



Vol.1(1)  
Octubre 2020-Marzo 2021

*Revista*  
*Semilla del Este*

ISSN L2710-7469



Universidad de Panamá  
Centro Regional Universitario  
de Panamá Este

## La importación de cebolla y su relación con la producción nacional: 2000 – 2016

## The import of onion and its relationship with national production: 2000 – 2016

Andrés Chang. Universidad de Panamá. Centro Regional Universitario de Darién. [achang1974@gmail.com](mailto:achang1974@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0003-4776-6794>

Edwin Pile. Universidad de Panamá. Centro Regional Universitario de Darién. [edwin.pilem@up.ac.pa](mailto:edwin.pilem@up.ac.pa)  
<https://orcid.org/0000-0002-6226-1500>

### RESUMEN

Se evaluó la relación entre la importación de cebolla y la producción nacional del rubro en el periodo 2000-2016. El análisis fue realizado a partir de fuentes secundarias (informes técnicos del MIDA). Las variables utilizadas fueron: región, número de productores, la producción en quintales, rendimiento por hectárea, superficie sembrada y cosechada. Los datos fueron descritos a través de medidas de tendencia central y de variabilidad. También, fue establecida la interrelación entre las variables, usando Análisis en Componentes Principales, y la identificación de las de mayor incidencia sobre la producción. Los resultados demostraron una reducción de la producción y un aumento en el volumen y valor de las importaciones, y del rendimiento de los productores en el periodo de estudio. De igual forma pudo ser verificada la incidencia negativa del volumen de las importaciones sobre el número de productores.

**PALABRAS CLAVE:** cebolla, producción agrícola, importaciones

### ABSTRACT

The relationship between the onion's import and the national production of the item in the period 2000 - 2016 was evaluated. The analysis was made from secondary sources (MIDA technical reports). The variables used in the study were: region, the number of producers, production in quintals, volume/ha, and sown and harvested area—the data described through measures of central tendency and variability. The interaction between the variables was also established using Principal Components Analysis, and the highest incidence of production was identified. The results showed a reduction in output and an increase in the volume and value of imports. They increased the performance of producers in the study period. Likewise, the negative impact of the volume of imports on the number of producers could be verified.

**KEYWORDS:** onion, agricultural production, imports

## INTRODUCCIÓN

Los sectores de la economía nacional son impactados por los cambios ocurridos a nivel institucional, político y social como consecuencia de la globalización y la liberación de los mercados, siendo el sector agrícola uno de los más afectados. Con la ocurrencia de estos cambios, los diferentes sectores son evaluados con la finalidad de restablecer líneas prioritarias y políticas de trabajo, de forma tal que las estructuras productivas, socioeconómicas y de comercio exterior se ajusten y respondan a las nuevas exigencias del mercado (Bermúdez, 2019).

Así pues, considerando esta información se evaluó la producción de la cebolla (*Allium cepa* L.) en el sector agropecuario panameño. La producción de este rubro en Panamá es escasa, por lo que no abastece la demanda nacional de bulbo seco; sin embargo, a nivel mundial existe un alto nivel de producción (96,2 millones de toneladas), el segundo en proporciones de hortalizas (FAO, 2015). La escasez del producto se relaciona con la ausencia de sustitutos para consumo en bulbo seco y como especias en la cocina, y el alto nivel de producción mundial se relaciona con su amplia distribución geográfica debida a la gran diversidad genética del cultivo (DGCA, 2013; FAO, 2015). En Panamá, la baja producción y escasez del producto en bulbo seco, promueve su importación a través de los contingentes ordinarios pactados en la Organización Mundial del Comercio (OMC) y extraordinarios por el desabastecimiento. No obstante, a falta de una política definida en materia de importaciones, durante las épocas de cosecha del rubro se producen distorsiones en el mercado que afectan a los productores nacionales.

Estas distorsiones deben ser evitadas, pues, a pesar de la baja producción, este rubro aportó el 33% de los 1 005 843 quintales de hortalizas producidas en el periodo agrícola 2017/2018. Para el país, este aporte ocurrió a través de un incremento de 35% de la productividad, después de una reducción de 33% en la superficie sembrada y de 25% en la producción nacional. Por otro lado, la provincia de Chiriquí, como mayor productora, tiene un soporte significativo en su economía. De esta forma, el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA, 2019) cita este incremento como un indicativo del aumento en la productividad de la región, comportamiento que viene siendo afectado por las distorsiones mencionadas y relacionadas con la falta de una política definida de importaciones durante la época de cosecha del rubro.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los análisis fueron realizados usando fuentes secundarias de datos (FAO, 2015). Las variables disponibles para la evaluación fueron la región, el número de productores, la producción en quintales, el rendimiento por hectárea, y la superficie cosechada y sembrada. Los datos fueron descritos a través de medidas de tendencia central y de variabilidad. La interrelación entre las variables fue establecida usando Análisis en Componentes Principales (Kassambara & Mundt, 2017; Lê, Josse, & Husson, 2008). Para identificar las variables relacionadas con la producción de la hortaliza fue utilizado el modelo lineal generalizado (GLM, family=binomial, link=logit). Al momento de establecer el modelo, la producción fue dividida en clases (binomial) y tratada como variable dependiente. Su descripción y categorización se indican a seguir:

Tabla 1. *Análisis descriptivo*

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
885	5 292	13 500	112 589	65 881	636 979
<b>Categorización</b>					
(249 , 3.19e+05]			(3,19e+05 , 6.38e+05]		
55			12		

Todas las variables independientes fueron tratadas como continuas para el establecimiento de los modelos que fueron comparados usando el Criterio de Información de Akaike (AIC) (Tabla 3). Los resultados fueron gráficamente representados usando el paquete Ggplot2 (Wickham, 2016).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En Panamá, en promedio, las regiones de mayor producción de esta hortaliza tienen bajo rendimiento (Tabla 1, Figura 3). En términos de evolución, la producción se redujo entre 2005 y 2011, y su recuperación fue paulatina a partir de 2012. Sin embargo, los volúmenes no alcanzaron la producción del primer trienio de estudio (Figura 4). En resumen, durante el periodo de estudio, la producción de cebolla cayó en la región, contrario de lo ocurrido con su rendimiento, y el volumen y valor de las importaciones (Figura 1). Este resultado confirma los señalamientos del MIDA (2019) sobre la disminución del número de productores y el aumento en el rendimiento del cultivo, para el periodo de estudio. Los resultados además indican que la disminución del número de productores se refleja principalmente en la región de Coclé (Figura 2).

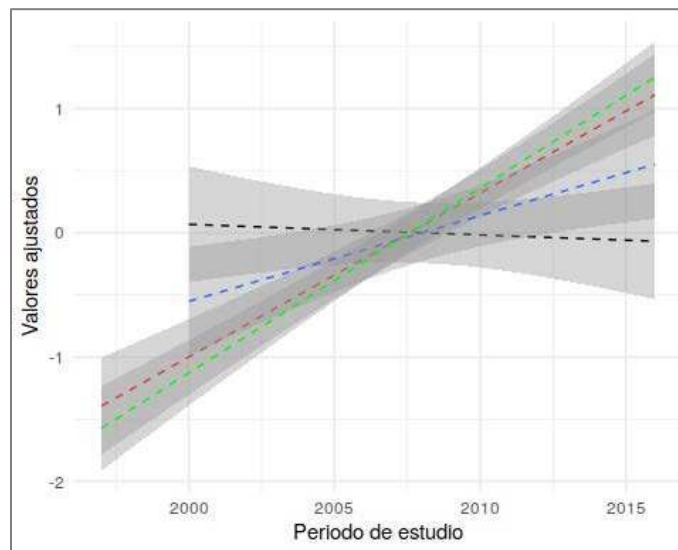


Figura 1. Representación gráfica del comportamiento lineal de la evolución de la producción nacional (línea segmentada negra), rendimiento en quintales por hectárea (línea segmentada azul), y del valor de las importaciones (línea segmentada verde) y del volumen (línea segmentada roja) de las importaciones de cebolla en la república de Panamá en el periodo 2000 – 2016. (Comparación a través de valores ajustados).

En la figura 2, se exhibe la representación gráfica del modelo predictivo (GLM) de la producción en función del número de productores, y del efecto del volumen de importaciones y del periodo de estudio sobre el número de productores (ton = volumen de importaciones de cebolla en toneladas, región: 1 - Chiriquí, región: 2 - Coclé, región: 3 - Herrera, región: 4 - Los Santos).

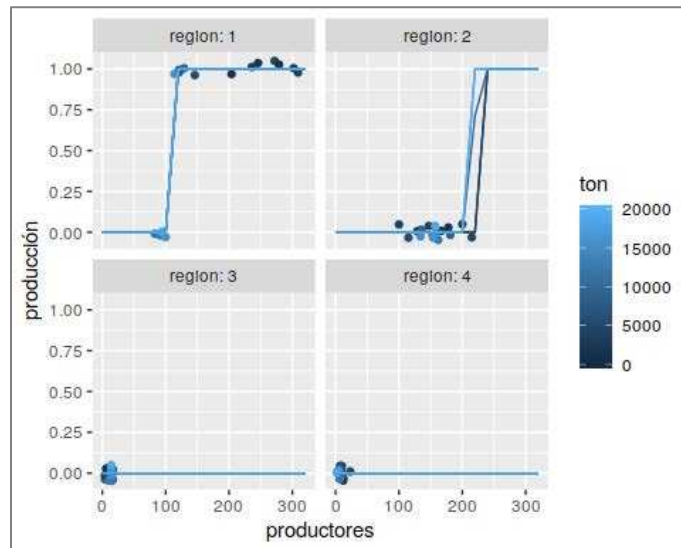


Figura 2. Representación gráfica del modelo predictivo (GLM)

En la figura 3 se muestra la estimación de la correlación entre el número de productores, rendimiento, producción y el valor de la tonelada del producto importado, en el periodo de estudio (año = periodo de estudio, productores = número de productores, producción = volumen de la producción en quintales, valor = valor de la tonelada de cebolla importada, ton = volumen en toneladas de cebolla importada, rendimiento = producción en quintales por hectárea de cebolla en las regiones, SupSem = superficie sembrada en hectáreas, SupCos = Superficie cosechada en hectáreas).

