



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i3.1959>

Ciencias técnicas y aplicadas  
Artículos de investigación

*Análisis bacteriológico en diferentes superficies según las condiciones geográficas en el DMQ*

*Bacteriological analysis on different surfaces according to geographic conditions in the DMQ*

*Análise bacteriológica em diferentes superfícies de acordo com as condições geográficas no DMQ*

Guillermo Gorky Reyes-Campaña <sup>I</sup>

[gureyesca@uide.edu.ec](mailto:gureyesca@uide.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-7133-9509>

Jose Andres Castillo-Reyes <sup>II</sup>

[acastillo@uide.edu.ec](mailto:acastillo@uide.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-8676-9317>

Jorge Andrés Clerque-Pérez <sup>III</sup>

[joclerquepe@uide.edu.ec](mailto:joclerquepe@uide.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-9453-9757>

**Correspondencia:** [gureyesca@uide.edu.ec](mailto:gureyesca@uide.edu.ec)

\***Recibido:** 16 de marzo de 2021 \***Aceptado:** 22 de abril de 2021 \* **Publicado:** 10 de mayo de 2021

- I. Ingeniero Mecánico Especialidad Automotriz, Magíster Sistemas Automotrices, Coordinador Investigación EIA Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.
- II. Ingeniero Automotriz, Magíster Gerencia Educativa, Decano Facultad Ciencias Técnicas Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.
- III. Egresado de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.

## Resumen

Esta investigación evalúa el tiempo de supervivencia en superficies del (SARS-CoV-2). En una fina película de líquido nanométrico que queda después de la evaporación de la gota respiratoria para determinar los efectos de temperatura y humedad se utilizó el parámetro  $\log_{10} (N_t / N_0)$  frente al tiempo para realizar un análisis de regresión para cada virus y condición de temperatura y humedad sobre la supervivencia de los coronavirus en acero inoxidable. A 4 ° C, el virus infeccioso persistió durante 28 días y el nivel más bajo de inactivación se produjo al 20% de humedad. La inactivación fue más rápida a 20 ° C (T° anual media a 2850m.s.n.m.) que a 4 ° C en todos los niveles de humedad; los virus persistieron durante 5 a 28 días y la inactivación más lenta se produjo a baja humedad. Ambos virus se inactivaron más rápidamente a 40 ° C que a 20 ° C. La relación entre la inactivación y la humedad no fue monótona, y hubo una mayor supervivencia o un mayor efecto protector con una humedad baja (20%) y una humedad alta (80%) que con una humedad moderada (50%).

**Palabras clave:** Evaporación; Gota Respiratoria; Temperatura; Humedad.

## Abstract

This investigation evaluates the survival time on surfaces of (SARS-CoV-2) in a nanometer thin film of liquid remaining after evaporation of the respiratory droplet to determine the effects of temperature and humidity. The parameter  $\log_{10} (N_t / N_0)$  versus time was used to perform a regression analysis for each virus and temperature and humidity condition on the survival of coronaviruses on stainless steel. At 4 °C, infectious virus persisted for 28 days and the lowest level of inactivation occurred at 20% humidity. Inactivation was faster at 20°C (mean annual T° at 2850 m.a.s.l.) than at 4°C at all humidity levels; viruses persisted for 5 to 28 days and the slowest inactivation occurred at low humidity. Both viruses were inactivated more rapidly at 40°C than at 20°C. The relationship between inactivation and humidity was not monotonic, and there was a greater survival or protective effect at low humidity (20%) and high humidity (80%) than at moderate humidity (50%).

**Keywords:** Evaporation; Respiratory Droplet; Temperature; Humidity.

## Resumo

Esta investigação avalia o tempo de sobrevivência em superfícies de (SARS-CoV-2). Numa película fina de líquido nanométrico restante após evaporação da gotícula respiratória para determinar os efeitos da temperatura e humidade, o parâmetro  $\log_{10} (N_t / N_0)$  versus tempo foi utilizado para

## Análisis bacteriológico en diferentes superficies según las condiciones geográficas en el DMQ

---

realizar uma análise de regressão para cada vírus e condição de temperatura e humidade sobre a sobrevivência de coronavírus em aço inoxidável. A 4°C, o vírus infeccioso persistiu durante 28 dias e o nível mais baixo de inactivação ocorreu a 20% de humidade. A inactivação foi mais rápida a 20°C (T° médio anual a 2850 m.a.s.l.) do que a 4°C a todos os níveis de humidade; os vírus persistiram durante 5 a 28 dias e a inactivação mais lenta ocorreu com baixa humidade. Ambos os vírus foram inactivados mais rapidamente a 40°C do que a 20°C. A relação entre inactivação e humidade não era monotónica, e havia um maior efeito de sobrevivência ou protecção com baixa humidade (20%) e alta humidade (80%) do que com humidade moderada (50%).

