

## EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN FÚNGICA DE BILLETES EN CORO, ESTADO FALCÓN, VENEZUELA

### EVALUATION OF THE FUNGAL CONTAMINATION OF CURRENCY NOTES IN CORO, FALCON STATE, VENEZUELA

PATRICIA NAVAS-YAMARTE<sup>1</sup>, DALMIRO CAZORLA-PERFETTI<sup>2</sup>, PEDRO MORALES-MORENO<sup>2</sup>,  
MARÍA ACOSTA-QUINTERO<sup>2</sup>

*Universidad Nacional Experimental "Francisco de Miranda", Decanato de Investigaciones, Centro de Investigaciones Biomédicas, <sup>1</sup>Laboratorio de Investigación y Apoyo Docente (LIADSA), <sup>2</sup>Laboratorio de Entomología, Parasitología y Medicina Tropical (LEPAMET), Coro, Venezuela. E-mail: lutzomyia@hotmail.com*

#### RESUMEN

Los billetes son objetos que frecuentemente manipulan e intercambian los humanos, pudiendo representar un vehículo potencial en la transmisión de microorganismos patógenos. Entre junio y julio de 2013, se evaluaron micrológicamente mediante aislamiento y siembra en medio sólido Sabouraud-agar, por la técnica convencional del hisopado, 154 muestras de billetes de bolívares fuertes (Bs.F) de todas las denominaciones, los cuales se obtuvieron al azar en bancos y comercios de Coro, estado Falcón, Venezuela. Se detectó que el 80,52% (124/154) de los billetes presentaron contaminación por uno o más taxones fúngicos, siendo los más frecuentemente observados: *Aspergillus niger* (51,61%), *A. nidulans* (15,58%) y *A. flavus* (13,64%). Los billetes aparentemente limpios y los sucios/mutilados (100%) presentaron porcentajes de contaminación fúngica significativamente mayores que los nuevos (0,0%) ( $\chi^2 = 27,08$ ;  $p = 0,0000$ ). No se encontró una relación estadísticamente significativa entre la denominación, la fecha de emisión de los billetes y los porcentajes de contaminación fúngica ( $p > 0,05$ ). A la luz de los resultados obtenidos, se concluye que los billetes circulantes en la ciudad de Coro pueden potencialmente jugar un papel significativo en la diseminación de enfermedades de etiología fúngica vía fómite. Se recomienda programas de educación para la salud para el manejo y uso del papel moneda.

**PALABRAS CLAVE:** Hongos, papel moneda, fómites.

#### ABSTRACT

Paper currency is one of the objects most handled and exchanged by people, which could be a potential vehicle to transmit pathogenic microorganism. Between June and July 2013, a total of 154 currency notes (bolívares fuertes: Bs.F) from all denominations were randomly selected from trade centers and banks located in Coro, Falcon state, Venezuela. Sabouraud-agar was used as a solid medium for isolation of fungi using the conventional swab technique. One or more fungal taxa were recovered in 80.52% (124/154) of the examined currency notes, and *Aspergillus niger* (51.61%), *A. nidulans* (15.58%) and *A. flavus* (13.64%) were the most common isolated ones. The apparently clean and dirty/mutilated (100%) notes showed significantly higher contamination percentages than mint (0%) ( $\chi^2 = 27.08$ ;  $p < 0.001$ ). There was not a statistically significant association between currency denomination and its emission dates with fungal contamination frequencies ( $p > 0.05$ ). In the light of obtained results, it can be concluded that currency notes circulating in Coro, Falcon state, Venezuela, could serve as a potential means for dissemination of fungal spores. Sanitary education campaigns for the proper use and management of currency paper, is recommended

**KEY WORDS:** Fungi, paper bills, fomites.

#### INTRODUCCIÓN

Los objetos inanimados pueden actuar como fuentes de contaminación vía fómites de una gran variedad de microorganismos patógenos, tales como bacterias, hongos y parásitos (Abrams y Waterman 1972, Uneke y Ogbu 2007, Sahab *et al.* 2012). El dinero, incluyendo billetes y monedas, es uno de los objetos que utilizan e intercambian los humanos más frecuentemente, especialmente durante la adquisición de bienes y servicios, por lo que recorren grandes distancias y son ampliamente manipulados (Betancur *et al.* 2010).

En la actualidad, en Venezuela los billetes de circulación legal son los denominados bolívares fuertes

(Bs.F); el hecho que éstos posean unas dimensiones relativamente extensas (156 mm x 69 mm) y se encuentren elaborados con base de fibras de algodón y lino, con una superficie rugosa y porosa e higroscópica, les provee a los microorganismos patógenos como los hongos, un medio ambiente favorable de crecimiento con áreas de contacto amplias y de fácil adhesión (Betancur *et al.* 2010, Okunbowa y Dede 2010, Vriesekoop *et al.* 2010).

En el papel moneda de varios países del mundo se ha demostrado la presencia de un elevado grado de contaminación por microorganismos patógenos, incluyendo bacterias, hongos y parásitos intestinales, resaltándose la potencialidad que poseen los billetes como

fómites para la transmisión de dichos microorganismos que pueden permanecer viables en su superficie (Abrams y Waterman 1972, Betancur *et al.* 2010, Vriesekoop *et al.* 2010).

