



Evaluación de medios de transporte para el diagnóstico del SARS-CoV-2 a partir de muestras clínicas

María Caridad Montalvo Villalba ¹ <https://orcid.org/0000-0001-7496-023X>
Odalys Valdés Ramírez ¹ <https://orcid.org/0000-0001-9352-488X>
Dunia Menes Llerena ¹ <https://orcid.org/0000-0003-3563-4516>
Lirialys Núñez Quiroz ¹ <https://orcid.org/0000-0001-7580-7210>
Celine Naranjo González ¹ <https://orcid.org/0000-0003-1278-9347>
Claudia Figueredo Amador ¹ <https://orcid.org/0000-0002-5734-3886>
Magilé Fonseca Quintana ¹ <https://orcid.org/0000-0002-5419-5136>
Alexis Labrada Rosado ² <https://orcid.org/0000-0003-0956-7946>
José Luis Fernández Yero ³ <https://orcid.org/0000-0002-5551-8515>
Licel de los Ángeles Rodríguez Lay ¹ <https://orcid.org/0000-0002-7742-3146>
María Guadalupe Guzmán Tirado ^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-5609-710X>
Yanaris López Almaguer ¹ <https://orcid.org/0000-0003-2472-644X>

¹ Instituto de Medicina Tropical Pedro Kourí. La Habana, Cuba

² Centro Nacional de Biopreparados. La Habana, Cuba

³ Grupo de las Industrias Biotecnológica y Farmacéutica de Cuba. La Habana, Cuba

*Autor para la correspondencia: lupe@ipk.sld.cu

RESUMEN

Introducción: Para el diagnóstico virológico de la infección por el coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV-2) y otras infecciones respiratorias virales ha sido necesaria la colecta de muestras clínicas en medio de transporte. Desde que se declaró el carácter pandémico de la COVID-19 y en aras de lograr soberanía tecnológica nacional para la detección del SARS-CoV-2, el Centro de Biopreparado produjo medios transportadores de exudado nasofaríngeos (ENF) que fueron evaluados en el Instituto de Medicina Tropical Pedro Kouri (IPK). El objetivo de la presente investigación fue evaluar el desempeño del medio de transporte universal (BTU) y el medio de transporte de ácidos nucleicos (TAN) para el diagnóstico por RT-PCR del SARS-CoV-2. **Métodos:** Se presentó la evaluación del desempeño de los medios BTU y TAN, a partir de ENF colectados para la detección del SARS-CoV-2 mediante la técnica de reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real (RT-PCR). Como indicadores del desempeño se estimó la diferencia entre mediana de los Ct obtenidos por los medios en evaluación y el de referencia del medio de transporte viral (BTV). Además, se evaluó la concordancia, el coeficiente Kappa y la estabilidad de las muestras de ENF a las 48 y 72 h para el medio BTU y para el medio TAN esta evaluación se extendió hasta las 168 h. **Resultados y discusión:** La concordancia fue casi perfecta con las muestras colectadas en medio TAN, a diferencia del medio BTU donde se identificó una concordancia moderada. La estabilidad de las muestras fue del 100 % a las 48 h para los 2 medios evaluados, decreciendo a 85,71 % para el medio BTU a las 72 h. Para las muestras colectadas en medio TAN

Revisores

Yaimé Vázquez Mojena
Centro Nacional de Neurociencias de
Cuba, La Habana, Cuba

Carlos Luis Pérez Hernández
Instituto de Ciencias Básicas y Preclí-
nicas Victoria de Girón, Universidad de
Ciencias Médicas de La Habana.
La Habana, Cuba

Editor

Amanda Gómez Bahamonde
Academia de Ciencias de Cuba. La
Habana, Cuba

Traductor

Yoan Karell Acosta González
Academia de Ciencias de Cuba.
La Habana, Cuba

la estabilidad se mantuvo hasta las 168 h (100 %). No se observó diferencias significativas en los valores de Ct entre los medios evaluados y el de referencia. En conclusión, el desempeño de los medios evaluados fue adecuado para la detección del SARS-CoV-2 por RT-PCR, comparable con el medio de referencia BTV. Recomendamos extender la evaluación de estos medios de transporte para el diagnóstico microbiológico de otros microorganismos.