**Palavras-chave:** Evaporação; Gotas Respiratórias; Temperatura; Humidade.

### Introduction

Debido a la crisis sanitaria en la que se encuentra el planeta a causa de la pandemia del COVID 19 se debieron tomar las medidas para evitar el contagio. (OMS). Sin embargo hay que tomar en cuenta que el avance del virus tiene como punto clave principalmente su manera de propagarse pues no solo se tiene que enfocarse en las maneras de protegerse sino también tener el conocimiento de cómo es que el virus llega a ser un riesgo por lo que se debe conocer cómo es que el virus sobrevive en el ambiente debido a que no todos los países tienen las mismas condiciones por lo que es distinta la manera de sobrevivir del virus. (BBC, 2020) La siguiente investigación está enfocada en la supervivencia del virus a las condiciones y los diferentes tipos de superficies que existe en nuestro ámbito.

Como principal objetivo de la investigación es explicar cómo influye el tipo de superficie en la permanencia del virus, como objetivos específicos se debe analizar los diferentes tipos de superficies, los diferentes tipos de materiales en los que el virus permanece durante horas incluso días, las condiciones ambientales como la temperatura y el porcentaje de humedad para poder determinar cuáles son las condiciones ideales para que el virus sobreviva por días y determinar cuáles son las condiciones para la inactivación del coronavirus. Según el estudio australiano, el virus sobrevivió más tiempo en superficies lisas como vidrio, acero inoxidable y vinilo en comparación con superficies compuestas ricas en poros como el algodón. (Hügiäne, 2020) Un hallazgo importante es la vida útil del virus en el vidrio. Esto se debe a que los cajeros automáticos, las cajas de autoservicio en los supermercados y las máquinas de facturación en los aeropuertos tienen superficies que se tocan con frecuencia y es posible que no se limpien con regularidad. (Wild, 2021)

## Análisis bacteriológico en diferentes superficies según las condiciones geográficas en el DMQ

---

Un equipo de investigadores de Bochum ha examinado ahora el tiempo de supervivencia del SARS-CoV-2 en superficies a temperaturas cálidas y superficies secas y obtuvo un resultado inesperado. Esto es informado por el Journal of Infection. (G. Kampf, 2020) La vida media, es decir, el período en el que el número de partículas infecciosas disminuye en un 50% en cada caso, mostró que la temperatura ambiente es el entorno más desfavorable para los virus, mientras que permanecen infecciosos por más tiempo tanto a altas como a bajas temperaturas. Sin embargo, se sabe a partir de investigaciones anteriores que la supervivencia de los coronavirus en las superficies es significativamente mayor con una humedad del aire alta (80%) y baja (20%) que con una humedad del aire media (50%) y la luz ultravioleta del sol también tiene un efecto negativo. efecto letal sobre los virus. (Hügiäne, 2020). Lo que se debe destacar es que el virus es más letal en lugares en donde la humedad es alta o a su vez bien baja esto debido a que el Distrito Metropolitano de Quito tiene una humedad relativamente alta se podría definir que el coronavirus tiene más probabilidades de sobrevivir en las superficies en las condiciones a las que se encuentra Quito por que la investigación calcularemos la inactivación del virus en la ciudad a diferentes porcentajes de humedad y de temperatura a la que normalmente se vive en Quito. Otro dato que se tiene que tomar en cuenta es que la ciudad es fría por lo que suele haber precipitaciones y llover mucho se debe tomar en cuenta que si existe muchas precipitaciones el porcentaje de humedad alcanza prácticamente casi un 100% se determinaría que mientras los días son lluviosos el coronavirus prácticamente tiene altos porcentajes de supervivencia por lo que el riesgo de contagio aumentaría notablemente y con esta investigación se busca calcular de qué manera disminuye su inactivación en condiciones actuales en la que se encuentra la ciudad.

### Marco Teórico

Se ha encontrado que el SARS-CoV-2 permanece viable en superficies hasta por 28 días, con vidas medias en plástico y acero inoxidable que varían de horas a días dependiendo de la concentración inicial y las condiciones ambientales. (Abigail P. Harvey, 2020) Por lo que se tiene que clasificar dependiendo los tipos de superficies especialmente las que suelen ser de establecimientos públicos como supermercados, bancos, gasolineras, manijas de depósitos de basura con el debido tiempo de permanencia que tiene cada tipo de superficie con el tipo de virus que se adhiere.

Análisis bacteriológico en diferentes superficies según las condiciones geográficas en el DMQ

**Tabla 1:** Persistencia del virus

Superficie	Virus	Cepa	Temp	Tiempo
Acero	MERS-CoV	Isolate HCoV-EMC/2012	20°C 30°C	48 h 8-24 h
	TGEV	Desconocido	4°C 20°C 40°C	≥ 28 d 3-28 d 4-96 h
	MHV	Desconocido	4°C 20°C 40°C	≥ 28 d 4-28 d 4-96 h
	HCoV	Strain 229E	21°C	5 d
Aluminio	HCoV	Strains 229E and OC43	21°C	2-8 h
Metal	SARS-CoV	Strain P9	RT	5 d
Vidrio	SARS-CoV	Strain P9	RT	4 d
Papel y plástico	HCoV	Strain 229E	21°C	5 d
	SARS-CoV	Strain HKU39849	22°-25°C	≤ 5 d

Fuente: (G. Kampfa, 2020)

También se tiene que tomar cuenta y hacer una breve clasificación de los tipos de desinfectantes que ayudan a neutralizar a los virus del COVID 19.