Existen varias fuentes por las cuales el papel moneda se puede contaminar con hongos, incluyendo la atmósfera, el suelo, el agua, las máquinas de contar y durante su almacenamiento, uso, manipulación y/o producción (Okungbowa y Dede 2010, Abirami *et al.* 2012, Sahab *et al.* 2012). En este mismo sentido, debe considerarse los comportamientos antihigiénicos de los humanos, existiendo varias maneras por las cuales el papel moneda circulante puede potencialmente contaminarse con esporas fúngicas de interés médico-zoonótico, y convertirse de este modo en fómite para la transmisión ya sea por contacto, oral o inhalación de estos microorganismos patógenos (Murray *et al.* 2009, Okungbowa y Dede 2010). Así, el lavado inapropiado de las manos, o el mojado o lubricación de los dedos con saliva o agua contaminada para el conteo y manipulación de los billetes son ejemplos de lo expuesto (Elom *et al.* 2012, Sahab *et al.* 2012, Yazah *et al.* 2012). Además de esto, el hecho que en Venezuela los billetes, especialmente los de baja denominación, circulan con mucha frecuencia sucios, decolorados, con escrituras, rotos y reparados con cintas adhesivas y/o grapas, incrementa la posibilidad de contaminación fúngica, así como también de otros microorganismos.

En varias entidades federales de Venezuela, incluyendo el estado Falcón y particularmente su capital (Coro), región nor-occidental, se ha detectado la presencia de hongos ambientales especialmente aerófilos, que pueden ocasionar micosis potencialmente fatales, especialmente por especies oportunistas (e.g., *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Mucor*); dichos aislamientos se han realizado tanto en ambientes laborales, hospitalarios o educativos (Centeno y Machado 2004, González *et al.* 2010, Cuenca 2012), así como en humanos (Mata-Essayag *et al.* 2001, Cameli-Rojas *et al.* 2004) y animales (Cermeño *et al.* 2006). Debido a que el papel moneda es manipulado por personas de una amplia variedad de oficios y transacciones, en el presente trabajo se evaluó la contaminación fúngica de billetes de todas las denominaciones que circulan en la ciudad de Coro, estado, Falcón, Venezuela.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio de tipo descriptivo, prospectivo y transversal, se llevó a cabo entre junio y julio de 2013,

en la ciudad de Coro (Lat.: 11°24'N; Long.: 69°40'O), capital del estado Falcón, en la región semiárida septentrional de Venezuela. La región posee una zona bioclimática del tipo Monte Espinoso Tropical (MET), cuyas características ya han sido señaladas en un artículo previo (Acosta *et al.* 2002).

Se recolectaron al azar un total de 124 billetes (bolívares fuertes: BsF) en circulación de todas las denominaciones (Billetes: 2 BsF, 5 BsF, 10 BsF, 20 BsF, 50 BsF y 100 BsF), provenientes de transacciones realizadas en diferentes periodos en bancos, compras y pagos de servicios en locales comerciales, usándose billetes de alta denominación de manera tal de obtener el mayor balance posible. Adicionalmente como grupo control de referencia, se recolectaron directamente del banco cinco ejemplares nuevos no circulantes de cada denominación (n = 30). Los billetes se recolectaban con guantes de goma estériles, y se introducían en bolsas transparentes estériles de plástico, las cuales eran etiquetadas y rotuladas *ad hoc*, y transportadas al Laboratorio de Entomología, Parasitología y Medicina Tropical (LEPAMET), Centro de Investigaciones Biomédicas, Decanato de Investigaciones, Universidad Nacional Experimental “Francisco de Miranda” (UNEFM), Coro, estado Falcón, Venezuela.

En cada billete, se registró la denominación y la fecha de emisión, así como también su condición o aspecto de su estado físico: “limpio”, en la cual el billete posee una apariencia limpia sin otro daño aparente, o “sucio/mutilado”, en la que el billete se encuentra desgastado con impresión defectuosa en más de la mitad de su superficie, o están ostensiblemente dañados con aspecto terroso y/o sostenido con cinta adhesiva (Uneke y Ogbu 2007).

Bajo condiciones de asepsia en campanas de guantes de atmósfera controlada, el aislamiento y siembra de los hongos se llevó a cabo en placas de Petri de 90 mm de diámetro conteniendo medio sólido Sabouraud-agar (Guevara *et al.* 2007). Se empleó la técnica convencional del hisopado (Abrams y Waterman 1972, Campbell 1996, Sahab *et al.* 2012). Para ello, mediante hisopo estéril humedecido con solución salina (0,85%), se frotaba la superficie de los billetes. Inmediatamente, el hisopo se pasaba mediante rastrilleo sobre la superficie del medio Sabouraud (Abrams y Waterman 1972, Campbell 1996, Sahab *et al.* 2012). Las placas de Petri se cultivaron a temperatura ambiente (temperatura: mín. 22°C, máx. 31°C,  $\bar{X}$  = 25,98°C; humedad relativa: mín. 58%, máx. 67%,  $\bar{X}$  = 62,35%) por 7 días. Durante el periodo

de incubación, si emergía un hongo, se aislaba en tubos de ensayo de 20 cm conteniendo medio Sabouraud. La identificación de los aislados fúngicos tipo moho, se hizo mediante características macroscópicas (aspecto, color, crecimiento, pigmentación y superficie), y microscópicas (morfología externa e interna comparada de conidias y células conidiógenas) (Silva-Lacaz *et al.* 1998), empleándose para ello el método de cinta adhesiva transparente con azul de lactofenol (Campbell 1996). Las colonias levaduriformes fueron caracterizadas por macro y micromorfología, con microcultivo en medio agar-Fubá con Tween 80 y agregado de tinta china (Silva-Lacaz *et al.* 1998, Guevara *et al.* 2007, Shinobu-Mesquita *et al.* 2011). Si era posible, los aislamientos fúngicos se identificaban directamente en el cultivo original de la placa de Petri (Silva-Lacaz *et al.* 1998, Sahab *et al.* 2012). Se estimó el número total de unidades formadoras de colonia por placa (UFC/placa) para cada uno de los taxones fúngicos; para ello, se consideró las características macroscópicas de las colonias presentes en las placas por cada especie fúngica en los billetes. Por cada billete se montaron siembras por duplicado.