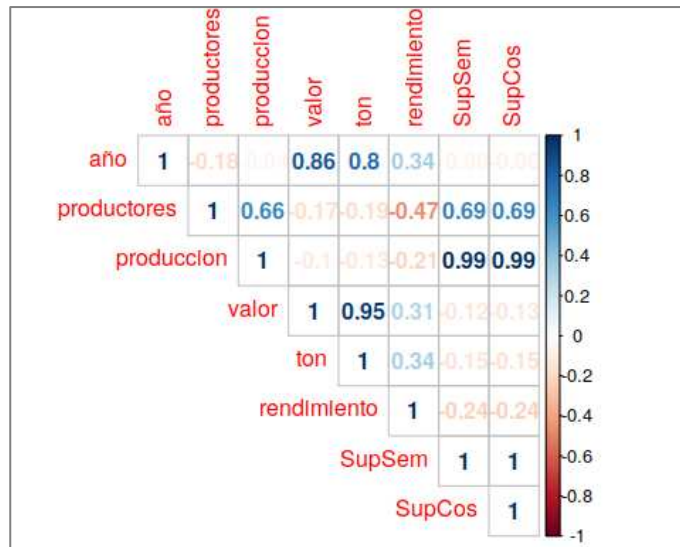


Figura 3. Estimación de la correlación

De igual forma, los resultados permitieron determinar que la interacción de las variables evaluadas fue responsable por 81% de la variación de los resultados (Tabla 2), y que la región agrícola, el periodo de estudio, el número de productores y el volumen de las importaciones fueron los factores más incidentes sobre la variabilidad de esos resultados (Tabla 3).

Tabla 2. Media y desviación estándar de la producción y rendimiento en quintales por hectárea de cebolla en Panamá en el periodo agrícola 2017 – 2018.

Región	Productores			Producción		Rendimiento	
	Total	Min.	Max.	Media	Desvío	Media	Desvío
Chiriquí	2 928	80	309	397 197,30	142 436,70	560,82	44,77
Coclé	2 622	100	215	41 826,94	12 731,06	503,54	61,92
Herrera	198	4	17	7 314,76	3 026,46	695,86	170,11
Los Santos	144	2	23	4 268,12	2 576,38	702,52	234,13

Nota: Min = valor mínimo; Max = valor máximo

En Panamá, el aumento de las importaciones es consecuencia del modelo económico de libre oferta y demanda vigente. Según Chacón (2019), el país es un importador neto de productos agropecuarios. Sin embargo, a pesar del hecho citado el MIDA (2017) señala que la cebolla solamente fue superada por el cultivo de la papa, en ese periodo agrícola a nivel nacional,

demostrando su relevancia al generar empleos, directos e indirectos, y la posibilidad del comercio de bienes y servicios en los mercados de insumos del agro nacional. De igual forma, según el MIDA (2017), el aumento de productividad es un buen indicador de mejoras tecnológicas en el manejo agronómico del cultivo, pudiendo ser citadas la utilización de semillas mejoradas, invernaderos en tierras altas, manejo integrado de plagas y enfermedades, además de las adecuaciones en el manejo postcosecha (mejoramiento de los procesos de secado y comercialización del cultivo hacia los mercados de consumo nacional), beneficios que se podrían perder si no se ofrece el apoyo adecuado a la actividad.

De esta forma se confirman los registros que señalan a las importaciones durante la época de cosecha como una amenaza a la producción, y por ende a nuestro bienestar, pues provocan un desequilibrio en el mercado al aumentar la oferta del producto en épocas de cosecha. Este hecho sostiene la indicación de la necesidad de destinar más recursos públicos a la agricultura y establecer alguna medida de protección en lo referente a las importaciones. Además, se hace la indicación de la necesidad de estudios que permitan entender la relación del fomento en la inversión y la gobernanza, estabilidad macroeconómica, infraestructuras rurales, derechos de propiedad, seguros e instituciones de mercado, con la finalidad de movilizar los recursos y asumir los importantes riesgos que entraña la inversión.

Tabla 3. Resultado del análisis en Componentes Principales de las variables evaluadas.

Componentes	% Var.	% Acum. Var.
Comp. 1	48,94	48,94
Comp. 2	32,71	81,65

Nota: % Var. = Porcentaje de la varianza; % Acum. Var. = Porcentaje acumulado de la varianza.

Tabla 4. Resultado del Modelo Lineal Generalizado

Producción				
Modelos				
	(1)	(2)	(3)	(4)
Año	16.349 (17,475.550)		2.688 (1,844.969)	
Volumen	-0.009 (10.182)	-0.005 (12.803)		
Productores	1.693 (434.784)	2.023 (763.851)	2.389 (442.520)	2.518 (412.253)
Región	-130.098 (32,792.360)	-261.031 (50,723.850)	-242.322 (43,379.020)	-292.133 (46,901.430)
Valor		0.011 (14.836)		
Constant	-32,852.890 (35,077,426.000)	66.342 (222,326.800)	-5,428.608 (3,737,948.000)	22.645 (15,891.850)
Observations	67	67	67	67
Log Likelihood	-0.00000	-0.00000	-0.00000	-0.00000
Akaike Inf. Crit.	10.000	10.000	8.000	6.000
Note: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01				

En nuestro país, las variables indicadas afectan el desempeño de la agricultura, desempeño que es relevante por contribuir en la producción interna y empleo de países en desarrollo. Además, ese desempeño es la base de la seguridad alimentaria y de desarrollo rural (FAO, 2015), por ser una herramienta que permite el crecimiento del país por la reducción de las tasas de hambre y la pobreza a nivel mundial (FAO, 2012).

Así lo indica también el Banco Mundial (2014), al reportar que la mayoría de las personas vive en zonas rurales y gran parte de sus ingresos depende de la agricultura. Los autores consideran que la agricultura representa el 3,9% del PBI (Producto Interno Bruto) mundial y emplea a 1 500 millones de personas, por lo que infieren que esta es una actividad de gran importancia estratégica y base fundamental para el desarrollo y generación de riquezas. De esta forma, concluyen diciendo que este sector es la fuente de empleo más importante del mundo, después del sector de los servicios (Banco Mundial, 2017).

Así pues, con base en esta información se puede deducir que la inversión en agricultura es una de las formas más eficaces de promover la productividad agrícola, reducir la pobreza y mejorar la sostenibilidad ambiental, y, siendo así, la inversión tanto pública como privada en este sector sigue siendo el camino más efectivo para facilitar oportunidades de crear ingresos, además de mejorar la nutrición, entre las familias residentes en zonas rurales, especialmente.

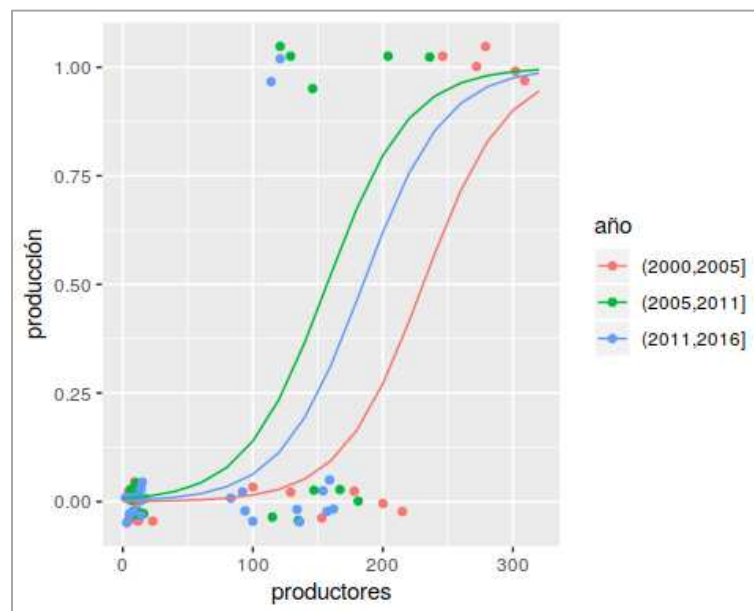


Figura 4. Representación gráfica del resultado del Modelo predictivo (GLM) de la producción en función del número de productores y el periodo de estudio.

## CONCLUSIÓN

Durante el periodo de estudio hubo una reducción de la producción del rubro cebolla provocada por la disminución del número de productores. Por otro lado, la reducción del número de



productores tuvo su origen, en parte, con el aumento del volumen de las importaciones, y en el mismo periodo también pudo ser registrado un aumento del rendimiento en la región. Estos resultados son una firme indicación de la necesidad de estudios que permitan entender la relación entre la producción y el fomento a la inversión, con la finalidad de movilizar recursos de forma atinada y asumir riesgos con sostenibilidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ángel Chacón, Tomás Dutra, José, J., Egas Yerovi, Olga Shik, & Salvo, C. P. D. (2019). *Análisis de políticas agropecuarias en Panamá*. Retrieved from [https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/An%C3%A1lisis\\_de\\_pol%C3%ADticas\\_agropecuarias\\_en\\_Panam%C3%A1\\_\\_es\\_es.pdf](https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/An%C3%A1lisis_de_pol%C3%ADticas_agropecuarias_en_Panam%C3%A1__es_es.pdf)
- Banco Mundial. (2014). *Producto bruto interno (pbi): Agricultura*. [Datos.bancomundial.org-indicador-nv.agr.totl.zs](https://datos.bancomundial.org/indicador-nv.agr.totl.zs). Online; accessed 2020-03-07.
- Banco Mundial. (2017). *Agricultura*. Retrieved from Online; accessed 2020-03-07 website: [Panoramageneral.www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/overview](http://Panoramageneral.www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/overview)
- Bermúdez, T. (2019). *Estructura productiva - económica, comercial externa y nivel de competitividad de la cebolla fresca de bulbo* (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- DGCA. (2013). *Principales aspectos agroeconómicos de la cadena productiva de la cebolla*. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura y Riego, Dirección General de Competitividad Agraria (DGCA); Online; accessed 2020-03-07.
- FAO. (2012). *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo*. Retrieved from <http://www.fao.org/3/i2845s/i2845s00.pdf>
- FAO. (2015). *dirección de estadística, FAOSTAT*. Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/es/home>
- Kassambara, A., & Mundt, F. (2017). *Factoextra: Extract and visualize the results of multivariate data analyses*. Retrieved from <https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>
- Lê, S., Josse, J., & Husson, F. (2008). FactoMineR: A package for multivariate analysis. *Journal of Statistical Software*, 25(1), 1–18. <https://doi.org/10.18637/jss.v025.i01>
- MIDA. (2019). *información general, año 2017-2018*. Panamá: Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Dirección de Agricultura, Unidad de Planificación.
- Wickham, H. (2016). *Ggplot2: Elegant graphics for data analysis*. Retrieved from <https://ggplot2.tidyverse.org>