**Tabla 2:** Inactivación del coronavirus

Agente Biosida	Concentración	Virus	Cepa	Tiempo de exposición	Reducción de carga viral(log <sub>10</sub> )
Etanol	95%	SARS-CoV	Isolate FFM-1	30 s	≥ 5.5
	85%	SARS-CoV	Isolate FFM-1	30 s	≥ 5.5
	80%	SARS-CoV	Isolate FFM-1	30 s	≥ 4.3
	80%	MERS-CoV	Strain EMC	30 s	> 4.0
Etanol	78%	SARS-CoV	Isolate FFM-1	30 s	≥ 5.0
	70%	MHV	Strains MHV-2 and MHV-N	10 min	> 3.9
	70%	CCV	Strain I-71	10 min	> 3.3
2-Propanol	100%	SARS-CoV	Isolate FFM-1	30 s	≥ 3.3
	75%	SARS-CoV	Isolate FFM-1	30 s	≥ 4.0
	75%	MERS-CoV	Strain EMC	30 s	≥ 4.0
	70%	SARS-CoV	Isolate FFM-1	30 s	≥ 3.3
	50%	MHV	Strains MHV-2 and MHV-N	10 min	> 3.7
	50%	CCV	Strain I-71	10 min	> 3.7
Cloruro de benzalconio	0.2%	HCoV	ATCC VR-759 (strain OC43)	10 min	0.0
	0.05%	MHV	Strains MHV-2 and MHV-N	10 min	> 3.7
	0.05%	CCV	Strain I-71	10 min	> 3.7
	0.00175%	CCV	Strain S378	3 d	3.0

Análisis bacteriológico en diferentes superficies según las condiciones geográficas en el DMQ

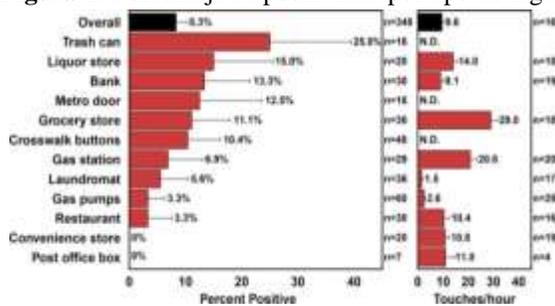
Hipoclorito de sodio	0.21%	MHV	Strain MHV-1	30 s	≥ 4.0
	0.01%	MHV	Strains MHV-2 and MHV-N	10 min	2.3–2.8
	0.01%	CCV	Strain I-71	10 min	1.1
	0.001%	MHV	Strains MHV-2 and MHV-N	10 min	0.3–0.6
	0.001%	CCV	Strain I-71	10 min	0.9

Fuente: (G. Kampfa, 2020)

Para poder entender más sobre la permanencia del virus en las superficies hay que saber diferenciaras que tipo son como lo ha hecho los investigadores de la universidad de Tufts (Massachusetts, Estados Unidos) tomó como muestra 348 superficies no porosas y de alto contacto en 12 ubicaciones de la ciudad de Massachusetts durante el brote de Covid-19 vivido entre abril y junio de 2020.

Porcentaje de muestras positivas durante la duración del estudio (izquierda) y toques medios por hora (derecha) en los lugares de muestreo. Las barras de error muestran el intervalo de confianza del 90% alrededor de la media. Para el porcentaje positivo, n = número de muestras recolectadas. Para toques / hora, n = número de superficies observadas. ND significa que no se recopilaron datos de observación en ese lugar. (Abigail P. Harvey, 2020)

Figura 1: Porcentaje de positividad por tipo de lugar



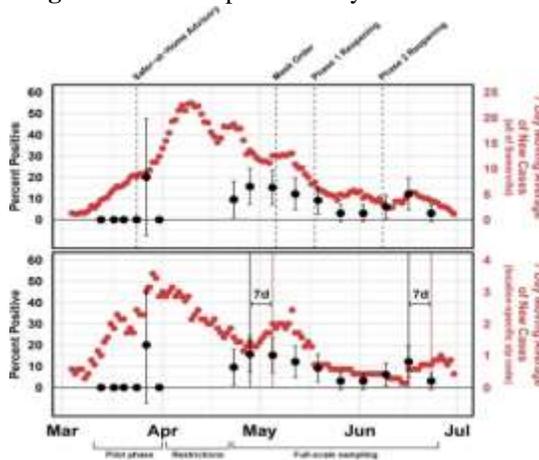
Fuente: (Abigail P. Harvey, 2020)

Muestra de tasa de positividad y casos de COVID-19. Arriba: Tasa de positividad semanal de muestras de superficie y promedio móvil de 7 días de casos nuevos en Somerville, MA. El porcentaje de muestras positivas se muestra en negro y los casos de COVID-19 en rojo. Las barras de error representan el intervalo de confianza del 90% alrededor del porcentaje positivo. El muestreo se detuvo del 1 al 22 de abril debido a las restricciones impuestas por la Universidad de Tufts. Abajo: los picos en el porcentaje de positividad de las muestras de superficie preceden al promedio móvil de 7 días de los picos de casos de COVID-19 en el mismo código postal en 7 días (mostrado por líneas verticales