La significancia entre la contaminación fúngica y las características de los billetes (denominación, fecha de emisión, aspecto físico), se hizo mediante las pruebas de Chi ( $X^2$ ) cuadrado y  $X^2$  de Mantel-Haenzel. Los datos se analizaron mediante paquete estadístico MINITAB versión 13.20 (MiniTab Inc., 2000) y página Web para cálculos estadísticos: StatPages.net (members.aol.com/John p71/javastat.html).

## RESULTADOS

Ciento veinticuatro (80,52 %) de las 154 muestras de billetes estudiadas, presentaron en su superficie esporas de hongos (Tabla 1). Es resaltante que los billetes de todas las denominaciones estuvieron contaminados con varios tipos de taxones de hongos, presentando porcentajes de contaminación elevados (80-82,76%) (Tabla 1); sin embargo, no se encontró una asociación estadísticamente significativa entre la denominación de los billetes y la presencia de esporas fúngicas en su superficie ( $X^2 = 0,01$ ;  $p = 1,0$ ). Las especies del género *Aspergillus*, incluyendo *A. niger* (51,61%), *A. nidulans* (15,58%) y *A. flavus* (13,64%), fueron los taxones fúngicos con mayor frecuencia en los billetes. De los 15 taxones aislados, solamente se detectaron, además de estos últimos señalados, los géneros *Rhizopus* sp., *Trichoderma* sp., *Cladosporium* sp. y *Penicillium* sp. en la superficie de los billetes de todas las denominaciones; por contraste, el género *Fusarium* sp. fue aislado

únicamente en billetes de 20 BsF (Tabla 1). Se aisló un total de 203 UFC/placa, siendo las de *A. niger* (40,39%), *A. nidulans* (13,79%) y *A. flavus* (13,30%) las de mayor frecuencia (Tabla 2).

Cuando se hace el análisis con relación a la condición física aparente del papel moneda, se encontró relación estadísticamente significativa entre esta característica y la contaminación fúngica ( $X^2 = 27,08$ ;  $p = 0,0000$ ). Los billetes nuevos obtenidos directamente del banco, no presentaron esporas en su superficie, mientras que, por contraste, aquellos aparentemente limpios y los billetes sucios y/o mutilados mostraron contaminación fúngica del 100% (Tabla 3).

Con relación a la fecha de emisión, se detectó que todas las ediciones presentaron contaminación por hongos (Tabla 4). A pesar de que los billetes con fechas de emisión más antiguas presentaron mayores cifras de contaminación (2007: 83,33%; 2008: 79,41%) que los de más reciente emisión (2009: 79,07%; 2011: 78,26%), sin embargo, no se encontró una relación estadísticamente significativa entre esta característica y la presencia de esporas fúngicas en la superficie del papel moneda ( $X^2 = 0,05$ ;  $p = 0,99$ ).

## DISCUSIÓN

Las esporas de los hongos pueden ser transportadas, entre otros, por el viento y el agua y pueden permanecer viables durante prolongados periodos ante las condiciones adversas del medio ambiente (Guerrero *et al.* 2003). Y a pesar de que no se tiene evidencia de la transmisión directa de los microorganismos presentes en la superficie de los billetes en casos de infecciones, se debe considerar que potencialmente éstos pueden representar una fuente de contaminación vía fómite en la adquisición de microorganismos patógenos, incluyendo los hongos (Abrams y Waterman 1972, Uneke y Ogbu 2007, Elom *et al.* 2012, Sahab *et al.* 2012); por ello, las autoridades sanitarias deben tener presente este conocimiento para implementar planes de control y vigilancia epidemiológica sobre la calidad microbiológica del papel moneda circulante (Vriesekoop *et al.* 2010). Sin embargo, si se revisa la bibliografía del área, se observa que son realmente escasos los trabajos realizados para determinar la contaminación por hongos con especial énfasis los de importancia médica, en los diferentes tipos de papel moneda que circulan en los países que integran el globo terráqueo, especialmente de América Latina y particularmente Venezuela. Al considerar esto, se tiene que la diversidad de taxones de hongos pueden

variar de país a país, o de región a región dentro de una misma nación, dependiendo de varios factores como por ejemplo los de tipo cultural, climáticos, eco-geográficos, el material de fabricación del papel moneda e inclusive de los métodos de aislamiento y cultivo (Uneke y Ogbu 2007, Vriesekoop *et al.* 2010, Elom *et al.* 2012). En este sentido, la variabilidad de 15 taxones fúngicos aislados en los billetes de Coro, estado Falcón, Venezuela, es mayor que los reportados para los de Nigeria (n = 2-5)

(Kawo *et al.* 2009, Orukotan y Yabaya 2011, Ukwuru y Gabriel 2012, Ogbonda *et al.* 2013), Sudán (n = 8) (Saadabi *et al.* 2010), India (n = 2) (Rote *et al.* 2010), Egipto (n = 9) (Sahab *et al.* 2012), Arabia Saudita (n = 5) (Alwakeel y Nasser 2011), Irak (n = 12) (Abdulla 2013) y Suráfrica (n = 1) (Igumbor *et al.* 2007), pero menor que en otro estudio hecho en la India (n = 57) (Abirami *et al.* 2012).

Tabla 1. Análisis micológico de billetes de acuerdo a su denominación en Coro, estado Falcón, Venezuela.