## **Análisis de la eficiencia del sistema de filtrado microbiológico de agua *LifeStraw Family*, en la comunidad de María Chiquita, Portobelo, Colón, Panamá**

### **Analysis of the efficiency of the LifeStraw Family microbiological water filtering system, in the community of María Chiquita, Portobelo, Colón, Panama**

Yenely K. Mojica Davis. Colegio La Salle Margarita. [yenely.mojica@lasallecolon.edu.pa](mailto:yenely.mojica@lasallecolon.edu.pa)

Javier A. Hurtado Yow. Universidad de Panamá. Centro Regional Universitario de Colón. [javier.hurtado@up.ac.pa](mailto:javier.hurtado@up.ac.pa)

#### **RESUMEN**

En la provincia de Colón, República de Panamá, existen muchos sitios o comunidades que carecen de un servicio de agua potable. Debido a esto, los pobladores se ven forzados a utilizar medios alternativos para la purificación del agua. Por esta razón, el presente estudio analizó la eficiencia del sistema de filtrado microbiológico de agua *LifeStraw Family* en la comunidad de María Chiquita, Colón. Se determinó que el sistema removió el 99,77387% de los microorganismos indicadores en los 5 L, el 99,35780% en los 150 L y el 99,87453% en los 300 L. Se excluyó del filtrado el 99,2273% de *Pseudomonas aeruginosa*, un 99,6637% de coliformes totales, un 99,8619% de coliformes fecales y un 99,9220% de bacterias heterotróficas. Su efectividad total fue 99,6687% (99,245293-100,092167).

**PALABRAS CLAVE:** agua potable, eficiencia, *LifeStraw*, microorganismos indicadores, coliformes totales

#### **ABSTRACT**

Colon province, Republic of Panama, has many communities or sites that lack safe drinking water service. Therefore, the settler has to use alternative options for purifying water. For this reason, the present study analyzed the efficiency of the Microbiological Water Filter LifeStraw Family in the Maria Chiquita Community, Colon. This research found that the system removed 99.77387% of indicator microorganisms in 5 L, 99.35780% in 150 L, and 99.87453% in 300 L. A 99.2273% of *Pseudomonas aeruginosa*, 99.6637% of total coliforms, 99.8619% of fecal coliforms, and 99.9220% of heterotrophic bacteria were excluded from the filtration. Its full effectiveness was 99.6687% (99.245293-100.092167).

**KEYWORDS:** drink water, efficiency, *LifeStraw*, indicator microorganisms, total coliforms

## INTRODUCCIÓN

En la provincia de Colón, muchas comunidades se hallan sin acceso al servicio de agua potable. Existe un enorme riesgo por contraer enfermedades transmitidas por patógenos bacterianos en el agua. Entre los grupos más susceptibles están los niños, embarazadas, ancianos y personas con sistema inmune comprometido (MINSA, 2007).

Ciertas comunidades optan por medios que les brinden seguridad al consumir el agua. Sin embargo, el resto de los pobladores se arriesga a tomar el vital líquido tal cual como sale de sus grifos y sin ninguna medida de precaución (ONU, 2008). Un vivo ejemplo de éstas es la comunidad de María Chiquita, la cual en pleno siglo XXI, no goza del servicio primordial de abastecimiento de agua potable (IDAAN, 2008).

Según la Comisión Interinstitucional de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá (2007), la comunidad de María Chiquita sufre el problema de la carencia de agua potable. Dicha comunidad cuenta con un acueducto rural de 20 años de vida útil aproximadamente. Los grifos sólo reciben residuos del río, tales como: sedimento, y animales como peces, camarones y cangrejos, sobre todo en la temporada lluviosa del clima panameño.

En el caso de este corregimiento, el Ministerio de Salud (MINSA) colocó unos filtros en el acueducto. Sin embargo, al llover la salida del agua se obstruye, por lo que los moradores optaron por instalar tuberías directamente desde la fuente de agua que está localizada en el río Madre Vieja, hasta sus casas. El MINSA gestionó la construcción de un nuevo acueducto rural, por el orden de 200 mil dólares; sin embargo, debido al alto costo de la obra y por la falta de presupuesto, no fue posible su aprobación (MINSA, 2007). Años atrás hubo un proyecto para construir una potabilizadora en el sector de Río Piedra, para abastecer del servicio a varias comunidades, el cual quedó en nada (Sánchez, 2008).

Por ende, con la realización de este proyecto se beneficiarán, principalmente, aquellas comunidades que no tienen agua potable en sus casas. De igual manera, se beneficiará a toda aquella persona que realice trabajo de campo y se vea en la necesidad de pasar varios días internado en un bosque. Para esto se analizó la eficacia del sistema de filtrado microbiológico de agua *LifeStraw Family*. Esto se logró mediante el recuento de bacterias bioindicadoras, con poco y gran volumen de agua. Se tomó como sitio de prueba la comunidad de María Chiquita, ya que ésta presenta el problema anteriormente señalado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del área de estudio

Este proyecto se realizó en la comunidad de María Chiquita, Corregimiento de María Chiquita, Distrito de Portobelo, provincia de Colón, República de Panamá. Esta comunidad se encuentra en

la vía que dirige a la Costa Arriba de Colón. La misma limita al norte con la playa Marco Antonio, al sur con el río Madre Vieja, al este con Río Piedras y la comunidad de El Aserrío; y al oeste con la quebrada Cacao (ANAM 2007a).

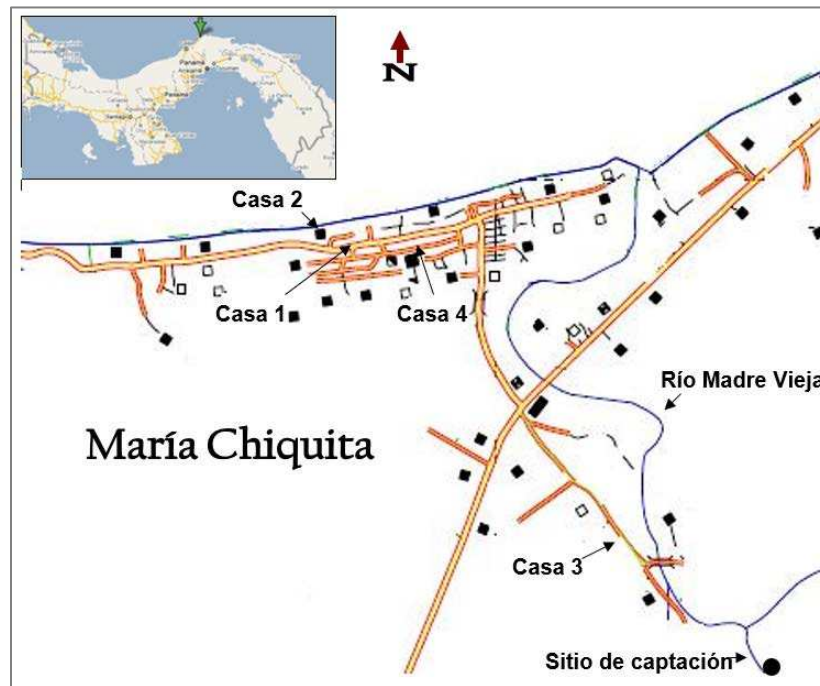


Figura 1. Sitios de muestreo (ANAM 2007b). 1 → ubicación de las casas

### **Sitio de estudio**

En el corregimiento de María Chiquita, provincia de Colón, se encuentra la comunidad de María Chiquita, la cual cuenta con una población de unos 3 mil habitantes. Ella está enclavada en el histórico distrito de Portobelo, en la Costa Arriba de Colón (ANAM 2007a). Este poblado presenta un clima húmedo tropical, con una estación seca que va de enero a abril y una lluviosa de mayo a diciembre. La temperatura media anual es de 27 °C con precipitación entre 1 850 y 3 500 mm. El lugar presenta un suelo arenoso, y un tanto arcillosos en sector este, con una elevación de apenas 0,5 msnm (ANAM 2007b) (Fig. 1).

### **Muestreo**

Se seleccionaron cuatro (4) casas de la comunidad de María Chiquita al azar. Se colocó un filtro *LifeStraw Family* en cada una de ellas. Se les pidió a las familias que filtraran 5, 150 y 300 litros de agua los meses de septiembre, octubre y noviembre, respectivamente. En cada casa, se tomaron tres muestras en frascos de 100 mL, las cuales llamaremos agua cruda (agua no filtrada). A la vez, por casa, se recogieron cuatro muestras del agua purificada (agua filtrada) en frascos de 100 mL.

### **Conservación y transporte de las muestras**

Los frascos de 100mL se introducían en bolsas plásticas transparentes para evitar su contaminación con agua del exterior (Lloyd y Harris, 1995). Estas fueron transportadas al laboratorio en hieleras con hielo (Kemp et al., 1993).

### **Procesado de las muestras**

Las muestras eran llevadas al laboratorio un día después de colectadas (Pepper et al, 1995). Los platos con los medios se marcaban para su identificación. Luego las muestras eran filtradas, inoculadas e incubadas.

### **Medios de cultivo**

En este protocolo se siguieron las indicaciones de Jensen (1968), Postgate (1979) y White (1983). La tabla 4 muestra los medios de cultivo empleados para cada grupo de bacterias.

Tabla 1. *Medios de cultivo empleados*

<b>Tipo de Bacteria</b>	<b>Medio empleado</b>	<b>Coloración del medio</b>
Coliformes Totales	m Endo Agar Les	Lilac
Coliformes Fecales	m FC Agar	Violeta
<i>Pseudomona spp.</i>	M-PAC Agar	Naranja
Bacterias Heterotróficas	R2A Agar	Transparente

### **Método de filtro de membrana**

El filtro utilizado fue del tipo de policarbonato, el cual es más apropiado según Harris et al., (1992). Primero, se filtró el agua purificada y luego el agua cruda. Las muestras de agua cruda que serían utilizadas para obtener coliformes totales, coliformes fecales y bacterias heterotróficas podrían contener demasiados microorganismos, por lo que se modificaron a las concentraciones adecuadas mediante diluciones seriadas de 1 000  $\mu$ L y 100  $\mu$ L (Atlas y Bartha, 2002; Wolf, 1972). Estas eran luego diluidas en 2 mL de agua destilada (Simidu, 1972). Al contrario, como las muestras de agua cruda que serían utilizadas para obtener *Pseudomonas spp.* podían contener muy pocos microorganismos, se debió utilizar volúmenes de 200 mL y 100 mL (Postgate, 1979).