Análisis bacteriológico en diferentes superficies según las condiciones geográficas en el DMQ

negras y rojas). El 24 de marzo de 2020, se emitió un Aviso de Seguridad en el Hogar en MA recomendando a los residentes refugiarse en el lugar tanto como sea posible, y todos los negocios no esenciales cerrados. El 6 de mayo la Ciudad de Somerville emitió una orden de máscara que exige que todos los residentes usen una máscara en los espacios públicos. La Reapertura de la Fase 1 de MA comenzó el 18 de mayo y permitió la reapertura de algunas empresas. La Reapertura de la Fase 2 de MA comenzó el 8 de junio y permitió la apertura de cenas al aire libre en los restaurantes, además de permitir la reapertura de más negocios. (Abigail P. Harvey, 2020)

**Figura 2:** Tasa de positividad y casos de covid



Fuente: (Abigail P. Harvey, 2020)

Para comprender la supervivencia del coronavirus primero, presentamos un modelo computacional para estimar el tiempo de secado de una fina película líquida que se evapora sobre una superficie sólida.

Inicialmente, una gota respiratoria se deposita como un casquete esférico en la superficie, cuyo volumen (  $V$  ) y ángulo de contacto de equilibrio (  $\theta_E$  ) se expresan de la siguiente manera:

$$V = \frac{\pi H}{6} (3R^2 + H^2), \theta_E = 2 \tan^{-1} \frac{H}{R} \text{ EC.1}$$

Donde H y R son la altura de la gota y el radio mojado, respectivamente. A medida que la gota se evapora, la gota se convierte en una película delgada con un espesor del orden de submicrómetros. Consideramos una película delgada similar a un panqueque que humedece parcialmente la superficie con un ángulo de contacto  $\theta_E$  y un espesor  $h_0$  (Rajat Mittal, 2020)

Análisis bacteriológico en diferentes superficies según las condiciones geográficas en el DMQ

$$V = \pi R^2 h \quad \text{EC.2}$$

Donde  $h$  es el espesor de la película y el volumen inicial de la película es  $V_0 = \pi R^2 h_0$ . La presión de separación en la película ( $\Pi$ ,  $N/m^2$ ) en función del espesor de la película ( $h$ ) viene dada por 16,17 (Rajat Mittal, 2020)

$$\Pi(h) = \frac{A_H}{6\pi h^3} \quad \text{EC.3}$$

Donde  $A_H$  es la constante de Hamaker (julios). La ley de Hertz-Knudsen describe el flujo de masa por evaporación  $J$   $kg/m^2 s$  de una película líquida delgada en su vapor saturado utilizando la teoría cinética de los gases. La expresión de  $J$  viene dada por 20,21,23-25 (Rajat Mittal, 2020)

$$J = \frac{P_V}{\sqrt{2\pi \mathcal{R} T_{sat}}} \left[ \frac{1}{PL} (P - P_V) + \frac{La}{T_{sat}} (T_{LV} - T_{sat}) \right] \quad \text{EC.4}$$

Donde  $P$  es la presión en la película líquida,  $\mathcal{R}$  la constante de gas ideal por unidad de masa,  $T_{sat}$  es la temperatura de saturación del líquido,  $La$  es el calor latente de vaporización por unidad de masa,  $T_{LV}$  es la temperatura de la interfaz líquido-vapor (LV) y  $\rho_V$  y  $\rho_L$  son las densidades del líquido y del vapor líquido, respectivamente. Se considera la película evaporante y el sustrato a temperatura ambiente ( $T_{amb}$ ) y desprecie la caída de temperatura a lo largo del espesor de la película. Esto se justifica para un sustrato térmicamente conductor y si la relación entre el espesor de la película y el sustrato es muy pequeña. El vapor líquido está en estado saturado (es decir, 100% de humedad relativa) justo por encima de la interfaz líquido-vapor. Por lo tanto,  $T_{LV} \approx T_{sat} \approx T_{amb}$  y el último término de la Ec. (4) es cero. La ecuación (4) se simplifica a (Rajat Mittal, 2020)

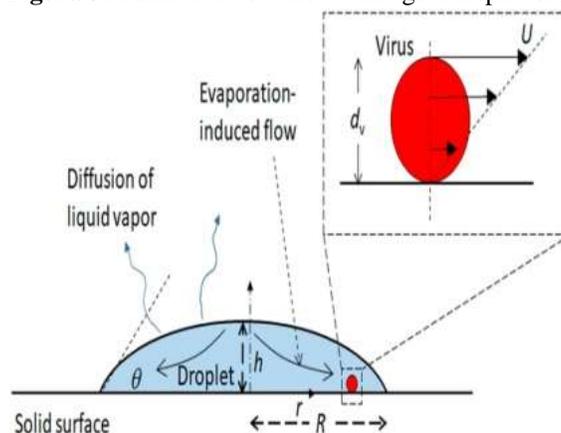
$$J = \frac{P_V}{PL\sqrt{2\pi \mathcal{R} T_{sat}}} (P - P_V) \quad \text{EC.5}$$

$$P - P_V = \Pi(h) - \frac{\gamma \frac{d^2 z}{dr^2}}{\left[ 1 + \left( \frac{dz}{dr} \right)^2 \right]^{3/2}} \quad \text{EC.6}$$