Palabras clave: medios de transporte de virus; SARS-CoV-2; RT-PCR

Evaluation of transportation means for the diagnosis of SARS-CoV-2 using clinical samples

ABSTRACT

Introduction: Transportation means are necessary to a proper collection of clinical samples for diagnosis of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and other respiratory viral infections. In order to achieve technological sovereignty, since COVID-19 was declared a pandemic, the Cuban National Center for Bioproducts developed and manufactured transportation means for nasopharyngeal swab (NPS) samples that were evaluated at IPK. **Methods:** The performance of BTU and TAN media, using NPS for detection of SARS-CoV-2 was evaluated with RT-PCR. As indicators of performance, we estimated the difference between Ct values obtained with studied media and reference media (BTV). Moreover, the agreement, the Kappa coefficient, and the stability of NPS samples were evaluated at 48 and 72 hours (h) for BTU, while for TAN this evaluation was followed up to 168 h. **Results and discussion:** The agreement was almost perfect with samples collected in TAN medium, whereas BTU showed moderate agreement. The stability of samples was 100 % for both mediums at 48 h, decreasing to 85,71 % for BTU medium at 72 h. However, for samples collected in TAN medium the stability was 100 % till 168 h. In contrast, no significant difference was observed regarding Ct between evaluated and reference media. It is concluded that the performance of evaluated media was adequate for SARS-CoV-2 detection using RT-PCR, comparable with BTV reference media. Our recommendation is to extend the evaluation of these media for microbiological diagnosis of other microorganisms.

Keywords: viral transport medium; SARS-CoV-2; RT-PCR

INTRODUCCIÓN

A partir de diciembre del año 2019 comenzó a circular en la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei en China el coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV-2). Esto marcó el inicio de la enfermedad producida por este virus (COVID-19) y el número de personas infectadas a nivel mundial aumentó de manera exponencial. Como resultado de número elevado de víctimas a causa del virus, en marzo del 2020 la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró el carácter pandémico de la COVID-19. ⁽¹⁾

En Cuba los primeros casos fueron diagnosticados en marzo del 2020, a raíz de ello, se emplearon los protocolos de la OMS para la detección molecular del virus, mediante la técnica de reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real (RT-PCR). Cabe destacar que los equipos e insumos importados para garantizar y sostener el diagnóstico del SARS-CoV-2 han sido costosos y el diagnóstico a nivel nacional de este

virus ha sufrido afectaciones por la incertidumbre en las cadenas de suministros internacionales, a causa de la situación pandémica. En el primer semestre del 2020 se creó un comité de expertos con el propósito de lograr soberanía tecnológica nacional para la detección molecular del SARS-CoV-2, recurriendo a la innovación en la industria biofarmacéutica cubana. ^(2,3) Esta soberanía debía transitar desde la toma, colecta y procesamiento de las muestras, hasta la obtención del resultado final.

Un eslabón importante para el diagnóstico de la infección por SARS-CoV-2 han sido los medios de transporte que se han empleado para la colección, preservación y traslado de muestras de exudado nasofaríngeo (ENF) desde el sitio clínico hasta el laboratorio donde se realiza el análisis de las mismas. Varias casas comerciales han producido medios de transporte para virus, tales han sido los casos de CITOSWAB® VTM, UTM (Copan), Puritan® UniTranz-RT Universal Transport Me-

dium (UTM) y MANTACC UTM. En el contexto de la COVID-19 y para reducir el riesgo de exposición al virus durante la manipulación y el procesamiento de los especímenes clínicos, las compañías biofarmacéuticas desarrollaron medios de transporte con capacidad virucida, basados en isotiocinato de guanidina como agente caotrópico, como el CITOSWAB@VTM-N y Copan eNAT™. (4)