### **Incubación de los medios**

Para el periodo de incubación de las muestras se emplearon las indicaciones de Grigorova y Norris (1990). Además, para la temperatura de incubación se manejaron las instrucciones de Buck (1979) (tabla 5). Luego de este periodo, las muestras eran retiradas de la incubación y por último eran puestas en refrigeración hasta su lectura.

## Métodos de análisis

Para la lectura de las unidades formadoras de colonias se siguieron las indicaciones de Atlas y Bartha (2002) y White (1983).

## Análisis estadístico

El estudio empleó un diseño bifactorial completamente al azar, donde las variables independientes fueron los volúmenes filtrados y los microorganismos indicadores de calidad de agua empleados (coliformes totales, coliformes fecales, *Pseudomonas spp.* y bacterias heterotróficas). Mientras que la dependiente fue el porcentaje de eficiencia. Estos datos fueron analizados mediante un ANOVA bifactorial repetitivo en el paquete STATISTICA, usando los meses como variable repetitiva.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

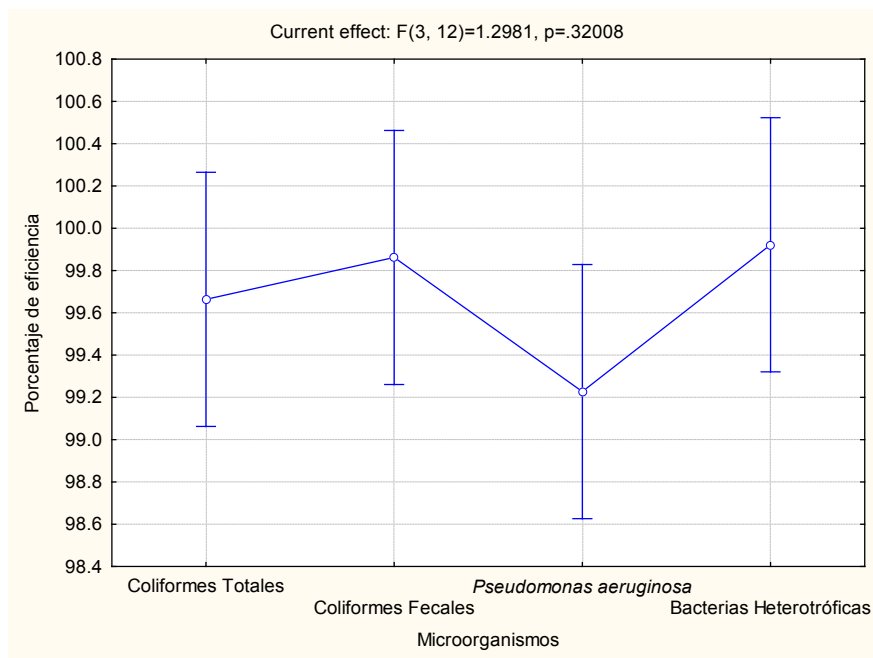


Figura 2. Porcentaje de eficiencia del sistema de filtrado microbiológico de agua *LifeStraw Family* vs. La presencia de los microorganismos indicadores.

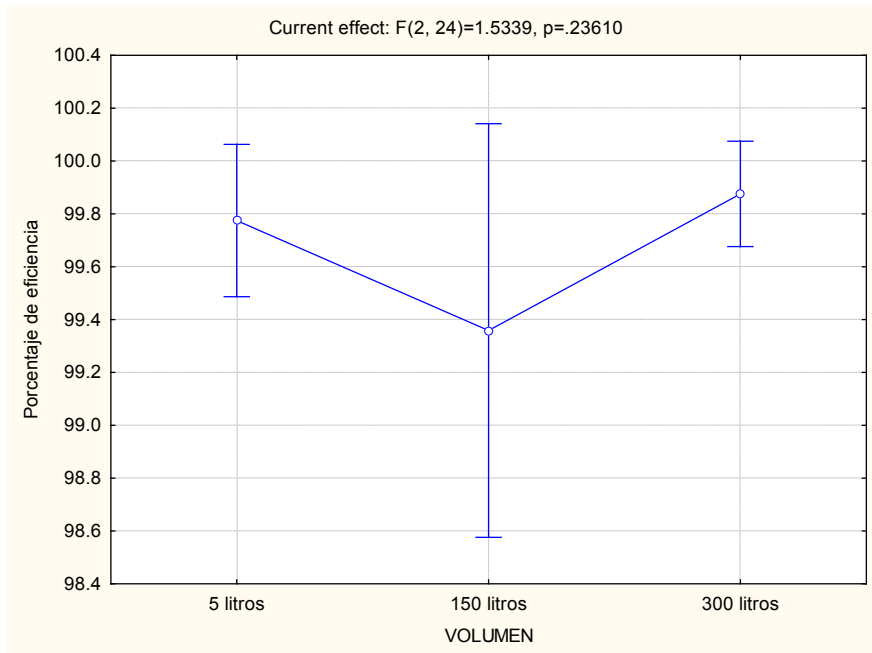
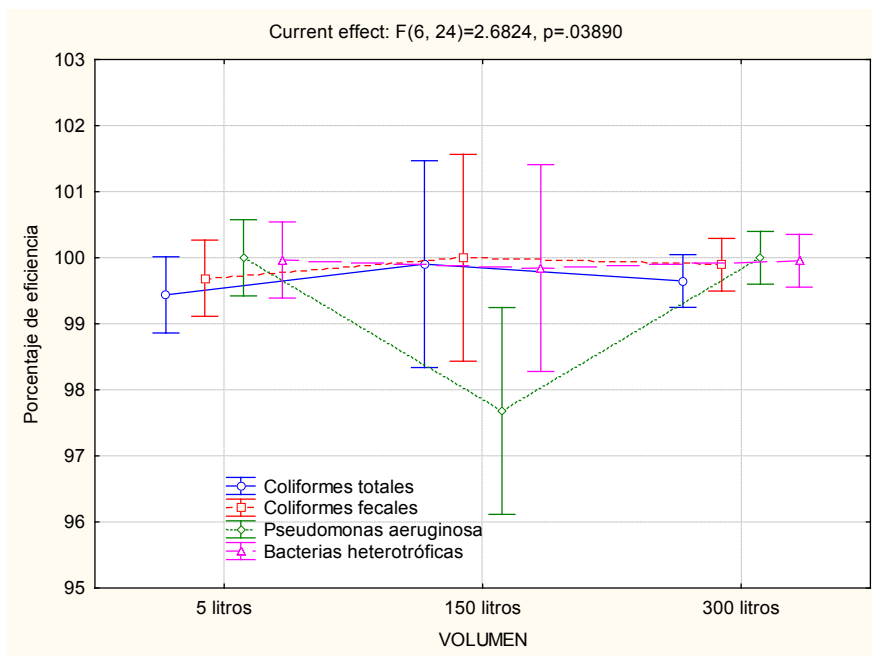


Figura 3. Porcentaje de eficiencia del sistema de filtrado microbiológico de agua *LifeStraw Family* vs. Litros filtrados.



Figuras 4. Porcentaje de eficiencia del sistema de filtrado microbiológico de agua *LifeStraw Family* vs. Volúmenes filtrados y la presencia de los microorganismos indicadores.

En este estudio se confirmó que el sistema de filtrado microbiológico de agua *LifeStraw Family* es capaz de remover el 100% de los microorganismos presentes en el agua. En el volumen de 5 L, se logró remover el 99,7739% de todos los microorganismos empleados como bioindicadores; de los cuales se obtuvo un 99,4381% de remoción de coliformes totales, un 99,6906% de coliformes fecales, un 100% de *Pseudomona aeruginosa* y un 99,9667% de bacterias heterotróficas (Fig. 2, 3 y 4). Cuando se usó 150 L de agua, el sistema eliminó el 99,3578% de todos los microorganismos empleados como bioindicadores. De los cuales se obtuvo un 99,9045 % de remoción de coliformes totales, un 100% de coliformes fecales, un 97,682% de *Pseudomona aeruginosa* y un 99,8447 % de bacterias heterotróficas (Fig. 2, 3 y 4).

Por último, en el volumen de 300 L se extrajo el 99,8745 % de todos los microorganismos empleados como bioindicadores; de los cuales se obtuvo el 99,6486 % de remoción de coliformes totales, el 99,8948 % de coliformes fecales, un 100% de *Pseudomona spp.* y el 99,9547 % de bacterias heterotróficas (Fig. 2, 3 y 4). Por lo que en resumen se obtuvo el 99,2273% de remoción total de la *Pseudomona spp.*, el 99,6637% de remoción total de coliformes totales, el 99,8619% de remoción total de coliformes fecales y el 99,9220% de remoción total de bacterias heterotróficas (Fig. 2 y 4).

De acuerdo con esto podemos señalar que los filtros trabajaron eficientemente con todos los microorganismos, excepto *Pseudomona spp.* a los 150L (Fig. 2); sin embargo, las diferencias no fueron significativas ( $F=1,2981$ ;  $p=0,32008$ ). Además, la eficiencia del filtro fue similar en todos los volúmenes de agua. Esto quiere decir que no hubo diferencias significativas ( $F=1,5339$ ;  $p=0,23610$ ) en las distintas mediciones del sistema de filtrado (Fig. 3 y 4). De esta manera se elimina el 99,6687% (99,245293-100,092167) de todos los microorganismos indicadores presentes en los volúmenes muestreados (5L, 150L, 300L) (Fig. 4).

En esta investigación se encontró que el Sistema de filtrado microbiológico de agua *LifeStraw Family* fue eficiente con todos los volúmenes de agua trabajados en los meses de septiembre, octubre y noviembre, los cuales corresponden a la estación lluviosa. Asimismo, éste resultó efectivo con los cuatro grupos de microorganismos (bacterias) indicadores empleados con todos los volúmenes.

Debido a que la investigación se realizó durante los meses de septiembre, octubre y noviembre (los cuales corresponden a la estación lluviosa), además de que el agua que llegaba a las casas procedía directamente del río, este punto es considerado importante en la medición de los resultados. Los elevados índices de precipitación registrados en estos meses pueden variar los niveles de microorganismos presentes en el río. A la vez llegan a fluctuar los sólidos en suspensión (partículas sólidas en el agua). Esto aumenta la labor del sistema de filtrado.