Tipo de hongo	Denominación							N = 154* Total n; %
	N = 25 2 Bs.F n; %	N = 25 5 Bs.F n; %	N = 25 10 Bs.F n; %	N = 29 20 Bs.F n; %	N = 25 50 Bs.F n; %	N = 25 100 Bs.F n; %		
<i>Aspergillus niger</i>	15; 60,0	20; 80,0	3; 12,0	12; 41,38	9; 36,0	5; 20,0	64; 51,61	
<i>Aspergillus flavus</i>	2; 8,0	4; 16,0	3; 12,0	3; 10,35	4; 16,0	5; 20,0	21; 13,64	
<i>Aspergillus nidulans</i>	2; 8,0	5; 20,0	6; 24,0	5; 17,24	1; 4,0	5; 20,0	24; 15,58	
<i>Aspergillus fumigatus</i>	0; 0,0	3; 12,0	0; 0,0	2; 6,9	0; 0,0	1; 4,0	6; 3,90	
<i>Aspergillus ochraceus</i>	0; 0,0	1; 4,0	2; 8,0	2; 6,9	0; 0,0	0; 0,0	5; 3,25	
<i>Aspergillus sp.</i>	2; 8,0	2; 8,0	2; 8,0	2; 6,9	3; 12,0	0; 0,0	11; 7,14	
<i>Rhizopus sp.</i>	1; 4,0	2; 8,0	2; 8,0	1; 3,45	2; 8,0	3; 12,0	11; 7,14	
<i>Trichoderma sp.</i>	2; 8,0	2; 8,0	1; 4,0	2; 6,9	1; 4,0	5; 20,0	13; 8,44	
<i>Cladosporium sp.</i>	1; 4,0	4; 16,0	3; 12,0	2; 6,9	2; 8,0	2; 8,0	14; 9,09	
<i>Candida sp.</i>	0; 0,0	1; 4,0	1; 4,0	0; 0,0	0; 0,0	1; 4,0	3; 1,95	
<i>Penicillium sp.</i>	2; 8,0	2; 8,0	2; 8,0	2; 6,9	5; 20,0	1; 4,0	14; 9,09	
<i>Saccharomyces sp.</i>	0; 0,0	0; 0,0	0; 0,0	1; 3,45	0; 0,0	2; 8,0	3; 1,95	
<i>Curvularia sp.</i>	0; 0,0	2; 8,0	0; 0,0	0; 0,0	2; 8,0	0; 0,0	4; 2,60	
<i>Mucor sp.</i>	1; 4,0	2; 8,0	0; 0,0	0; 0,0	0; 0,0	2; 8,0	5; 3,25	
<i>Fusarium sp.</i>	0; 0,0	0; 0,0	0; 0,0	0; 0,0	4; 16,0	0; 0,0	4; 2,60	
Total	20; 80,0	20; 80,0	20; 80,0	24; 82,76	20; 80,0	20; 80,0	124; 80,52	

BsF: Bolívares fuertes, N: número de muestras analizadas, n: número de muestras positivas, \* de este total, 30 corresponden a billetes nuevos sin usar, 5 de cada denominación, obtenidos directamente de bancos.

En varios países del mundo (*e.g.*, Nepal, Nigeria, Egipto), se ha detectado que los billetes de más baja denominación presentan significativamente mayores porcentajes de contaminación de microorganismos, incluyendo parásitos intestinales (Uneke y Ogbu 2007, Elom *et al.* 2012), bacterias (Lamichhane *et al.* 2009, Yazah *et al.* 2012) y hongos (Orukotan y Yabaya 2011). Esto se atribuye a que este tipo de billetes se intercambian más frecuentemente entre las personas, especialmente en los estratos socio-económicos menos favorecidos (Elom *et al.* 2012), mientras que los de más alta denominación por lo general las personas los utilizan para sus ahorros, ya sea en hogares o bancos, manteniéndoles por más tiempo fuera del alcance de la contaminación, especialmente de

las manos (Lamichhane *et al.* 2009). Lo descrito contrasta con lo obtenido en el presente estudio, donde los billetes de todas las denominaciones presentaron porcentajes de contaminación fúngica elevados ( $\geq 80\%$ ), lo que sugiere en primer lugar, que todos se encuentran expuestos a similares condiciones de riesgo para su contaminación, y que otros factores pudieran ser similarmente importantes en la adquisición de las esporas fúngicas. Así, como ya se indicó anteriormente, al estar los billetes circulantes en Venezuela fabricados con base en fibras de algodón y lino, les crea a los hongos una superficie rugosa y porosa e higroscópica, con áreas de contacto amplias y de fácil adhesión y humedad (Betancur *et al.* 2010, Vriesekoop *et al.* 2010).

Tabla 2. Número total de Unidades Formadora de Colonias (UFC) por hongos aislados de billetes en Coro, estado Falcón, Venezuela.

Tipo de hongo	n*; %
<i>Aspergillus niger</i>	82; 40,39
<i>Aspergillus flavus</i>	27; 13,30
<i>Aspergillus nidulans</i>	28; 13,79
<i>Aspergillus fumigatus</i>	8; 3,92
<i>Aspergillus ochraceus</i>	6; 2,96
<i>Aspergillus</i> sp.	14; 6,9
<i>Rhizopus</i> sp.	12; 5,91
<i>Trichoderma</i> sp.	17; 8,37
<i>Cladosporium</i> sp.	19; 9,36
<i>Candida</i> sp.	3; 1,48
<i>Penicilium</i> sp.	16; 7,88
<i>Saccharomyces</i> sp.	3; 1,48
<i>Curvularia</i> sp.	4; 1,97
<i>Mucor</i> sp.	6; 2,96
<i>Fusarium</i> sp.	6; 2,96
Total	203; 100,0

\*número total de colonias fúngicas individuales

El estudio demostró asociación significativa entre la contaminación fúngica y la condición física del papel moneda, donde todos los billetes recolectados en circulación, tanto sucios y/o mutilados y con superficies aparentemente limpias, presentaron en su superficie esporas de hongos, lo cual coincide con otros estudios similares (Orukotan y Yabaya 2011, Sahab *et al.* 2012). Esto es importante resaltarlo, ya que los billetes dañados y cubiertos de sucio (tierra), con especial referencia cuando

se mantienen expresamente con cinta adhesiva, al tener en sus superficies los propágulos de los microorganismos patógenos son los que representarían el mayor peligro potencial en su transmisión (Siddique 2003).