Para dar respuesta emergente a la contingencia de la pandemia de COVID-19 y como parte de la soberanía tecnológica, el Centro Nacional de Biopreparados de Cuba (BIOCEN) desarrolló en el 2020 un medio de transporte viral denominado BioTransVir-BTV (BTV) basado en medio esencial mínimo (MEM) y en contexto con las recomendaciones específicas de la OMS. Este fue validado por laboratorios destinados a la detección por RT-PCR del SARS-CoV-2, incluido el Laboratorio de Referencia para Virus Respiratorio del Instituto de Medicina Tropical Pedro Kouri (IPK). (3) Igualmente, se obtuvo el registro sanitario de la autoridad regulatoria nacional. Similar a otros productos comerciales de esta clase, el medio se diseñó para mantener la viabilidad viral y la estabilidad de moléculas de interés para el diagnóstico molecular en condiciones refrigeradas. Como dato adicional, en Montalvo *et al.* Se describió su uso en la detección de antígenos del SARS-CoV-2 con el estuche Elecsys SARS-CoV-2 Antigen de la Roche. (5) Con este mismo propósito, el medio BTV ha sido empleado en la prueba de UMELISA SARS-CoV-2 antígeno producida por el Centro Nacional de Inmunoensayo.

El BIOCEN desarrolló otros medios de transporte viral, a partir de materias primas de mayor disponibilidad comercial, denominados medio de transporte universal BTU y medio de transporte de ácidos nucleicos TAN. Este último con capacidad de inactivar virus envueltos, como el virus del Zika. (6)

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el desempeño de los medios BTU y TAN, para el diagnóstico por RT-PCR del SARS-CoV-2. Para realizar estas validaciones se tomó como referencia el medio BTV, referido con anterioridad.

MÉTODOS

Muestras

Desde junio a noviembre del 2021, un total de 113 muestras pareadas fueron colectadas con los medios en estudio y el medio de referencia (BTV). En la toma de ENF se emplearon los hisopos disponibles en la red nacional, como los producidos por CNEURO de BioCubaFarma, Copan de Huachenyang Technology y Mantacc de Miraclean Technology, ambos productos de China.

El número de especímenes según los medios en estudio fue 58 y 55, para BTU y TAN respectivamente. Al mismo tiempo, para el medio BTU se estimó en muestras positivas por

RT-PCR para SARS-CoV-2 con ciclo umbral (Ct) ≤ 29 con el medio de referencia, la estabilidad del ARN viral a partir del tiempo 0 (T 0, en las primeras 12 h de colecta), a las 48 (T 48 h) y 72 (T 72 h) horas de colectada las muestras, todas fueron conservadas de 4 °C -8 °C.

En la evaluación del medio TAN fueron seleccionadas muestras positivas (Ct ≤ 29 con medio BTV) para evaluar la estabilidad del ARN viral al tiempo T 0, T 48 h, T 72 h y 168 h (T 168 h o 7 días). Para este ensayo de estabilidad las muestras en medio TAN se conservaron a temperatura ambiente (T.A) de 23 °C a 25 °C. El tiempo de observación se prolongó hasta 7 días, para tratar de reproducir los hallazgos descritos por Richard Greenblatt *et al.* con el medio inactivante Copan eNAT™. (4) Todas las personas involucradas en el estudio fueron informadas de los objetivos de la investigación y dieron su consentimiento para que se les tomara muestras pareadas.

RT-PCR para la detección del SARS-CoV-2

El ARN de las muestras clínicas se extrajo con los estuches comerciales de QIAGEN (QIAGEN, Alemania) siguiendo estrictamente las indicaciones del fabricante y se empleó el equipo de extracción automática QIAcube.

Según la disponibilidad de pruebas de RT-PCR para la detección cualitativa del SARS-CoV-2 se utilizó la prueba STAT-NAT® COVID-19 MULTI (Sentinel Diagnostic, Italia) para evaluar el medio BTU. El estuche RIDA®GENE SARS-CoV-2 (R-Biopharm, Alemania) se empleó para evaluar el desempeño del medio TAN. Los equipos de RT-PCR Light Cycler 96 (Roche, Alemania) y BIOER (Hangzhou, China) se utilizaron para detectar la amplificación del genoma viral con STAT-NAT® COVID-19 MULTI y RIDA®GENE SARS-CoV-2 respectivamente, según las recomendaciones del fabricante. Las muestras con un valor de Ct < 37 fueron consideradas positivas para ambas pruebas comerciales.