Donde el segundo término denota la presión de Laplace en la película y  $\gamma$  es la tensión superficial de la película con respecto al aire. Usando un análisis de orden de magnitud, las derivadas en la Ec. (6) se aproximan como  $d^2 z / dr^2 \sim h / R^2$  y  $dz / dr \sim h / R$ . Dado que  $h / R \ll 1$ , aproximamos  $dz / dr \approx 0$ . Por lo tanto, usando esta aproximación y la Ec. (3), la presión dentro de la película viene dada por (Rajat Mittal, 2020)

$$P - P_V = \frac{A_H}{6\pi h^3} - \frac{\gamma^h}{R^2} \text{ EC.7}$$

**Figura 3:** Fórmula de secado de una gota respiratoria



Fuente: (Agrawala, 2020)

Además, obtenemos una ecuación diferencial ordinaria para calcular el tiempo de secado de la película. La tasa de pérdida de masa (kg / s) de la película en términos de J se expresa de la siguiente manera:

$$J = \frac{P_V}{PL\sqrt{2\pi RT_{amb}}} \left[ \frac{A_H}{6\pi h^3} + \frac{\gamma^h}{R^2} \right] \text{ EC.8}$$

$$Y_{ijk} = \mu_0 + (\mu_{1+\alpha_i+\beta_j+\gamma_k}) t + \varepsilon_{ijk} \text{ EC.9}$$

Donde  $Y_{ijk}$  es la inactivación log 10 y las variables en el modelo son las siguientes:  $\alpha_i$  es el virus (TGEV o MHV;  $i = 1$  o  $2$ ),  $\beta_j$  es la temperatura ( $4^\circ$ ,  $20^\circ$  y  $40^\circ$  C ;  $j = 1, 2$  o  $3$ ),  $\gamma_k$  es la HR (20%, 50% y 80% de HR;  $k = 1, 2$  o  $3$ ) y  $t$  es el número de días expuestos a cada condición. También se utilizó ANCOVA para determinar si había una interacción entre AT y RH como predictores de la supervivencia del virus. Esto agrega un término de interacción,  $\delta_{jk}$ , al modelo descrito anteriormente para efectos sobre la inactivación de log 10. El uso de este término permitió evaluar si el coeficiente de días depende de la interacción entre AT y RH, así como de cada una de las condiciones de AT-RH.

## **Materiales y métodos**

### ***Supervivencia de virus con cálculos***

Se utilizará modelos matemáticos para estudiar los efectos de la humedad relativa, la temperatura y el viento sobre el transporte y la evaporación de las gotas respiratorias.

Las temperaturas utilizadas fueron 4 ° C, 20 ° C y 40 ° C. En cada temperatura, se utilizó una humedad de 20% ± 3%, 50% ± 3% y 80% ± 3%. Se crearon entornos de humedad controlada en contenedores sellados. Se crearon ambientes con 20% de humedad utilizando gránulos de sulfato de calcio. Se utilizaron soluciones saturadas de nitrato de magnesio para entornos con 50% de humedad. Para ambientes con 80% de humedad, se utilizaron soluciones saturadas de cloruro de sodio (4 ° C), cloruro de amonio (20 ° C) y bromuro de sodio (40 ° C).

### ***Materiales***

#### ***Superficies***

Se utilizará para obtener los cálculos las superficies que se encuentran en los buses de servicios urbanos para lograr obtener resultados de la inactivación del virus en superficies que son manipuladas de uso diario.

**Tabla 3:** Características de materiales del bus

<b>Material</b>	<b>Superficie</b>	<b>T°</b>	<b>Característica Mecánica</b>
Plástico	Porosa	12°C	Rigidez resistencia a deformación
Aluminio	Lisa	3°C	Ligereza resistencia a la corrosión
Vidrio	Lisa	5°C	Resistencia a compresión

**Fuente:** (Quinto Ordoñez Luis Armando, 2019)

Los materiales más comunes y usados para carrozar un bus son el aluminio para todo lo que son tubos piso, vidrio para todas las ventanas y el plástico para asientos y agarraderas.

**Figura 4:** Materiales de las superficies del bus



Fuente: Jorge Clerque

### *Plástico*

Hoy en día el polipropileno es uno de los termoplásticos más vendidos en el mundo confirmando su grado de aceptación en los mercados. Por sus características se fabrican con este material también los asientos de tipo urbanos. Ya sea por moldeo o más común, por inyección de plástico. (GUILLERMO, 2006)

### *Aluminio*

Todos los asideros y pasamanos deben estar contruidos de un material resistente no frágil, preferentemente acero, con recubrimiento metálico estable niquelado o cromado o aluminio anodizado. (INEN, 2004)

### *Espesor de material*

El espesor de los tubos de aluminio que se encuentran en la carrocería del bus para que las personas se sujeten tienen 41mm, el espesor de los asientos de plástico en donde se sientan los pasajeros tienen 54mm y el espesor del vidrio de las ventanas es de 19mm.