No se encontró una relación estadística entre la fecha de emisión de los billetes y la contaminación fúngica, lo que pudiera deberse a que la fecha de su elaboración o impresión no indica específicamente el tiempo de circulación de los billetes (Vriesekoop *et al.* 2010); de hecho, en la muestra se tenían tanto billetes limpios o sucios/mutilados de cualquier fecha de emisión.

Cuando se analizan los factores de riesgo epidemiológico, es importante tomar en cuenta los de tipo cultural en la manipulación del papel moneda, los cuales pueden incrementar las posibilidades de su contaminación con microorganismos patógenos, incluyendo los hongos (Orukotan y Yabaya 2011, Elom *et al.* 2012, Sahab *et al.* 2012). Lo comentado se hace patente en Venezuela, así como también en diversos países de América Latina, África y Asia, donde es ostensible que no existe una educación sanitaria adecuada en el manejo de los billetes, ya sea sin un adecuado lavado de manos especialmente después de la defecación, sin carteras o las mujeres se los colocan dentro del brassier y los hombres en los calcetines, y muchas veces inclusive los introducen en la ropa interior. Además, se debe considerar la poca disponibilidad de los gobiernos para retirar los billetes roídos, dañados o mutilados (Siddique 2003, Uneke y Ogbu 2007, Lamichhane *et al.* 2009).

Resalta el hallazgo que los billetes nuevos obtenidos directamente del banco no exhibieron contaminación por esporas de hongos, lo que pareciera apoyar la estrategia de algunas entidades bancarias, particularmente en Bangladesh, mediante la cual atraen clientes suministrando continuamente billetes nuevos, disminuyéndose de este modo las posibilidades de transmisión por fómites a través del papel moneda (Siddique 2003, Lamichhane *et al.* 2009).

Tabla 3. Contaminación fúngica de 154 muestras de billetes de acuerdo a su estado físico y denominación en Coro, estado Falcón, Venezuela.

Condición física del billete	Denominación												Total	
	2BsF		5BsF		10BsF		20BsF		50 BsF		100 BsF			
	N	n; %	N	n; %	N	n; %	N	n; %	N	n; %	N	n; %	N	n; %
Nuevo*	5	0; 0,0	5	0; 0,0	5	0; 0,0	5	0; 0,0	5	0; 0,0	5	0; 0,0	30	0; 0,0
Limpio	14	14; 100,0	11	11; 100,0	14	14; 100,0	15	15; 100,0	19	19; 100,0	15	15; 100,0	88	88; 100,0
Sucio/mutilado	6	6; 100,0	9	9; 100,0	6	6; 100,0	9	9; 100,0	1	1; 100,0	5	5; 100,0	36	36; 100,0
Total	25	20; 80,0	25	20(80)	25	20; 80,0	29	24; 82,76	25	20; 80,0	25	20; 80,0	154*	124; 80,52

BsF: Bolívars fuertes, N: número de muestras analizadas, n: número de muestras positivas.\*Corresponden a billetes nuevos sin usar, cinco de cada denominación, obtenidos directamente de bancos.

Tabla 4. Contaminación fúngica de 154 muestras de billetes de acuerdo a su año de emisión y denominación en Coro, estado Falcón, Venezuela.

Año de emisión	Denominación												Total	
	2BsF		5BsF		10BsF		20BsF		50 BsF		100 BsF			
	N	n; %	N	n; %	N	n; %	N	n; %	N	n; %	N	n; %	N	n; %
2007	10	8; 80,0	11	9; 81,82	8	7; 87,5	12	10; 83,33	6	5; 83,33	7	6; 85,71	54	45; 83,33
2008	14	11; 78,57	4	3; 75,0	5	4; 80,0	3	3; 100,0	6	5; 83,33	2	1; 50,0	34	27; 79,41
2009	11	11; 100,0	10	8; 80,0	4	3; 75,0	10	8; 80,0	9	7; 77,78	9	7; 77,78	43	34; 79,07
2011	0	0; 0,0	0	0; 0,0	8	6; 75,0	4	3; 75,0	4	3; 75,0	7	6; 85,71	23	18; 78,26
Total	25	20; 80,0	25	20; 80,0	25	20; 80,0	29	24; 82,76	25	20; 80,0	25	20; 80,0	154*	124; 80,52

BsF: Bolívars fuertes, N: número de muestras analizadas, n: número de muestras positivas.\* De este total, 30 corresponden a billetes nuevos sin usar, cinco de cada denominación, obtenidos directamente de bancos.