Análisis estadístico

Se empleó el paquete estadístico GraphPad Prism V.6. para analizar los resultados. Se calculó el porcentaje de concordancia y el coeficiente Kappa de Cohen entre los resultados de la RT-PCR obtenidos con los medios en evaluación con respecto al de referencia. Según los valores de Kappa, las concordancias se definieron como pobre (0,21-0,40), moderada (0,41-0,60), sustancial (0,61-0,80) y perfecta o casi perfecta (0,81-1). (7) Para los resultados positivos se calculó la media de los valores de Ct, desviación estándar, medianas y los rangos intercuartílico (25 % y 75 % percentil). La prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon se empleó para estimar la diferencia entre los datos pareados. Para evaluar la estabilidad de las muestras se realizó un análisis de regresión logística tomando como variable independiente el tiempo y

como dependiente los valores de Ct. La significación estadística se consideró con valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dependiendo del método diagnóstico utilizado para identificar las infecciones respiratorias por virus se emplean medios de transporte de muestras que preserven los antígenos virales o que garanticen la estabilidad del ARN o ADN viral, e incluso ambos, si se pretende cultivar el virus. Sin embargo, para realizar el diagnóstico molecular por RT-PCR se puede prescindir de la integridad de las proteínas virales. Por tanto, algunos medios de colecta de muestras que inactivan la infectividad viral han reducido el riesgo biológico y los requisitos para transportar las muestras clínicas. Además, el nivel de bioseguridad para trabajar estas muestras inactivadas ha disminuido, siendo este costoso mientras más elevado sea el riesgo.

En esta investigación el medio que mostró un mejor desempeño fue el medio TAN, seguido del medio BTU. La concordancia de los resultados obtenidos con el medio TAN con respecto al medio de referencia BTU (94,54 %) fue casi perfecta (Kappa = 0,89) para el diagnóstico molecular del SARS-CoV-2. Mientras que, el valor Kappa obtenido con el medio BTU indicó una concordancia moderada (0,58) con el medio BTU (tabla 1). Los resultados fueron divergentes con respecto al medio BTU, en un 5,46 % para el medio TAN y 20,69 % para el medio BTU.

No obstante, no se puede descartar que la discrepancia entre las pruebas empleadas para la detección del SARS-CoV-2 influyeran en la diferencia de la concordancia de estos medios en estudio. Con el medio BTU se empleó la prueba STAT-NAT® COVID-19 MULTI que detectó 3 fragmentos de genes virales que codificaron para la proteína de envoltura (E), de la nucleocápside (N) y la polimerasa de ARN dependiente de ARN (RdRp). Igloí *et al.* señaló que este ensayo no fue el más sensible al compararlo con otros para la detección del SARS-CoV-2, dentro de los cuales se incluyó el RIDA®GENE SARS-CoV-2 que detectó un fragmento del gen E y este se

utilizó en la evaluación del medio TAN. ⁽⁸⁾

Aunque se identificaron diferencias en la concordancia entre los medios evaluados, las medianas de los valores de Ct de las muestras positivas correctamente identificadas por los medios evaluados BTU (19/26, 73,07) % y TAN (27/28, 96,42) % no mostraron diferencias significativas con respecto a las medianas de los Ct obtenidos con el medio de referencia (figura 1).

Como dato adicional, al analizar los valores de Ct obtenidos por los medios en estudio y el de referencia se demostró la funcionalidad del método de extracción de ARN y las pruebas de RT-PCR para SARS-CoV-2 con los medios BTU y TAN. No obstante, se pudieron validar otros métodos de extracción de ARN viral a los medios evaluados, lo que pudiera incrementar las prestaciones de los mismos. Como valor añadido para el medio TAN se identificó la ausencia de signos de contaminación visual (turbidez, cambio de coloración, presencia de gas) que generalmente pueden aparecer en las muestras clínicas conservada a temperatura ambiente, debido al crecimiento de bacterias u otros microorganismos presentes en la microbiota oral. Dichos contaminantes biológicos, que usualmente se contienen con la adición de antibióticos al medio, pueden inutilizar la muestra para el diagnóstico molecular por RT-PCR.