Peldaños. La estructura de soporte de los peldaños tiene que conformar una caja de gran resistencia, el número máximo de peldaños será de tres con las siguientes dimensiones:

- Contrahuella de los peldaños interiores: máximo 220mm
- Huella en el primer peldaño: mínimo 300mm
- Huella en los peldaños interiores: mínimo 250 mm (INEN, VEHÍCULOS AUTOMOTORES. BUS URBANO. REQUISITOS, 2015)

### *Aspectos naturales*

La ubicación del Ecuador, sobre la línea ecuatorial, produce poca estacionalidad a lo largo del año. Solo hay dos estaciones definidas: húmeda o invierno y seca o verano. La duración de las estaciones varía regionalmente. En la región Costa, la época lluviosa se inicia en diciembre y dura hasta mayo;

## Análisis bacteriológico en diferentes superficies según las condiciones geográficas en el DMQ

---

la época seca tiene lugar entre junio y noviembre. En los Andes, la estación lluviosa dura de octubre a mayo y la seca de junio a septiembre. En la región amazónica hay diferencias entre norte y sur. En la Amazonía norte (provincia de Sucumbíos), la época lluviosa dura de marzo a noviembre mientras que la seca de diciembre a febrero. En el resto de la Amazonía, el patrón estacional es similar al Andino. La altitud también influencia la cantidad de lluvia porque el aire frío tiene poca capacidad de retener humedad. Por lo tanto, las zonas altas tienen baja precipitación, mientras que, las zonas bajas hasta los 2000 m de elevación, presentan amplia variación en la cantidad de lluvia que reciben a lo largo del año. En términos generales, los páramos reciben poca lluvia generalmente menos de 1500 precipitaciones anuales en comparación con los bosques andinos y de tierras bajas. Las regiones que reciben los niveles de precipitación más altos son el bosque piemontano occidental de los Andes norte y el bosque de tierras bajas del Chocó.

### *Temperatura*

La temperatura que se va a usar es la temperatura anual media anual de Quito 20°C porque se quiere analizar la inactivación del virus a datos reales del Distrito Metropolitano de Quito.

### *Humedad Relativa*

La humedad relativa que se va tomar es de 80% debido a que Quito es una ciudad fría y con muchas precipitaciones las cuales provocan el aumento de humedad. (Ron, 2019)

### *Equipo de medición*

Thermo Scientific™ AcroMetrix™ SARS-CoV-2 Control (RUO)

Valida y supervisa el rendimiento de las pruebas de diagnóstico molecular para detectar COVID-19 Este control imita una muestra de un paciente y se puede utilizar como un control de ensayo completo desde la extracción hasta la amplificación y finalmente la detección de COVID-19. (Scientific)

### *Procedimiento de pruebas de laboratorio*

La temperatura y la humedad se controlaron utilizando monitores digitales. Las muestras clínicas recolectadas en pacientes con COVID-19 se manipulan comúnmente en los laboratorios BSL-2 con fines de diagnóstico. Utilizamos la norma francesa NF-EN-14476 + A2 derivada de la norma europea EN-14885. Para evitar el riesgo de exposición de los trabajadores de laboratorio, mostramos que se deben agregar dodecil-sulfato de sodio y Triton-X100 a los tampones de lisis de tiocianato de guanidinio para obtener una reducción de 6 log del virus infeccioso.

Dado que las muestras clínicas recolectadas en pacientes con sospecha de COVID-19 se manipulan comúnmente en los laboratorios BSL-2, los resultados presentados en este estudio deberían ayudar a

elegir el protocolo de inactivación más adecuado para evitar la exposición del personal de laboratorio a cargo de y detección indirecta de SARS-CoV-2 con fines de diagnóstico. (Boris Pastorino, 2020)

## Resultados y discusión

### *Procedimiento*

Se empleara un modelo computacional para una película delgada en el que la tasa de masa de evaporación es una función de las presiones de separación y dentro de la película. El modelo muestra una fuerte dependencia del espesor inicial de la película y sugiere que el tiempo de secado de esta película nanométrica es del orden de horas, consistente con el tiempo de supervivencia del coronavirus en una superficie, visto en experimentos publicados. Se examinara brevemente el cambio en el tiempo de secado en función del ángulo de contacto y el tipo de superficie. El espesor o volumen de la película variable en el tiempo calculado concuerda cualitativamente con el decaimiento medido del título de coronavirus en diferentes superficies. El presente trabajo proporciona información sobre por qué la supervivencia del coronavirus es del orden de horas o días en una superficie sólida en condiciones ambientales.

### *Datos de entrada*

Radio mojado de gotitas estimado usando Eq. (1) para gotas de 5  $\mu$ l y 50  $\mu$ l en diferentes superficies.

Superficie      V( $\mu$ l)

Superficie	V( $\mu$ l)
Vidrio	5
Cobre	50
Polipropileno	5
Acero inoxidable	50

Se conoce que como factor principal para supervivencia del virus el ambiente tiene que tener una humedad relativamente o bien alta o bien baja. En el siguiente artículo se va a medir la inactivación del virus utilizando el modelo ANCOVA  $Y_{ijk} = \mu_0 + (\mu_1 + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k) t + \epsilon_{ijk}$ , donde  $Y_{ijk}$  es la inactivación log 10 y las variables en el modelo son las siguientes:  $\alpha_i$  es el virus (TGEV o MHV;  $i = 1$  o  $2$ ),  $\beta_j$  es la temperatura ( $4^\circ$ ,  $20^\circ$  y  $40^\circ$  C;  $j = 1, 2$  o  $3$ ),  $\gamma_k$  es la HR (20%, 50% y 80% de HR;  $k = 1, 2$  o  $3$ ) y  $t$  es el número de días expuestos a cada condición. Vamos a utilizar la humedad y la temperatura en la que se encuentra Quito a 2832 metros de altura que es de 80% de humedad.