Los porcentajes obtenidos de eliminación bacteriana (5L: 99,77%; 150L: 99,36%; 300L: 99,87%) hacen que el agua brindada por este sistema sea apta por el consumo humano. Dichos porcentajes excluyen al agua de *LifeStraw Family* de la categoría “agua sin tratamiento” (APHA et al, 1985). Esto resulta factible para la salud humana ya que elimina el riesgo de contraer enfermedades transmitidas por agua. Sin embargo, de acuerdo con la APHA et al (1985) no es considerada como



agua potable. Para llegar a esta categoría sería necesario agregar al agua luego de la filtración unas gotas de hipoclorito de sodio (NaClO) (Pepper et al, 1995). Éste último paso complementaría la purificación iniciada por *LifeStraw Family*.

La bacteria *Pseudomonas spp.* presentó una baja eficiencia (99,2273%). Este porcentaje fue afectado por los valores obtenidos en los 150L, los cuales fueron tomados en octubre (97,682%). Siendo las muestras de la casa “tres”, las que presentan una fluctuación drástica en los resultados. Esta casa está ubicada muy cerca del sitio de captación del agua en el río Madre Vieja (Fig. 1). Dicha ubicación permitía el acceso de sedimentos mediante las tuberías de agua a las casas. Este mes (octubre) se caracteriza por ser uno de los más lluviosos del año, habiendo en el mismo muchas inundaciones (ANAM, 2007a). La abundante lluvia arrastra sedimentación del suelo llevándola a los ríos y arroyos más cercanos. Las bacterias del género *Pseudomonas spp.* son autóctonas de ambientes de suelo (Correa, 2008c) y su presencia en agua depende del grado de sedimentos arrojados o arrastrados desde el suelo. Los sedimentos pudiesen presentar altos niveles de *Pseudomonas spp.* (Hurst et al., 1997).

Estos sedimentos reducirían su concentración paulatinamente a lo largo del sistema de tuberías de agua, a la vez que disminuiría la presencia de dicha bacteria. Esto podría explicar la disminución de la eficiencia de 100% encontrada en los meses de septiembre y noviembre (muestreos en días poco lluviosos), a 97,682% (96,11668-99,2472) encontrada en el mes de octubre. Las cepas del género *Pseudomonas spp.* son capaces de procesar, integrar y reaccionar a una amplia variedad de condiciones cambiantes en el medio ambiente. A la vez muestran una alta capacidad de reacción a señales fisicoquímicas y biológicas. Ellas están repartidas en el suelo y el agua, además son inocuas para el hombre (Henry y Heinke, 1999). Por lo que éste bajo índice de remoción bacteriana (97,682%) no representa un riesgo de salud pública. Incluso estas bacterias son consideradas microorganismos claves en el reciclado de materia orgánica jugando, por tanto, un papel esencial en la mejora y el mantenimiento de la calidad medioambiental (De Vicente et al., 1991).

Este sistema microbiológico de agua (*LifeStraw Family*) ha sido probado en la Universidad de Arizona (EUA). Estos estudios incluyeron el análisis de las características del agua como lo son: el pH, sólidos disueltos totales, turbidez, residuos de desinfectante; así como la presencia de microorganismo (bacterias, virus y protozoarios). En ellos se eliminó el 99,9999% de todas las bacterias, el 99,99% de todos los virus y 99,90% de los parásitos (Vestergaard Frandsen Inc, 2008). Entre las bacterias que fueron usadas esta *Escherichia coli*, la cual es el máximo representante de las coliformes fecales. Además, se probó el filtro con agua turbia eliminando todas las partículas hasta 20nm haciendo el agua clara. De esta manera se determinó que el filtro cumplía con las directrices para purificadores microbiológicos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA, 2007). Aparte, la empresa Vestergaard Frandsen Inc. en cooperación con AXxes Project (una gran organización de salud rural que construye y mantiene una infraestructura de salud para las zonas rurales de Congo) realizó un estudio piloto en la República Democrática del Congo con el objetivo de investigar el funcionamiento y la aceptación de *LifeStraw Family*. El producto se facilitó a diez familias congoleñas que tienen un acceso limitado al agua potable. El uso de éste fue seguido por un mes. Los productos no mostraron daños o mal

funcionamiento después de un mes de uso y mostró impresionante caudal de un litro por menos de cinco minutos. Los participantes lo encontraron fácil de usar y mantener (Vestergaard Frandsen Inc., 2007). Además, se obtuvieron en este último caso, iguales resultados que los registrados por la Universidad de Arizona.

Al comparar sus resultados obtenidos en Arizona E.U.A. y El Congo, África (99,9999% de bacterias descartadas) con los resultados encontrados en María Chiquita, Colón, República de Panamá (99,6687 % de bacterias descartadas), existe solo una diferencia de 0,3312 % en la efectividad del producto. Por lo que la remoción de bacterias por el filtro se mantuvo en el 99,90 %, lo cual era esperado. Además, los microorganismos utilizados durante los ensayos de eficacia en Arizona (coliformes totales, coliformes fecales y bacterias heterotróficas) fueron representativos de los encontrados en el campo. Los mismos fueron seleccionados porque son especialmente resistentes a la desinfección particular o de pequeño tamaño, por lo que su eliminación es difícil (Vestergaard Frandsen Inc., 2008); es decir, el estudio fue realizado en condiciones controladas de laboratorio. Se excluyó de las experimentaciones las condiciones climáticas que estuvieron presentes en los estudios de María Chiquita y El Congo. Por lo que nuestros resultados son aceptables.

La eficiencia del sistema de filtrado microbiológico de agua *LifeStraw Family* puede mantenerse al filtrar volúmenes bajos al igual que con altos volúmenes de agua. Esto significa que las personas podrán filtrar grandes volúmenes de agua con la seguridad de que el producto les brindará agua purificada. Además, el usuario podrá filtrar agua suficiente para varios días. Sin embargo, el tiempo de muestreo empleado en este estudio es corto. El volumen de agua máximo utilizado (300L) solo representa el 1,67% de la vida útil del sistema. Este filtro es capaz de filtrar hasta alcanzar el volumen de 18 000L de agua (Vestergaard Frandsen Inc., 2007). Lo cual implica un seguimiento del presente estudio incluyendo un mayor tiempo de muestreo y distintas estaciones anuales.

Según la Universidad de Arizona, el filtro *LifeStraw Family* brinda agua purificada en corto tiempo. El flujo normal del agua dentro del filtro está entre 200-320 mL/min; es decir, 12-19 L/hr. Si el agua contiene turbidez y carbono orgánico, la tasa del flujo sigue siendo alrededor de 100 a 130 mL/min, lo que representa 6 a 8 L/hr. (Vestergaard Frandsen Inc., 2008).

*LifeStraw Family* es un filtro purificador microbiológico de uso instantáneo que permite a las personas obtener en su propia casa agua potable. Está diseñado para abordar la necesidad de los más de 1,1 billones de personas que carecen de acceso a agua potable. Por lo que les permite tener una fuente de agua estable y fiable para el consumo doméstico. También, es más útil para las personas que viven en lugares de difícil acceso, ya que no requiere inyección de energía para su funcionamiento, ni de renovación de piezas. Lo que a la vez hace al filtro un producto ecológico. Éste tiene un mecanismo automático de obstrucción. Si el producto no entregar el agua a pesar de la contracorriente y pre-limpieza del filtro, significa que la vida útil ha terminado (Vestergaard Frandsen Inc, 2008).

Este sistema de filtrado, y muchos otros que pudiesen surgir, son indispensables para el Panamá del futuro. Todas las personas de escasos recursos deberían contar con uno o más de estos filtros en sus casas. El gobierno nacional, en unión con otras entidades concernientes a la salud pública a nivel nacional e internacional, están en el deber de proveer a estas familias este tipo de filtros de manera gratuita. De tal forma, se reduciría el riesgo de adquirir enfermedades transmitidas por agua, principalmente en la población más necesitada. A la vez, se colocaría al país, en uno de los defensores de la salud pública a nivel internacional.

## CONCLUSIÓN

Se logró medir en total una efectividad de 99,2273% (98,62631-99,8283) en remoción total de *Pseudomona spp.*; 99,6637% (99,06274-100,2648) de remoción total de coliformes totales; 99,8619% (99,26080-100,4628) de remoción total de coliformes fecales y 99,9220% (99,32104-100,5231) de remoción total de bacterias heterotróficas. Lo cual sugiere que el filtro es capaz de brindar agua pura; especialmente en las poblaciones más necesitadas.

Se calculó que la efectividad fue de un 99,6687% (99,245293-100,092167) en la estación lluviosa durante los 5, 150 y 300 L de agua filtrada. Por lo que es seguro y viable filtrar y reservar gran volumen de agua en un día. Teniendo en cuenta que la misma estará libre de impurezas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA, AWWA y WPCF. (1985). Standard methods for the Examination of water and wastewater. 16a. ed. Washington D.C-EUA: American public health association, American water works association and water pollution control federation. 800p.
- Arora, S. K. y G. W. Barnes. (1991). Analysis of Water Banking Projects as Additions to the California State Water Projects. Nueva York-EUA: American Society of Civil Engineers. 900p.
- Atlas, R. M. y R. Bartha. (2002). Ecología Microbiana y Microbiología Ambiental. España: Pearson Educación, S.A. 3013p.
- Autoridad Nacional del Medioambiente (ANAM). (2007a). Poblados. (Accedido el 15 de agosto de 2008). <http://anam.gob.pa/website/pueblos/viewer.htm>
- Autoridad Nacional del Medioambiente (ANAM). (2007b). Mapas de provincias. Accedido el 10 de enero de 2009). <http://mapserver.anam.gob.pa/website/geologia/viewer.htm>
- Baker, M. N. (1988). The Quest for pure Water. 1ra ed. Nueva York-EUA: American Water Works Association. 765p.
- Bartlett JG, Belitsos PC, Sears CL. (1992). AIDS enteropathy. Clin Infect Dis, 15:26-35.