En cuanto a la estabilidad de la positividad de las muestras colectadas con el medio BTU y conservadas de 4 °C a 8 °C fue de 100 % (14/14) a las 48 h. A su vez, la positividad decreció a 85,71 % (12/14) a las 72 h lo que pudiera estar justificado por un incremento en las muestras clínicas de enzimas que degradan el ARN. ⁽⁹⁾ Para el medio TAN, la estabilidad de las muestras conservadas a temperatura ambiente se comportó al 100 % (16/16) en todos los tiempos evaluados (48 h, 72 h, 168 h) al comparar con el T 0. En un estudio similar realizado por Blow *et al.* los autores describieron que las muestras respiratorias estabilizadas en AVL (QIAGEN) conservaron su estabilidad por 35 días a temperaturas entre -20 °C a 4 °C; sin embargo, se observó degradación del ARN viral después 7 días a temperatura ambiente. ⁽¹⁰⁾

Tabla 1. Características del desempeño de los medios transportadores BTU y TAN tomando como referencia el medio BTU

Medios transportadores en estudio	N	Concordancia (%)	Coefficiente Kappa Cohen (interpretación)	Resultados correctamente identificados	Resultados incorrectamente identificados
BTU	58	79,31	0,58 (moderado)	46	12
TAN	55	94,54	0,89 (casi perfecto)	52	3

El análisis de regresión lineal arrojó que la tendencia a la variación de los valores de Ct en el tiempo no fue estadísticamente significativa, tanto para el medio BTU ($p = 0,3382$) como para el medio TAN ($p = 0,4191$). Además, no se constató diferencia significativa al comparar la tendencia de los Ct del medio de referencia BTV con el medio BTU ($p = 0,4328$) y con el medio TAN ($p = 0,3482$) respectivamente (figura 2).

Los medios inactivantes como el medio TAN han permitido preservar las muestras clínicas varios días sin cadena de frío, lo cual ha contribuido a la fiabilidad del diagnóstico.

El medio de transporte CyMol basado en alcohol con capacidad de inactivar virus ha mantenido la integridad de los especímenes colectados de muestras respiratorias hasta 21 días a temperatura ambiente. ⁽¹¹⁾ En el contexto cubano, un producto de este tipo tendría ventajas, particularmente, para el traslado de muestras de sitios alejados hasta las cabeceras provinciales, donde se encuentran los laboratorios de biología molecular. Igualmente, entre las provincias en caso de interrupciones no planificadas en el trabajo de estos laboratorios.

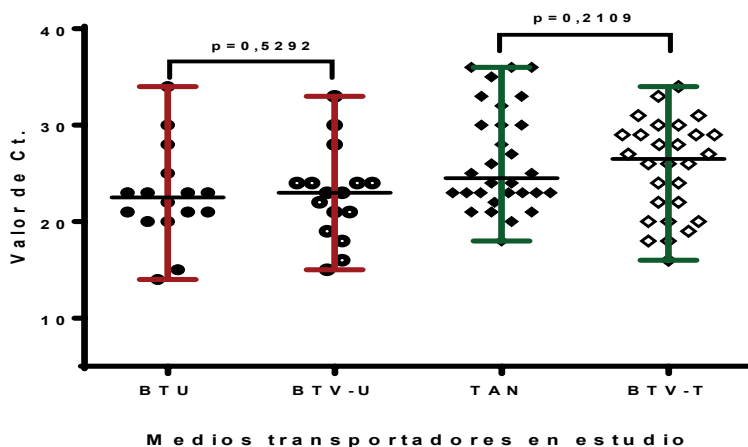


Fig. 1. Distribución de las medianas de los Ct obtenidos con el medio de referencia (BTV) y con los medios en estudio (BTU, TAN). Abreviaturas: BTV-U es la comparación con el medio BTU y BTV-T es la comparación con el medio TAN. El análisis se hizo con la prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon para datos pareados y en la figura se muestran las medianas con los rangos intercuartílicos.