De todos los aislados fúngicos, destaca el género *Aspergillus* que fue uno de los taxones detectados con mayor frecuencia en los billetes analizados en el presente trabajo, con hasta cinco especies identificadas, y otros aislamientos a los que no se pudo caracterizar por emplearse solamente criterios de morfología comparativa, la cual posee limitaciones si se toma en cuenta que el género lo constituyen más de 200 especies (Geiser *et al.* 2007). Este hallazgo no debería ser sorprendente, ya que es uno de los hongos ambientales de mayor prevalencia en la ciudad de Coro, estado Falcón (Cuenca 2012), y de una amplia distribución y prevalencia en el territorio nacional (Centeno y Machado 2004, González *et al.* 2010). Por otra parte, estos resultados coinciden con estudios similares hechos en papel moneda de otros países (Alwakeel y Nasser 2011, Wanule *et al.* 2011, Abirami *et al.* 2012, Sahab *et al.* 2012, Ukwuru y Gabriel 2012, Abdulla 2013, Ogbonda *et al.* 2013). Por su capacidad para producir enzimas y ácidos orgánicos, este género posee importancia desde el punto de vista económico; sin embargo, algunas especies de *Aspergillus* también poseen relevancia para la Salud Pública, debido que no sólo ocasionan el deterioro y contaminación de los alimentos, sino que también son capaces de producir patologías en tejidos (aspergilosis), tanto en humanos como animales, especialmente en individuos inmunocomprometidos, actuando como patógenos oportunistas (Denning 2006). Desde un punto de vista clínico, las manifestaciones de la aspergilosis se pueden clasificar en cuatro tipos de síntomas: micotoxicosis (micotoxinas), enfermedades alérgicas, colonizaciones saprofiticas o crónicas y enfermedades invasoras o sistémicas (Denning 2006). Las cinco especies detectadas en los billetes circulantes en Coro, estado Falcón, incluyendo *A. niger*, *A. flavus*, *A. nidulans*, *A. ochraceus*, *A. fumigatus*, se encuentran involucradas en casos de aspergilosis humanas, siendo la última de las mencionadas el patógeno más común (Kradin y Mark 2008). *Aspergillus* se encuentra presente en materia orgánica en descomposición, por lo que su presencia en la superficie de los billetes es un indicativo del descuido en su manejo o manipulación, y de su contacto con superficies contaminadas. Esto hace necesario la vigilancia sanitaria del papel moneda circulante.

Después de *Aspergillus*, *Cladosporium* y *Penicillium* con 9,09% cada uno, fueron los taxones fúngicos que se detectaron con mayor frecuencia. Ambos son hongos aerófilos aislados frecuentemente en ambientes del mundo (FBA 2011, Borrego 2012), y particularmente de Coro, estado Falcón (Cuenca 2012), siendo considerados hongos oportunistas que ocasionalmente causan infección

en humanos (cladosporiosis, peniciliosis). Cuando los billetes caen inadvertidamente en el suelo o superficies contaminadas, entran en contacto con las esporas de estos hongos. La mayoría de especies de *Cladosporium* se consideran alérgenos importantes, además de ocasionar casos de meningitis, onicomicosis, queratitis e infecciones dérmicas (Abbott 2002, Borrego 2012). Con relación a *Penicillium*, se ha aislado especialmente de individuos inmunocomprometidos con queratitis, endoftalmitis, otomicosis, necrotizante, neumonía, endocarditis, peritonitis e infecciones urinarias; además, existen especies del género que producen ocratoxina A, la cual es potencialmente embriotóxica, teratogénica, inmunotóxica, nefrotóxica y carcinogénica (Reddy y Bhoola 2010, FBA 2011).

Dentro de los hongos oportunistas del orden Mucorales, cabe destacar el hecho de haberse detectado esporas de *Rhizopus* y *Mucor*, que producen mucormicosis en humanos (Spellberg *et al.* 2005), en 11 (7,14%) y 5 (3,25%) muestras de billetes, respectivamente; prevalencias que son similares que la reportadas en otras áreas del mundo (Kawo *et al.* 2009, Okungbowa y Dede 2010, Alwakeel y Nasser 2011, Orukotan y Yabaya 2011).

Los otros taxones de hongos filamentosos aislados, incluyendo *Trichoderma*, *Curvularia* y *Fusarium*, similarmente son oportunistas de infecciones en individuos inmunodeprimidos, que pueden inclusive llegar a ser fatales (Chouaki *et al.* 2002, Shetty *et al.* 2006, Muhammed *et al.* 2013).

En los billetes analizados en Coro, estado Falcón, también se aislaron levaduras, incluyendo *Candida* y *Saccharomyces*; ambas se detectaron en tan solo tres muestras (1,95%) de papel moneda, lo cual coincide con estudios similares en otros países, donde o se les ha detectado en bajos porcentajes o no se les ha aislado (Igumbor *et al.* 2007, Kawo *et al.* 2009, Rote *et al.* 2010, Saadabi *et al.* 2010, Alwakeel y Nasser 2011, Orukotan y Yabaya 2011, Abirami *et al.* 2012, Sahab *et al.* 2012, Ukwuru y Gabriel 2012, Abdulla 2013, Ogbonda *et al.* 2013); sin embargo, debe considerarse su relevancia para la Salud Pública, debido a que las mismas son levaduras poco usuales como agentes etiológicos oportunistas de micosis invasivas, especialmente de individuos inmunosuprimidos (Miceli *et al.* 2011).

Por todo lo expuesto, y ante el incremento del número de pacientes inmunocomprometidos, estos individuos deben recibir, así como el personal de salud que los atiende, una educación con relación a la posible

transmisión de hongos y microorganismos en general, a través de la manipulación del papel moneda.

