, Wilson MJ, Hill KE, Howard AJ, Price PE, Thomas DW. Review of the microbiology, antibiotic usage and resistance in chronic skin wound *J Antimicrob Chemother.* 2005;55(2):143-9.
23. Percival SL, Malone M, Mayer D, Salisbury AM, Schultz G. Role of anaerobes in polymicrobial communities and biofilms complicating diabetic foot ulcers. *Int Wound J.* 2018;15(5):776–82.
24. Saseedharan S, Sahu M, Chaddha R, Pathrose E, Bal A, Bhalekar P, et al. Epidemiology of diabetic foot infections in a reference tertiary hospital in India. *Brazilian J Microbiol* [Internet] 2018;49(2):401–6 [citado 16 de Octubre de 2020]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjm.2017.09.003>
25. Cañarte-Alcívar J, Intriago-Ganchozo J, Romero Santillán B. Prevalencia del pie diabético en pacientes atendidos en el Hospital Santo Domingo de los Tsáchilas. *Dominio las Ciencias.* 2016;2(3):201–12.
26. Murray PR, Rosenthal KS, Pfaller MA. *Microbiología médica.* 9<sup>a</sup> ed. Barcelona-España: Elsevier; 2021.
26. Wang HT, Yuan JQ, Zhang B, Dong ML, Mao C, Hu D. Phototherapy for



treating foot ulcers in people with diabetes. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;2017(6).

27. Lazaro García Herrera AL. El pie diabético en cifras. *Apuntes de una epidemia. Rev Médica Electrónica*. 2016;38(4):514–6.

28. Volmer-Thole M, Lobmann R. Neuropathy and diabetic foot syndrome. *Int J Mol Sci*. 2016;17(6).

29. Fernando ME, Crowther RG, Cunningham M, Lazzarini PA, Sangla KS, Golledge J. Lower limb biomechanical characteristics of patients with neuropathic diabetic foot ulcers: The diabetes foot ulcer study protocol. *BMC Endocr Disord* [Internet] [citado 16 de Octubre de 2020] 2015;15(1):1–11. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12902-015-0057-7>

30. Tiwari S, Pratyush DD, Dwivedi A, Gupta SK, Rai M, Singh SK. Microbiological and clinical characteristics of diabetic foot infections in northern India. *J Infect Dev Ctries*. 2012;6(4):329–32.

31. Shanmugam P, Jeya M, Linda SS. The bacteriology of diabetic foot ulcers, with a special reference to multidrug resistant strains. *J Clin Diagnostic Res*. 2013;7(3):441–445.

32. Blanes JI, Clará A, Lozano F, Alcalá D, Doiz E, Merino R, et al. Documento de

consenso sobre el tratamiento de las infecciones en el pie diabético. *Rev Esp Quimioter*. [Internet] 2011; 24(4):233-62 [Citado el 28 de Mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-angiologia-294-articulo-documento-consensosobre-el-tratamiento-S0003317011001556>

33. Basualdo JA. *Microbiología Biomédica*. 2ª ed. Argentina: Atlante; 2006.

34.- Rang HP, Ritter JM, Flower RJ, Henderson G. *Rang y Dale Farmacología*. 8a ed. Barcelona: Elsevier, 2016

35. Pitocco D, Spanu T, Di Leo M, Vitiello R, Rizzi A, Tartaglione L, et al. Diabetic foot infections: a comprehensive overview. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2019 Apr;23(2 Suppl):26-37.

36. Xie X, Bao Y, Ni L, Liu D, Niu S, Lin H, et al. Bacterial Profile and Antibiotic Resistance in Patients with Diabetic Foot Ulcer in Guangzhou, Southern China: Focus on the Differences among Different Wagner's Grades, IDSA/IWGDF Grades and Ulcer Types. *International Journal of Endocrinology*. 2017; 2017: 8694903

37. Spichtler A, Hurwitz B, Armstrong D, Lipsky B. Microbiology of diabetic foot infections: from Louis Pasteur to crime

scene investigation. *BMC Med* 2015; 13: 2-13.

38. Rojas-Solórzano J, Vergara-León Y, Lam-Vivanco A, Cobos-Lara I, Chamaidan-Loayza J, Espinoza FM. Sensibilidad y resistencia bacteriana en pacientes con diagnóstico de pie diabético. *Rev Fac Salud* 2020; 4(6): 3-13.

39. Espinoza-Tavera A, Hernández-Gracia G, Cantú-Ramírez R, Díaz-López A, Ávila-Aguilar S, et al. Prevalencia y perfil de resistencia a antibióticos de microorganismos aislados de infecciones en pie diabético. *Rev Ciencia UAT* 2014; 9(1): 84-87.

40. Montiel M. Simposio Uso adecuado y racional de los antibióticos. *Acta Med Per.* 2006; 23(1): 15–20.

41. Medina-Ochoa E, García-González E, López-Ascencio R, Vásquez C. Tipos de Bacterias en Cultivos de Secreción de Pie Diabético en Pacientes de Manzanillo, Colima, México. *iMedPub Journals.* 2018; 14(2): 1-6.

42. Silva V, Marcoleta A, Silva V, Flores D, Aparicio T, Aburto I, et al. Prevalencia

y perfil de susceptibilidad antimicrobiana en bacterias aisladas de úlceras crónicas infectadas en adultos. *Microbiología* 2017; 9 (2): 23-28.

43. Ruiz-Mercado H, Miranda-Sosa S, González-Higuera J, Ochoa-González F. Microorganismos bacteriológicos más frecuentes y resistencia en las infecciones de pie del diabético en el Hospital Regional “Dr. Valentín Gómez Farías” del ISSSTE, Zapopan, Jalisco. *Revista Mexicana de Angiología* 2007; 25(4): 177-184.

**CORRESPONDENCIA:** Edgar J. Acosta García. Dirección: Instituto de Investigaciones en Nutrición “Dr. Eleazar Lara Pantin” (INVESNUT-UC). Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo. Venezuela. Teléfono: 58 4128935079. Dirección de correo electrónico: edgaracosta1357@hotmail.com.