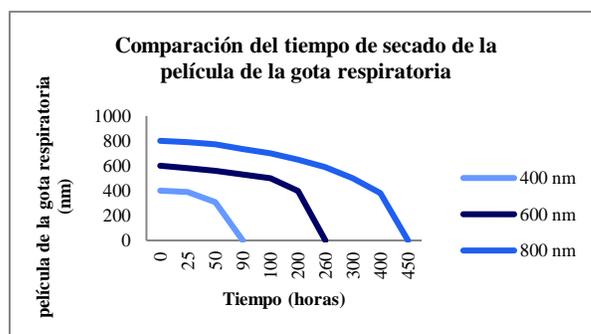
## Análisis bacteriológico en diferentes superficies según las condiciones geográficas en el DMQ

### Pruebas según variables

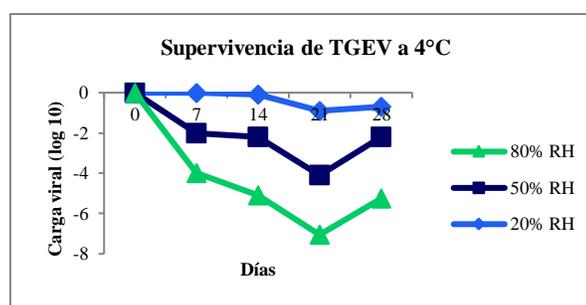
Se analizó en 3 diferentes temperaturas y 3 diferentes porcentajes de humedad, se diferenciara a 4°C con 20%,50% y 80% de humedad. A 20°C con 20%,50% y 80% de humedad y como último a 40°C con 20%,50% y 80% de humedad.

### Pruebas individuales

La variación en el tiempo del espesor de la película para un espesor de película inicial de  $h_0 = 400$  nm se representa. Dado que el volumen de la película escala linealmente con su espesor Eq. (2), la variación temporal del volumen es la misma que la del espesor. El tiempo necesario para la evaporación en este caso es de 84 h. La variación de espesor no es lineal para el resto de la evaporación. La primera se vuelve aproximadamente un orden de magnitud más grande que la última alrededor de las 70 h. Esta tendencia se puede explicar usando la Ec. (7) dado que estas presiones evolucionan como  $h^{-3}$  y  $h$ , respectivamente, donde  $h$  es el espesor de la película.

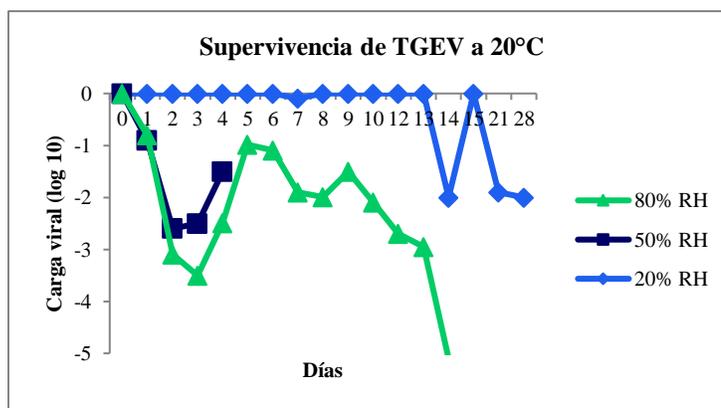


A 4 °C, el virus infeccioso depositado en superficies de acero inoxidable a niveles iniciales de 4 a 5 log 10 MPN persistió durante 28 días, y el nivel más bajo de inactivación durante el experimento de 28 días tuvo lugar al 20% de HR. Hubo una disminución en el log 10 observado tasa de inactivación al 20% y 50% de HR desde el día 21 al día 28.

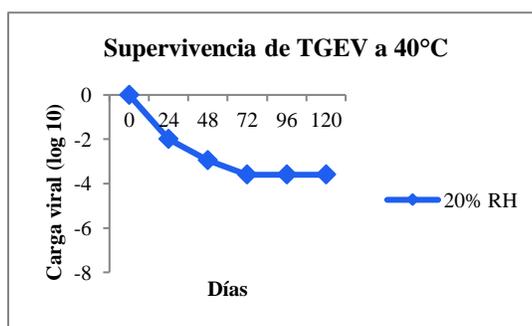


### Análisis bacteriológico en diferentes superficies según las condiciones geográficas en el DMQ

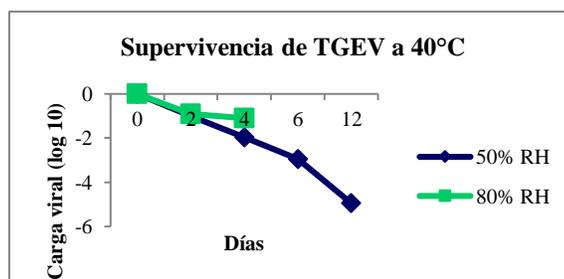
A 20 ° C, el experimento se terminó a los 28 días. Al 50% de HR, el experimento se terminó a los 3 días para TGEV y a los 5 días para MHV debido a la subestimación del número de puntos de muestreo necesarios. Al 80% de HR, los experimentos se terminaron cuando no se detectó virus en los portadores. La inactivación fue más rápida a 20 ° C en todos los niveles de HR que a 4 ° C.