A la luz de los resultados obtenidos en el presente estudio, donde se detectó contaminación fúngica en > 80% de una muestra de billetes de todas las denominaciones circulantes en la ciudad de Coro, estado Falcón, Venezuela, donde asiduamente asisten numerosos turistas, sugiere que se corre el riesgo potencial de adquirir infecciones por hongos de interés médico, así como también de otros microorganismos potencialmente patógenos. De aquí que urge la necesidad de implementar programas educativos y didácticos que promuevan la educación para la salud en el manejo y uso apropiado del papel moneda a toda la población endémicamente expuesta. En este mismo sentido, las entidades bancarias deberían aplicar métodos de desinfección (*e.g.*, luz ultravioleta, agentes químicos) de los billetes, reemplazar constantemente los dañados y abusivamente roídos y sucios, e incrementar la utilización de las transacciones monetarias electrónicas y billetes con base en polímeros.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT S. 2002. Molds and other fungi in indoor environments. Summary of biology, known health effects and references. Disponible en línea en: <http://www.precisionenv.com/PDFS/Indoor-Molds1.pdf> (Acceso 29.09.2013).
- ABDULLA S. 2013. Isolation and identification of causative agents from some Iraqi banknote currency. *Ibn Al-Haitham Jour. Pure & Appl. Sci.* 26(1):75-81.
- ABIRAMI B, KUMAR T, SARAVANAMUTHU R. 2012. Studies on the fungal flora of Indian currency. *Asian J. Res. Pharm. Sci.* 2(1):33-36.
- ABRAMS B, WATERMAN B. 1972. Dirty money. *J. Am. Med. Assoc.* 219(9):1202-1203.
- ACOSTA M, CAZORLA D, GARVETT M. 2002. Enterobiasis en escolares de una población rural del Estado Falcón, Venezuela y su relación con el nivel socio-económico. *Invest. Clín.* 43(3):173-181.
- ALWAKEEL A, NASSER L. 2011. Bacterial and fungal contamination of Saudi Arabian paper currency and cell phones. *Asian J. Biol. Sci.* 4(7):556-562.
- BETANCUR C, ESTRADA S, CEBALLOS M, SÁNCHEZ E, ABAD A, VANEGAS C, SALAZAR L. 2010. Billetes como fómites de bacterias con potencial patógeno para el hombre. *Infectio.* 14(2):120-126.
- BORREGO A. 2012. *Cladosporium*: género fúngico que deteriora soportes documentales y afecta a la salud del hombre. *Bol. Arch. Nac. Cuba.* 18-19-20:104-118.
- CAMELI-ROJAS V, MATA-ESSAYAG S, DE CAPRILES CH, MAGALDI S, DE PÉREZ EG, GARRIDO L, BALDERRAMA-CABALLERO D. 2004. *Aspergillus* species in patients with chronic rhinosinusitis. *Mycoses.* 47(1-2):47-49.
- CAMPBELL C. 1996. Identification of Pathogenic Fungi Madrid Public Health. Laboratory Service London. Disponible en línea en: [http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp\\_488.htm](http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_488.htm) (Acceso 29.08.2013).
- CENTENO S, MACHADO S. 2004. Evaluación de la microflora aérea en las áreas críticas del Hospital Principal de Cumaná, Estado Sucre, Venezuela. *Invest. Clin.* 45(2):137-144.
- CERMEÑO J, HERNÁNDEZ I, CABELLO I, ORELLÁN Y, CERMEÑO J, ALBORNOZ R, PADRÓN E, GODOY G. 2006. *Cryptococcus neoformans* and *Histoplasma capsulatum* in dove's (*Columbia livia*) excreta in Bolívar State, Venezuela. *Rev. Latinoam. Microbiol.* 48(1):6-9.
- CHOUAKI T, LAVARDE V, LACHAUD L, RACCURT C, HENNEQUIN C. 2002. Invasive infections due to *Trichoderma* species: report of 2 cases, findings of in vitro susceptibility testing, and review of the literature. *Clin. Infect. Dis.* 35(11):1360-1367.
- CUENCA J. 2012. Hongos aerógenos en ambientes cerrados del Rectorado de la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Coro, estado Falcón. Coro: Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Área Ciencias de la Salud [Disertación Maestría en Micología], pp. 71.
- DENNING D. 2006. Aspergillosis. Schering-Plough Corporation. Disponible en línea en: <http://www.aspergillus.org.uk/indexhome.htm?library.php~main>. (Acceso 22.09.2013).
- ELOM M, ALO M, EZIKE A, OKEH E, ANYIM C. 2012. Parasitic helminthes on Nigerian currency: A public health jeopardy. *Prim. J. Microbiol. Res.*

2(6):165-169.