- Bordner, R. y J. Winter. (1978). *Microbiological Methods for Monitoring the Environment*. 1ra ed. Cincinnati-EUA: Environmental Protection Agency. 560p.
- Brandt, D. C., Leitner, G. F. y W. E. Leitner. (1993). *Reverse Osmosis Membranes State of the Arts. Reverse Osmosis: Membrane technology water chemistry and industrial application (50-73)*. Nueva York-EUA: Van Nostrand Reinhold. 1000p.
- Buck, J. D. (1979). *The Plate Count In Aquatic Microbiology. Native Aquatic bacteria: Enumeration, Activity and Ecology*. Filadelfia-USA: American Society for Testing Materials. 695 p.
- Chaidez, C. (1999). *Risk Assessment of selected opportunistic pathogens in drinking water*. Arizona-USA: University of Arizona. 60p.
- Clark, J. W., Viessman, W. y M. J. Hammer. (1977). *Water supply and Pollution Control*. III ed. Nueva York-EUA: IEP. 1000p.
- Clasen, T., Roberts, I., Rabie, T., Schmidt, W. y S. Cairncross. (2006)
- Interventions to improve water quality for preventing diarrhea*. III ed. USA: The Cochrane Library. 946p.
- Cochrane, E. L. (2006). *A comparison of low-cost biosorbents for the removal of copper from aqueous media*. Scotland-UK: PubMed. 300p.
- Colling, F. (2007). *Combating Household Disease at the Household Level*. USA: WHO Publication. 20p.
- Collins, C. y P. Lyne. (1989). *Métodos microbiológicos*. II ed. Zaragoza-España: Acribia. 890p.
- Comisión Interinstitucional de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá (CICH). (2007). *Representantes, Alcaldes y Gobernadores de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá*. (Accedido el 22 de enero de 2009).  
<http://www.cich.org/documentos/legales/gobiernos-locales.pdf>
- Correa, J. L. (2008a). *Indicadores Biológicos*. Apuntes del curso de Microbiología Ambiental de Aguas. FACINET. Universidad de Panamá. Colón. 92p.
- Correa, J. L. (2008b). *Análisis de Calidad Microbiológica de Aguas*. Apuntes del curso de Microbiología Ambiental de Aguas. FACINET. Universidad de Panamá. Colón. 92p.
- Correa, J. L. (2008c). *Ciclos Biogeoquímicos*. Apuntes del curso de Microbiología Ambiental de Suelos. FACINET. Universidad de Panamá. Colón. 85p.

- De Vicente, A., Codina, J., Borrego, C. y P. Romero. (1991). Relationship between *Pseudomonas aeruginosa* and bacteria indicators in polluted natural waters. *Water Science Technology*, 24: 121-124.
- Earth Healthy. (2006). Human Development Report. (Accedido el 13 de agosto de 2008). [www.earthelthy.org.us/human\\_report%](http://www.earthelthy.org.us/human_report%)
- Eckholm, E. P. (1982). *Down to Earth: Environment and human needs*. Nueva York-EUA: W.W. Norton. 630p.
- Feachem, R. G., Bradley, D. J., Garelick, H. y D. D. Mara. (1983). *Sanitation and Disease: Health aspect of excreta and wastewater management*. Washington D.C-EUA: Wiley. 1624p.
- Fernández, A., Molina, M., Alvarez, A., Alcántara, M. y A. Espigares. (2001). Transmisión fecohídrica y virus de la hepatitis A. *Higiene y Sanidad Ambiental*, 1: 8-24.
- Gaudy, A. F. Jr., y E. T. Gaudy. (1980). *Mycrobiology for Environmental scientist and engineers*. Nueva York-EUA: McGraw-Hill. 807p.
- Goldman, C. R. (1971). Ecological implications of reduced freshwater flows on the San Francisco Bay-Delta System. *California water*, 2:121-122.
- Greenberg, A. E. (1995). *Standar Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19ava ed. Nueva York-EUA: American Public Healt Association. 402p.
- Grigorova, R. y J. R. Norris. (1990). Techniques in Microbial Ecology. *Methods in Microbiology* 22:16-20.
- Hammer, M. J. (1986). *Water and WasteWater Technology*. 2da ed. Nueva York-EUA: Wiley. 300p.
- Harris, J. E., T. R. McKee, R. C. Wilson y U. G. Whitehouse. (1992). Preparation of Membrane Filter simples for Direct Examination with an Electron Microscope. *Limnology and Oceanography*, 17: 784-787.
- Henry, J. G. y G. W. Heinke. (1999). *Ingeniería Ambiental*. 2da. ed. México: Prentice Hall. 2000p.
- Hurst, C. J., Knudsen, G. R., McInerney, M. J., Stetzenbagh, L. D. y M. V. Watter. (1997). *Manual of Environmental Microbiology*. Washington D.C-EUA: American Society of Microbiology Press. 1281p.

- Instituto de Acueducos y Alcantarilados Nacionales (IDAAN). (2008). Distribución del Agua Potable. (Accedido el 21 de agosto de 2008). [www.idaan.gob.pa/servicio\\_potable%1](http://www.idaan.gob.pa/servicio_potable%1)
- Jensen, V. (1968). The Plate count Technique. The Ecology of Soil Bacteria. Universidad de Toronto-Canadá: T.R.G Gray Inc. 462p.
- Kemp, P. F., Sherr, B. F., Sherr, E. B. y J. J. Cole. (1993). Handbook of Methods In Aquatic Microbial Ecology. Filadelfia-EUA: Lewis society. 403p.
- King, C. (2003). Procesos de separación. España: Editorial Reverté, S.A. 900p.
- Lechevallier, M. W., Trok, T. M., Burns, M. O. y Lee, R. G. (1990). Comparison of the Zinc Sulfate and Immunofluorescence Techniques for detecting Giardia and Cryptosporidium in water. Journal of the American water works association, 82:75.
- Lembrino, I. y S. Peralta. (2006). Química II. México: Editorial Internacional Thomsonm. 400 p.
- Linsley, R. K. y J. B. Franzini. (1992). Water Resources Engineering. 4a. ed. Nueva York-EUA: McGraw-Hill. 2013p.
- Lloyd, D. y A. J. Harris. (1995). Vigour, Vitality and Viability of Microorganisms. Microbiology Letters, 133: 1-7.
- Masters, G. M. (1974). Introduction of environmental science and technology. Nueva York-EUA: Wiley. 400 p.
- McGauhey, P. H. (1968). Engineering management of water quality. Nueva York-EUA: McGraw-Hill. 753p.
- Mermin, J., Bunnell, R., Lule, J., Opio, A., Gibbons, A., Dybul, M. and J. Kaplan. (2005). Developing an evidence-based, preventive care package for persons with HIV in Africa. Tropical Medicine and International Health, 15:60-72.
- Miller, G. T. (1992). Living in the environment. 7ma. ed. Belmont, California-EUA: Wadsworth. 990p.
- Ministerio de Salud (MINSa). (2007). Obras por Colón. (Accedido el 21 de agosto de 2008). <http://www.minsa.gob.pa/obras/colon/>
- Mitchell, R. (1974). Introduction to Environmental Microbiology. New Jersey-EUA: Prentice Hall. 1626p.
- Moore, J., Heaney, N., Millar, B., Crowe, M. and J. Elborn. (2002). Incidence of Pseudomona aeruginosa in recreational and hydrotherapy pools. Commun Dis Public Health, 5: 23-26.

- Okun, D. A. (1993). More on *Cryptosporidium*. *Opflow*, 19:1-12.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2008). Metas del Milenio. (Accedido el 21 de agosto de 2008). [www.un.org/spanish/metapaspanama\\_milenio.pdf](http://www.un.org/spanish/metapaspanama_milenio.pdf)
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2008). Mapa Hidrográfico Mundial. (Accedido el 26 de julio de 2008). <http://www.who.int>.  
[www.oms.org/mapa/hidrologia%3%2%6panama/](http://www.oms.org/mapa/hidrologia%3%2%6panama/)
- Pelczar, M. J. Jr., Reid, R. D. y E. C. S. Chan. (1977). *Microbiology*. IV ed. Nueva York-EUA: McGraw-Hill. 1985p.
- Pepper, I. L., Gerba, C. P. y J. W. Bredeck. (1995). *Environmental Microbiology: A Laboratory Manual*. San Diego-EUA: Academic Press. 320p.
- Postgate, J. R. (1979). Viable counts and Viability. *Methods in Microbiology*, 1:611-628.
- Randall, L. W., Grizzasr, T. J. y R. C. Hoen. (1977). *Progress in water technology*. England: Redrouse Inc. 600p.
- Sánchez, D. (26 Mayo de 2008). María Chiquita, donde el agua falta a diario. *La Prensa*. 9C p.
- Simidu, U. (1972). Improvement of Media for enumeration and Isolation of heterotrophic bacteria in seawater. *Water Bacteria*. Baltimor-EUA: Park Press. 458p.
- Skinner, F. A., Jones, P.C.T. y J. E. Mollison. (1962). A comparison of a direct and a plate counting technique for quantitative estimation of soil organism. *Journal of General Microbiology*, 6:261-271.
- Steel, E. W. y T. J. McGhee. (1991). *Water supply and Sewerage*. VI ed. Nueva York-EUA: McGraw-Hill. 852p.
- US EPA (United States Environmental Protection Agency). (2007). Países Latinos. (Accedido el 5 de septiembre de 2008). <http://www.epa.gov/espanol/>
- Vaux, H. y R. Howitt. (1984): Managing water scarcity: An evaluation of interregional transfers. *Water Resources Research*, 20: 785-792.
- Vestergaard Frandsen Inc. (2007). Potabilizadores de innovación. (Accedido el 20 de septiembre de 2008). <http://www.iecologia.com/08/26/potabilizador-de-agua-portatil-LifeStraw%C2%AE/>
- Vestergaard Frandsen Inc. (2008). LifeStraw® Family, instant microbiological water purifier. (Accedido el 20 de septiembre de 2008). <http://www.vestergaard-frandsen.com/LifeStraw.htm>

- Viessman, W., Jr. y M. J. Hammer. (1993). Water Suply and Pollution Control. V ed. Nueva York-EUA: Harper y Row. 976p.
- Whilten, K. (2008). Química General. VIII ed. México: Editorial Cengage Learning. 2000 pag.
- White, D. C. (1983). Analysis of Microorganisms in terms of Quantity and Activity in natural environment. Society of General Microbiology Symposium, 34: 37-66.
- Winslow, C. E. (1980). The Conquest of epidemic disease. Princeton, N. J-EUA: Princeton University Press. 463p.
- Wolf, H. W. (1972). Water Pollution Microbiology: The Coliform Count. Nueva York-EUA: Wiley. 765p.
- Wright, R. T. (1978). Measurement and Significance of specific bacteria of natural Water. Applied and Environmental Microbiology, 36: 297-305.