En general, ambos virus se inactivaron más rápidamente a 40 ° C que a 20 ° C. Al 20% de HR, ambos virus sobrevivieron hasta 5 días. Por el contrario, la duración de supervivencia al 50% de HR fue de 24 h para MHV y <12 h para TGEV, y la duración de supervivencia para ambos virus al 80% de HR fue <6 h.



Al 20% de HR, la infectividad del MHV disminuyó en 4,7 log 10 en 5 días y la infectividad del TGEV disminuyó en 3,5 log 10 en 5 días.



## Análisis bacteriológico en diferentes superficies según las condiciones geográficas en el DMQ

---

A diferencia de los resultados a 20 ° C, la pérdida de infectividad a 40 ° C fue más rápida al 80% de HR que al 50% de HR. A 40 ° C y 80% de HR, los títulos infecciosos de MHV y TGEV fueron 4,1 y 2,8 log 10 más bajos a las 3 h, respectivamente.

### Comparativas de resultados

Los datos de coronavirus obtenidos en este estudio sugieren que, aunque las tasas de inactivación viral son más bajas con temperatura más baja, todavía existen diferentes efectos de la humedad sobre la supervivencia viral en cada temperatura. A 40 ° C, se observó el mismo efecto protector de baja humedad al 20% de humedad en comparación con el de 50% y 80% de humedad. Sin embargo, en general, la inactivación fue más rápida en los tres niveles de humedad con esta temperatura alta. Puede ser que a 40 ° C los efectos de la temperatura sean los efectos predominantes que causan la inactivación viral y que los niveles de humedad jueguen un papel menor que en las temperaturas más bajas.

### Conclusiones

Los resultados del análisis estadístico sugieren que la humedad tiene un mayor efecto sobre la inactivación viral que la temperatura.

Existen interacciones entre temperatura y humedad. La relación entre temperatura, humedad.

La inactivación del virus aún no está del todo clara y puede variar según el tipo de virus.

### Referencias

1. Abigail P. Harvey, E. R. (2020). Monitoreo longitudinal del ARN del SARS-CoV-2 en superficies de alto contacto en un entorno comunitario. *Environ Sci Technol Lett*.
2. Agrawala, R. B. (2020). Likelihood of survival of coronavirus in a respiratory droplet deposited on a solid surface.
3. BBC. (21 de marzo de 2020). BBC News. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-51955233>
4. Boris Pastorino, F. T. (8 de junio de 2020). Evaluation of Chemical Protocols for Inactivating SARS-CoV-2 Infectious Samples. *Viruses*.
5. Brownell, B. (2020). Materiales y recubrimientos que reducen la transmisión superficial de bacterias y virus. *ARCHITECT*.

Análisis bacteriológico en diferentes superficies según las condiciones geográficas en el DMQ

---

6. G. Kampfa, D. T. (2020). Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *Journal of Hospital Infection*.
7. GUILLERMO, V. V. (2006). STUDIO PARA EL DESARROLLO DE PRUEBAS DINAMICAS EFECTUADAS A LOS ASIENTOS PARA TRANSPORTE URBANO Y SUBURBANO DE PASAJEROS, DERIVADO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION CGPI-20041128.
8. Higiene. (2020). Estudio: el coronavirus puede sobrevivir en superficies hasta 28 días en condiciones de laboratorio. *aerzteblatt.de*.
9. INEN. (2004). Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria.
10. INEN. (12 de diciembre de 2015). VEHÍCULOS AUTOMOTORES. BUS URBANO. REQUISITOS. NTE INEN 2205.
11. OMS. (s.f.). Organización Mundial de la Salud. Obtenido de <https://www.who.int/es>
12. Quinto Ordoñez Luis Armando, S. P. (2019). EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MATERIALES COMPUESTOS FABRICADOS A PARTIR DE PLÁSTICO, VIDRIO Y ALUMINIO RECICLADOS MEDIANTE UN PROTOTIPO DE MÁQUINA DE INYECCIÓN.
13. Rajat Mittal, C. M. (2020). A mathematical framework for estimating risk of airborne transmission of COVID-19 with application to face mask use and social distancing. *Physics of Fluids*.
14. Ron, A. L. (2019). Geografía y Clima del Ecuador. *Anfibios del Ecuador*.
15. Scientific, T. F. (s.f.). fischer scientific. Obtenido de <https://www.fishersci.com/shop/products/acrometrix-sars-cov-2-control-ruo/100954517>
16. Wild, M. J. (2021). ¿Cuánto tiempo sobrevive el coronavirus en qué superficie? *netdoctor.at*.

©2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

[\(https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).