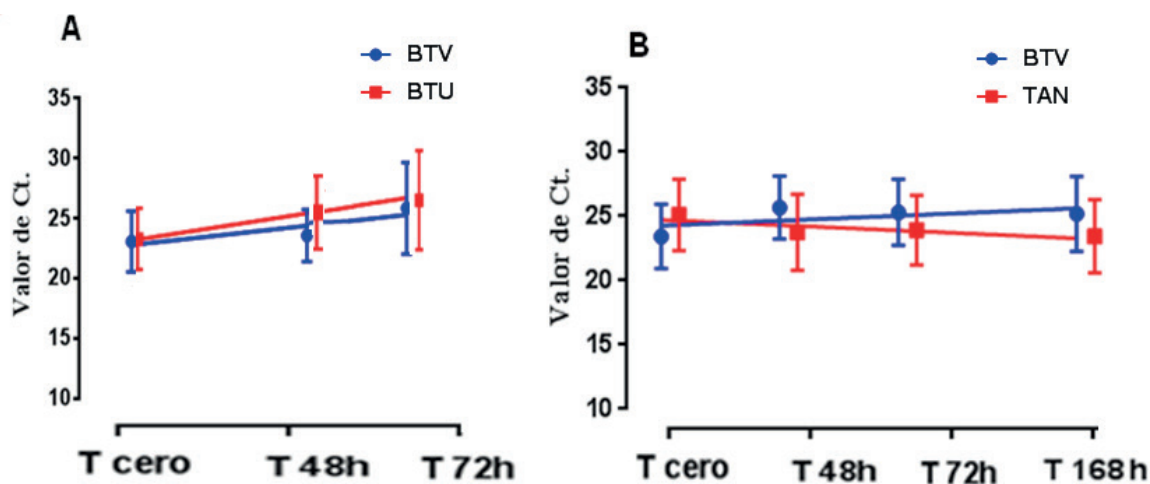


Fig. 2. Análisis de regresión logística de los medios evaluados. En la figura se muestra el promedio y la desviación estándar en cada tiempo evaluado. El color azul corresponde al medio de referencia (BTV) y el color rojo representa el medio en evaluación. A) Se muestran los Ct del medio BTU evaluados en 3 tiempos. B) Aparecen los Ct del medio TAN evaluados en 4 tiempos. Los medios en estudio y el de referencia se evaluaron justamente en los tiempos que se muestran en la figura. En ambos paneles se obtuvieron valores de p estadísticamente no significativos ($p > 0,05$) al evaluar la tendencia de los valores de Ct para cada medio (BTU y TAN) y con relación al medio de referencia.

Conclusiones

De esta manera, en este estudio se avala que ambos medios de transporte (BTU y TAN) desarrollados por BIOCEN pueden emplearse para la detección molecular (RT-PCR) del SARS-CoV-2. Esto permite contar con diagnosticadores de producción nacional, imprescindibles en la colecta de muestras clínicas para el diagnóstico virológico de la COVID-19. Se recomienda extender la evaluación del desempeño de estos medios a otros microorganismos, para ampliar las prestaciones en el diagnóstico microbiológico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sood S, Aggarwal V, Aggarwal D, Upadhyay SK, Sak K, Tuli HS, et al. COVID-19 Pandemic: from Molecular Biology, Pathogenesis, Detection, and Treatment to Global Societal Impact. *Curr Pharmacol Rep.* 2020;6(5):212-227. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32837855/>
2. Martínez Díaz E, Pérez Rodríguez R, Herrera Martínez L, Lage Dávila A, Castellanos Serra L. La industria biofarmacéutica cubana en el combate contra la pandemia de COVID-19. *An Acad Cienc Cuba.* 2020;10(2). Disponible en: <http://www.revistaccuba.cu/index.php/revacc/article/view/906>
3. Lobaina Rodríguez T, De Armas Rodríguez J, Rodríguez Cabrera T, González García G, et al. Estrategia de ciencia, tecnología e innovación del Centro Nacional de Biopreparados frente a la COVID-19. *An Acad Cienc Cuba.* 2020;10(3). Disponible en: <http://www.revistaccuba.cu/index.php/revacc/article/view/917/945>
4. Richard Greenblatt M, Comar CE, Flevaud L, et al. Copan eNAT Transport System To Address Challenges in COVID-19 Diagnostics in Regions with Limited Testing Access. *J Clin Microbiol.* 2021;59(5):e00110-21. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33579730/>
5. Montalvo Villalba MC, Sosa Glaria E, Rodríguez Lay LA, Valdés O, Vallina D, Arencibia A, et al. Performance evaluation of Elecsys SARS-CoV-2 Antigen immunoassay for diagnostic of COVID-19. *J Med Virol.* 2021;94(3):1001-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34676585/>
6. Montalvo Villalba MC, Labrada A, Valdés O, et al. Inactivación del virus Zika con medio de transporte de ácidos nucleicos; potencialmente aplicable a muestras clínicas para el diagnóstico molecular de SARS-CoV-2. *Rev Med Tropical.* 2022. Disponible en: <http://www.revmedtropical.sld.cu/index.php/medtropical/article/view/802>
7. McHugh ML. Interrater reliability: the kappa statistic. *Biochem Med (Zagreb).* 2012;22(3):276-82. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23092060/>
8. Iglói Z, Leven M, Abdel Kareem Abou Nouar Z, Weller B, Matheussen V, Coppens J, et al. Comparison of commercial real time reverse transcription PCR assays for the detection of SARS-CoV-2. *J Clin Virol.* 2020;129:104510. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32570045/>
9. Welch SR, Davies KA, Buczkowski H, Hettiarachchi N, Green N, Arnold U, et al. Analysis of Inactivation of SARS-CoV-2 by Spec-