## ¿Por qué estudiar las propiedades físicas del suelo?

### Why study the physical properties of the soil?

Leanne A. Urriola S. Universidad de Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Suelos y Aguas. [leanne.urriola@up.ac.pa](mailto:leanne.urriola@up.ac.pa)

#### RESUMEN

La condición física de los suelos tiene gran influencia en aspectos como la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de almacenamiento de agua y la retención de nutrientes de los mismos. El presente artículo tiene la finalidad de exponer brevemente acerca de estas relaciones, a fin de resaltar la importancia de las propiedades físicas como parte del análisis del potencial de los suelos. Se concluye que, al incorporar las evaluaciones de las propiedades antes mencionadas, se obtiene como resultado estudios y diagnósticos mucho más completos, que contribuyen a garantizar un mejor manejo del suelo como recurso productivo.

**PALABRAS CLAVE:** productividad, suelos, fertilidad física, procesos edáficos

#### ABSTRACT

The physical condition of the soils has a great influence on aspects such as the support force, the ease for the penetration of the roots, the aeration, the water storage capacity and the retention of nutrients. This article is intended to briefly comment on these relationships, in order to highlight the importance of physical properties as part of the analysis of the potential of soils. It is concluded that, by incorporating the evaluations of the aforementioned properties, much more complete studies and diagnoses are obtained as a result, which contribute to guarantee a better management of the soil as a productive resource.

**KEYWORDS:** productivity, soils, physical fertility, edaphic processes

#### INTRODUCCIÓN

Las propiedades físicas de los suelos determinan en gran medida, la capacidad de muchos de los usos que el ser humano les otorga. La condición física de un suelo determina la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad y la retención de nutrientes (Rucks et al., 2004).

La importancia de conocer las condiciones físicas con las que cuenta un suelo es tal, que nos permite determinar a qué estrés puede estar sometido el cultivo, conocimiento que juega un rol fundamental en el desarrollo y rendimiento de las plantaciones agrícolas (Reynolds et al., 2007). Además de ello, nos permiten conocer mejor parámetros agrícolas como el laboreo, la fertilización, disponibilidad de nutrientes, el drenaje, la irrigación, así como, el manejo adecuado de los residuos de las cosechas (Abu, 2013).

## DESARROLLO DEL TEMA

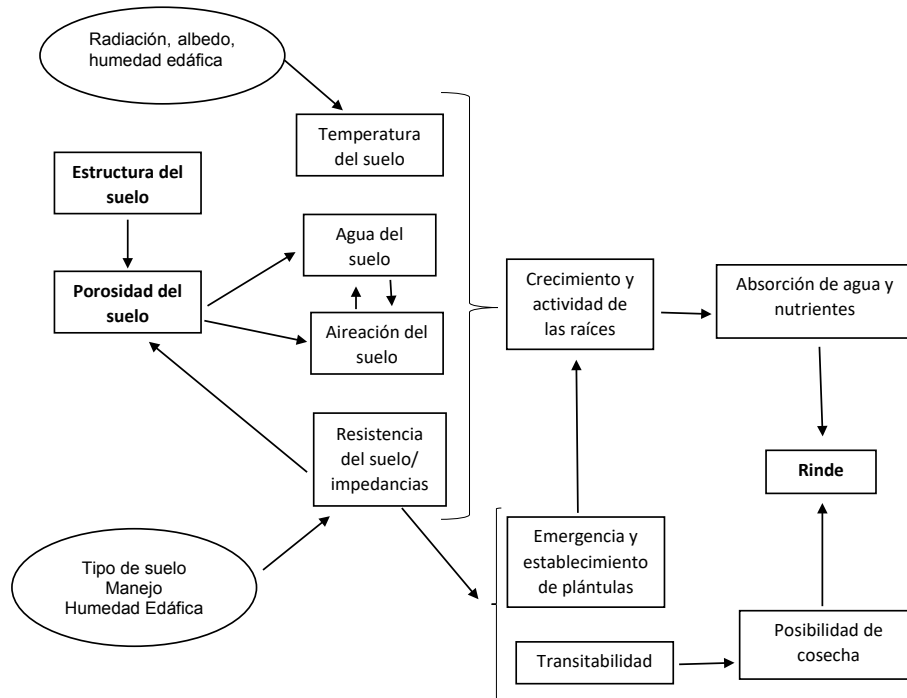
### Caracterización física de los suelos

Una adecuada caracterización del ambiente físico del suelo es importante para definir e interpretar sus procesos químicos y microbiológicos y el crecimiento de los cultivos en el campo (Reynolds et al., 2002). Existen diversos análisis que hacen referencia a la morfología, al contenido hídrico o bien a la dinámica del agua en el suelo (Ferrerías et al., 2007). Todos ellos son indicativos del estado actual del suelo y como puede impactar en la disponibilidad de nutrientes y agua para la planta. A su vez esta disponibilidad estará estrechamente relacionada con la capacidad de crecimiento y desarrollo que tendrán los vegetales y por ende estarán influenciando la productividad final de nuestros cultivos.

El conocimiento de las propiedades químicas del suelo no es suficiente para emprender la siembra, pues todo ser viviente, como lo es una planta, requiere de condiciones óptimas en su lugar de asentamiento, además de los materiales de subsistencia. Que un suelo este provisto de una buena cantidad de nutrientes (fosforo, nitratos, sulfato, etc.) no significa que los mismos estén disponibles y puedan ser absorbidos por la planta, esto dependerá, en gran medida, por las características físicas de dicho suelo, donde su diagnóstico permitirá conocer las posibilidades y limitaciones de su uso.

Cada una de estas variables influye en el adecuado uso de la tierra, por lo que contar con el conocimiento apropiado de estas propiedades nos permitirá entender en qué medida y cómo influyen en el crecimiento de las plantas y en el correcto desarrollo y aprovechamiento de las actividades que el ser humano desarrolla en este importante recurso natural (Rucks et al., 2004).

Factores como la textura del suelo, porosidad, densidad del suelo, estructura, resistencia a la penetración de las raíces, pueden tener efectos directos (*e.g.* menor crecimiento radical en un suelo compactado, restricciones a la emergencia en suelos con encostramiento, etc.) o indirectos (*e.g.* menor absorción de agua por un menor crecimiento radical, o menor absorción de agua por menor capacidad de almacenamiento de agua del suelo por una restricción en la profundidad efectiva del suelo) sobre el crecimiento de las plantas (Dexter, 2004; Reynolds et al., 2008). Estos factores y procesos edáficos incluidos dentro del concepto de fertilidad física se presentan en la Figura 1.



**Figura 1.** Propiedades físicas del suelo y su relación con el rendimiento de los cultivos (Taboada y Álvarez, 2008).

Para poder establecer un adecuado diagnóstico de la fertilidad del suelo que deseamos cultivar, es necesario conocer la fertilidad física del mismo complementarlo con el análisis de la fertilidad química o disponibilidad de nutrientes para los cultivos ya que el conocimiento de ambas nos permitirá tener una evaluación integral de la fertilidad edáfica, como paso previo a la implementación de prácticas correctivas y/o enmiendas al suelo. La evaluación únicamente de las características químicas del suelo puede resultar en una considerable pérdida económica al no tener en cuenta los factores físicos que puedan estar afectando el correcto aprovechamiento nutricional por parte del cultivo (Moebius et al., 2007; Álvarez et al., 2015).

## CONCLUSIÓN

Como parte del análisis de las propiedades físicas de los suelos es preciso incorporar variables como la porosidad, textura del suelo, su densidad, estructura, resistencia a la penetración de las raíces, entre otros.

Según la configuración de estas características, pueden generarse efectos directos sobre el crecimiento de las plantas (e.g. menor crecimiento radical en un suelo compactado, restricciones a la emergencia en suelos con encostramiento, etc.) o indirectos (e.g. menor absorción de agua por las plantas o menor capacidad de almacenamiento de agua del suelo).

Un manejo apropiado del suelo, tomando en cuenta cada uno de sus componentes y propiedades, garantizara los mejores rendimientos del cultivo y un retorno económico rentable y benéfico para el agricultor.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abu, S.T., 2013. Evaluating long-term impact of land use on selected soil physical quality indicators. *Soil Res.* 51, 471–476. <https://doi.org/10.1071/SR12360>
- Álvarez, R., Álvarez, C., Fernández, P., Steinbach, H., De Paepe, J., Rubio, G., Gutiérrez, F., Zubillaga, M. de las M., Ciarlo, E., Rodríguez, M., Torres, M., Tourn, M., Rimski, H., Prystupa, P., Zubillaga, M., Redel, M., Frezza, D., Harris, M., Logegaray, V., 2015. *Fertilidad de Suelos y Fertilización en la Región Pampeana, II.* ed. Editorial Facultad de Agronomía, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Dexter, A.R., 2004. Soil physical quality: Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. *Geoderma* 120, 201–214. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2003.09.004>
- Ferreras, L., Magra, G., Besson, P., Kovalevski, E., García, F., 2007. Indicadores de calidad física en suelos de la Región Pampeana Norte de Argentina bajo siembra directa. *Cienc. Suelo* 25.
- Moebius, B.N., van Es, H.M., Schindelbeck, R.R., Idowu, O.J., Clune, D.J., Thies, J.E., 2007. EVALUATION OF LABORATORY-MEASURED SOIL PROPERTIES AS INDICATORS OF SOIL PHYSICAL QUALITY. *Soil Sci.* 172, 895–912. <https://doi.org/10.1097/ss.0b013e318154b520>
- Reynolds, W.D., Bowman, B.T., Drury, C.F., Tan, C.S., Lu, X., 2002. Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters. *Geoderma* 110, 131–146. [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(02\)00228-8](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(02)00228-8)
- Reynolds, W.D., Drury, C.F., Yang, X.M., Fox, C.A., Tan, C.S., Zhang, T.Q., 2007. Land management effects on the near-surface physical quality of a clay loam soil. *Soil Tillage Res.* 96, 316–330. <https://doi.org/10.1016/j.still.2007.07.003>
- Reynolds, W.D., Drury, C.F., Yang, X.M., Tan, C.S., 2008. Optimal soil physical quality inferred through structural regression and parameter interactions. *Geoderma* 146, 466–474. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2008.06.017>
- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., Hill, M., 2004. *Propiedades físicas del suelo.*
- Taboada, M.A., Álvarez, C.R., 2008. *Introducción a la fertilidad física de los suelos, 2a ed.* ed. Facultad de Agronomía, Buenos Aires, Argentina.