- FBA (FUNDACIÓN BIOQUÍMICA ARGENTINA). 2011. *Penicillium* (Link, 1809). Disponible en línea en: <http://www.fba.org.ar/panel-gestion/InformeResultado/MI/mi31.pdf>. (Acceso 07.10.2013).
- GEISER D, KLICH M, FRISVAD J, PETERSON S, VARGA J, SAMSON R. 2007. The current status of species recognition and identification in *Aspergillus*. *Stud. Mycol.* 59:1-10.
- GONZÁLEZ L, MANRIQUE M, MONTILLA P, ROJAS T, PERELLI A, CALZOLAIO V. 2010. Identificación de flora fúngica en una empresa procesadora de alimentos del estado Carabobo. *Kasmera.* 38(1):45-52.
- GUERRERO T, RUIZ D, MARTÍNEZ J, GARCÍA Y, ALVAREZ CH. 2003. Aislamiento de hongos en instalaciones deportivas de la UNAM. *Rev. Fac. Med. UNAM.* 46(3):93-96.
- GUEVARA M, URCIA F, CASQUERO J. 2007. Preparación de medios de cultivo. *En: Manual de procedimientos y técnicas de laboratorio para la identificación de los principales hongos oportunistas causantes de micosis humanas.* Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, Lima, Perú, pp. 83-90.
- IGUMBOR E, OBI C, BESSONG P, POTGIETER N, MKASI T. 2007. Microbiological analysis of banknotes circulating in the Venda region of Limpopo province, South Africa. *S. Afr. J. Sci.* 103(9-10):365-366.
- KAWO A, ADAM M, ABDULLAHI B, SANI N. 2009. Prevalence and public health implications of the microbial load of abused Naira notes. *Bajopas.* 2(1):52-57.
- KRADIN R, MARK E. 2008. The pathology of pulmonary disorders due to *Aspergillus* spp. *Arch. Pathol. Lab. Med.* 132(4):606-614.
- LAMICHHANE J, ADHIKARY S, GAUTAM P, MAHARJAN P, DHAKAL B. 2009. Risk of handling paper currency in circulation chances of potential bacterial transmittance. *Nepal J. Sci. Tech.* 10:161-166.
- MATA-ESSAYAG S, MAGALDI S, DE CAPRILES CH, HENAO L, GARRIDO L, PACILLO V. 2001. *Mucor indicus* necrotizing fasciitis. *Int. J. Dermatol.* 40(6):406-408.
- MICELI M, DÍAZ J, LEE S. 2011. Emerging opportunistic yeast infections. *Lancet Infect. Dis.* 11(2):142-151.
- MUHAMMED M, ANAGNOSTOU T, DESALERMOS A, KOURKOUNPETIS T, CARNEIRO HA, GLAVIS-BLOOM J, COLEMAN J, MYLONAKIS E. 2013. *Fusarium* infection: report of 26 cases and review of 97 cases from the literature. *Medicine (Baltimore).* 92(6):305-316.
- MURRAY P, ROSENTHAL K, PFALLER M. 2009. Patogenia de las micosis. *En: Microbiología Médica.* 6ª edición. Elsevier, Barcelona, España, pp. 679-688.
- OGBONDA K, OKU I, OKWELLE A, GEORGE T. 2013. The incidence of human disease-causing fungi on Nigerian paper money. *Int. J. Microbiol. Immunol. Res.* 2(1):006-010.
- OKUNGBOWA F, DEDE A. 2010. Fungal flora of Nigerian currency notes in circulation in Benin City, Nigeria. *Indian J. Microbiol.* 50(Suppl 1):S139-S141.
- ORUKOTAN A, YABAYA A. 2011. Microbial contamination of Naira notes in circulation within Kaduna Metropolis. *J. Med. Appl. Biosci.* 2:20-27.
- REDDY L, BHOOLA K. 2010. Ochratoxins-food contaminants: impact on human health. *Toxins.* 2(4):771-779.
- ROTE R, DEOGADE N, KAWALE M. 2010. Isolation, characterization and antibiotic sensitivity of organism from Indian currency. *Asiatic. J. Biotech. Res.* 3:255-260.
- SAADABI A, ALI L, OMER A, AHMED G, AL ASA R. 2010. Isolation and identification of pathogenic bacteria and fungi from some Sudanese banknote currency. *Res. J. Med. Sci.* 4(5):315-318.
- SAHAB A, DISSOKI B, SAHABA S, BADIE S, HANAFY O. 2012. Studies on fungal contamination of current Egyptian paper banknotes. *Intl. J. Microbiol. Res.* 3(1):75-81.
- SHETTY K, GIANNINI P, ACHONG R. 2006. Chronic craniofacial dematiaceous fungal infection: a case report. *Spec. Care Dentist.* 26(4):155-158.

- SHINOBU-MESQUITA C, BERTONI T, GUILHERMETTI E, TEREZINHA I, SVIDZINSKI T. 2011. Antifungal activity of the extract of *Curcuma zedoaria* against yeasts of the genus *Candida* isolated from the oral cavity of patients infected with the human immunodeficiency virus. *Rev. Bras. Farmacogn.* 21(1):128-132.
- SIDDIQUE S. 2003. Dirty money: you're carrying more than cash in your wallet, *The Philippine Star*. Disponible en línea en: [http://www.scitech.gov.ph/butter.php?opt=3&n\\_sw=1&newsid=449](http://www.scitech.gov.ph/butter.php?opt=3&n_sw=1&newsid=449). (Acceso 23.07.2013).
- SILVA-LACAZ C, PORTO E, HEINS-VACCARI EM, TAKAHASHI DE MELO M. 1998. Guía para identificação fungos, actinomicetos, algas de interesse médico. Sarvier, Sao Paulo, Brasil, pp. 1-363.
- SPELLBERG B, EDWARDS J, IBRAHIM A. 2005. Novel perspectives on mucormycosis: pathophysiology, presentation and management. *Clin. Microbiol. Rev.* 18(3):556-569.
- UKWURU M, GABRIEL A. 2012. Cross contamination between food and money due to simultaneous handling. *J. Appl. Sci. Environ.* 3:42-48.
- UNEKE C, OGBU O. 2007. Potential for parasite and bacterial transmission by paper currency in Nigeria. *J. Environ. Health.* 69(9):54-60.
- VRIESEKOOP F, RUSSELL C, ALVAREZ-MAYORGA B, AIDOO K, YUAN Q, SCANNELL A, JIANG X, BARRO N, OTOKUNEFOR K, SMITH-ARNOLD C, HEAP A, CHEN J, ITURRIAGE M, HAZELEGER W, DE SLANDESI, KINLEY B, WILSON K, MENZ G. 2010. Dirty money: an investigation into the hygiene status of some of the world's currencies as obtained from food outlets. *Foodborne Pathog. Dis.* 7(12):1497-1502.
- WANULE D, JALANDER V, GACHANDE B, SIRSIKAR A. 2011. Currency notes and coins as a possible source of transmitting fungal pathogens of man and plants. *J. Environ. Sci. Eng.* 53(4):515-518.
- YAZAH A, YUSUF J, AGBO A. 2012. Bacterial contaminants of Nigerian currency notes and associate risk factors. *Res. J. Med. Sci.* 6 (1):1-6.