- imen Transport Media, Nucleic Acid Extraction Reagents, Detergents, and Fixatives. *J Clin Microbiol.* 2020;58(11):e01713-20. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32839250/>
10. Blow JA, Mores CN, Dyer JD, Dohm DJ. Viral nucleic acid stabilization by RNA extraction reagent. *J Virol Methods.* 2008;150(1):41-4. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18387678/>
11. Luinstra K, Petrich A, Castriciano S, Ackerman M, Chong S, Carruthers S, et al. Evaluation and clinical validation of an alcohol-based transport medium for preservation and inactivation of respiratory viruses. *J Clin Microbiol.* 2011;49(6):2138-42. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21508158/>

Recibido: 15/02/2022

Aprobado: 03/09/2022

Agradecimientos

Los autores extienden sus agradecimientos a los especialistas y técnicos que formaron parte de los grupos de diagnóstico virológico del SARS-CoV-2, en el Departamento de Virología del IPK.

Conflictos de interés

Los autores no declaran conflictos de interés.

Contribuciones de los autores

- Conceptualización: María Caridad Montalvo Villalba
- Curación de datos: María Caridad Montalvo Villalba, Alexis Labrada Rosado
- Análisis formal: María Caridad Montalvo Villalba, Odalys Valdés Ramírez, Magilé Fonseca Quintana
- Investigación: María Caridad Montalvo Villalba, Odalys Valdés Ramírez
- Metodologías: Odalys Valdés Ramírez, Dunia Menes Llerena, Lirialys Núñez Quiroz, Celine Naranjo González, Claudia Figuereido Amador
- Administración de proyecto: María Caridad Montalvo Villalba
- Supervisión: Licel A Rodríguez Lay, José Luis Fernández Yero, María Guadalupe Guzmán Tirado, Yanaris López Almaguer
- Validación: María Guadalupe Guzmán Tirado, Yanaris López Almaguer
- Visualización: María Caridad Montalvo Villalba, Alexis Labrada Rosado
- Redacción-borrador original: María Caridad Montalvo Villalba, Odalys Valdés Ramírez, Alexis Labrada Rosado
- Redacción-revisión edición: Licel A Rodríguez Lay, Alexis Labrada Rosado

Financiamiento

Para la obtención de estos resultados se contó con el financiamiento del Ministerio de Salud Pública de Cuba.

Cómo citar este artículo

Montalvo Villalba MC, Valdés Ramírez O, Menes Llerena D, Núñez Quiroz L. Evaluación de medios de transporte para el diagnóstico del SARS-CoV-2 a partir de muestras clínicas. *An Acad Cienc Cuba*

[Internet] 2023 [citado en día, mes y año];13(1):e1209. Disponible en:
<http://www.revistaccuba.cu/index.php/revacc/article/view/1209>

El artículo se difunde en acceso abierto según los términos de una licencia Creative Commons de Atribución/Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0), que le atribuye

la libertad de copiar, compartir, distribuir, exhibir o implementar sin permiso, salvo con las siguientes condiciones: reconocer a sus autores (atribución), indicar los cambios que haya realizado y no usar el material con fines comerciales (no comercial).

© Los autores, 2023.