## **Pobreza rural y agricultura familiar: Reflexiones en el contexto de América Latina**

### **Rural poverty and peasant agriculture: Thoughts in the Latin American context**

Enrique A. Sánchez-Galán. Universidad de Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Desarrollo Agropecuario. [enrique.sanchezg@up.ac.pa](mailto:enrique.sanchezg@up.ac.pa) <https://orcid.org/0000-0002-9452-8177>

#### **RESUMEN**

Este ensayo de reflexión expone la situación de la pobreza rural en América Latina y sus particularidades desde un enfoque de desarrollo rural. Conceptualiza la importancia de la agricultura familiar para la construcción de una nueva ruralidad para los países de la región, y aspira a generar insumos de sustento para la formulación de políticas públicas diferenciadas.

**PALABRAS CLAVE:** pobreza rural, agricultura familiar, políticas públicas diferenciadas

#### **ABSTRACT**

This essay outlines the situation of the rural poverty in Latin America, from the perspective of the rural development. It conceptualizes the importance of the peasant agriculture for the construction of the new rurality in the countries of the region and aims to bring elements to support the formulation of differentiated public policies.

**KEYWORDS:** rural poverty, peasant agriculture, differentiated public policies

#### **INTRODUCCIÓN**

En América Latina, cerca de 120 millones de personas habitan las zonas rurales y se dedican principalmente a actividades agrícolas, en sentido amplio. Además, cerca del 80% de los sistemas de producción agrícola de la región están en manos de los agricultores familiares, lo que los convierte en el pilar de la seguridad alimentaria de Latinoamérica. Sin embargo, en la región, los problemas relacionados a la pobreza se concentran en las zonas rurales. Desde la perspectiva de la pobreza multidimensional, la precariedad material y la falta de oportunidades de superación son ejemplos de problemas presentes en los territorios rurales, que ponen en riesgo las actividades de los agricultores y sus familias.

A pesar de los históricos discursos y documentos en torno a las posibles soluciones, las políticas públicas presentan dificultades en la operatividad, el seguimiento y la evaluación de los resultados. Diversas políticas para el combate de la pobreza rural son ineficaces, ya que no integran conceptos que se ajusten a las necesidades específicas de los pobladores y sus modos de vida.

La pobreza rural en América Latina tiene una complejidad, particular en cada país, la cual debe ser estudiada y comprendida para que los instrumentos políticos logren posarse sobre las necesidades y los problemas reales, y sean verdaderos insumos para que el sentido de las propuestas de desarrollo emane desde los territorios rurales.

Este ensayo es un llamado a reflexionar sobre el significado de la ruralidad y sus componentes desde un enfoque socio-territorial, a fin de definir las acciones públicas que puedan combatir la pobreza rural, y así garantizar la seguridad alimentaria de la población.

## DESARROLLO DEL TEMA

### Pobreza rural en América Latina

Según datos del Banco Mundial (2019), aproximadamente 120 millones de personas habitan los territorios rurales de América Latina, es decir, cerca del 18% de la población total (638 millones) de la región. Sin embargo, los países tienen un comportamiento asimétrico en cuanto a la distribución espacial de sus habitantes y sus modos de vida. Por ejemplo, cerca del 49% de la población de Guatemala habita en las zonas rurales, mientras que en Uruguay representa el 4%. En la figura 1 se muestran 20 países de la región, ordenados de manera descendente, según el porcentaje de población rural. Las diferencias son los manifiestos culturales sobre cómo se desarrollan los territorios de los países y a qué ritmo se urbanizan y transforman las actividades económicas y las estructuras agrarias.

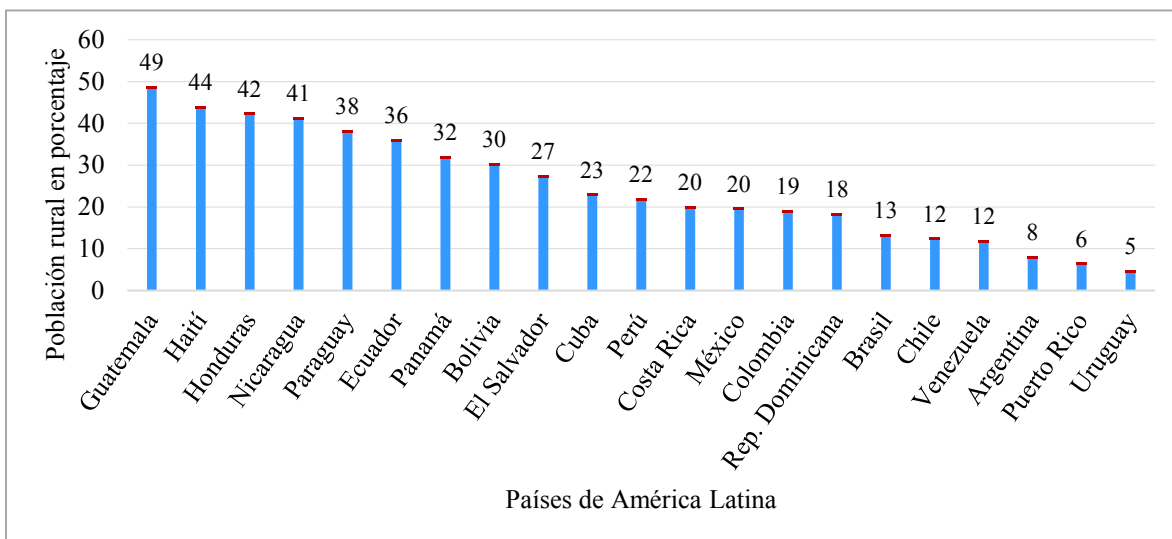


Figura 1. Proporción de población rural sobre la población total en América Latina, en porcentaje (2019). Elaborado por el autor con base en los datos del Banco Mundial, 2019.

Según la CEPAL (2018, p. 21) la línea de pobreza está representada por un valor monetario, el cual considera el costo de la canasta básica alimentaria y el costo de otros productos. El Banco Mundial, establece una tasa de incidencia de la pobreza en base de una línea monetaria de 1,90 dólares diarios en términos de un tipo de cambio en Paridad de Poder Adquisitivo (PPA). Le Clech (2007, p. 106) expone que la teoría del PPA establece un cambio determinado por la relación entre el nivel de precios de las economías, lo que permite hacer comparaciones a través de una unidad de medida monetaria común. En la figura 2 se presenta un gráfico que contiene la medición de la pobreza de doce países de América Latina. Se observa la población que viven bajo la línea de pobreza monetaria de 1,90 dólares diarios (en PPA), según área de residencia, es decir, urbana y rural.

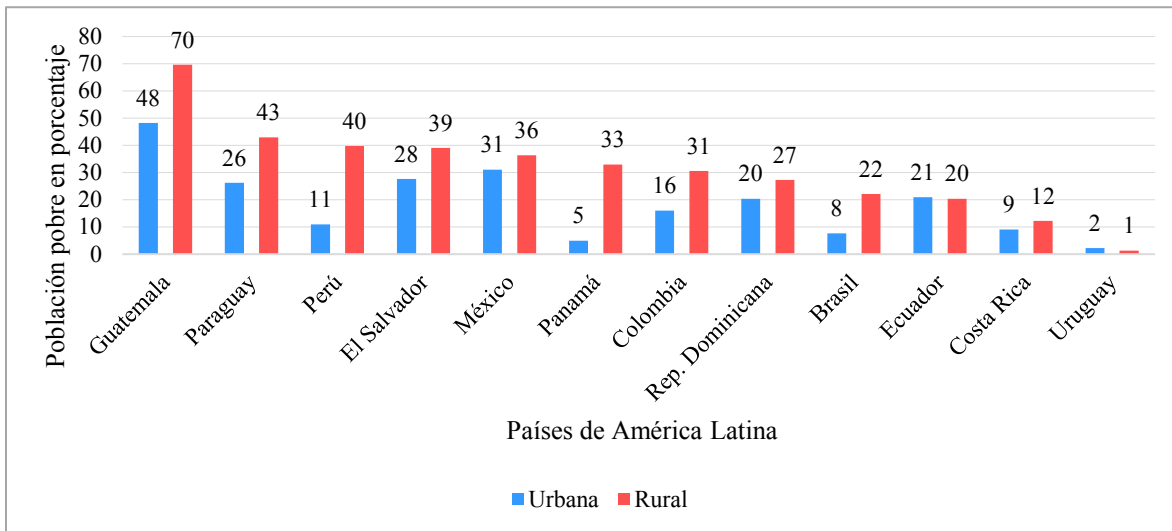


Figura 2. Porcentaje de la población en condiciones de pobreza según área de residencia, urbana o rural. Elaborado por el autor en base a CEPALSTAT, 2014.

En otrora, la pobreza solamente se medía según el nivel de ingreso, pero hoy en día, la pobreza no solo considera el ingreso, sino que se han desarrollado mediciones más complejas y ajustadas a las realidades humanas. Según, Melissa Sáenz Vela et al. (2015, p. 29), la metodología para el cálculo de pobreza multidimensional más utilizada (aprox. 104 países) es la de Alkire y Santos que data de 2010. Esta considera aspectos no monetarios relacionados a salud, educación y estándar de vida.

En América Central, cerca del 40% de la población es rural, lo que equivale a aproximadamente 19 millones de habitantes. Eguren et al. (2016, p. 29) describen que más de la mitad de la población centroamericana se encuentra en condiciones de pobreza. No obstante, se tienen casos particulares como el de Panamá que, a pesar de su desarrollo humano alto (PNUD, 2019), su situación rural se asemeja a países con desarrollo humano medio. Esto se debe a la exclusión de los grupos indígenas

que crea cercos o trampas de pobreza, en términos de sus múltiples dimensiones: educación, trabajo, ambiente, entorno y saneamiento, vivienda, servicios básicos y acceso a internet, y salud. Para ilustrar, en 2018 el Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) en la comarca indígena Ngäbe Buglé fue de 0,469 y para Guna Yala de 0,468, mientras que en la provincia de Panamá fue 0,037 (MEF, 2018). Las grandes brechas entre los IPM marcan la exclusión étnico-territorial, a lo interno de la nación con el mayor crecimiento económico de Centroamérica, ante una población que se muestra indiferente ante esta injusticia social.

Para superar la pobreza, el territorio es la variable de mayor relevancia para el diseño y ejecución de políticas públicas de desarrollo. Aunque los países crezcan económicamente y se desarrollen, a nivel subnacional existen zonas rezagadas que pueden considerarse como trampas territoriales de pobreza, en donde la incidencia y la intensidad de la pobreza se acentúan (FAO, 2018, p. 19). Estas condiciones son evidencias de las desigualdades territoriales y de la indiferencia político-social ante los pueblos excluidos y vulnerados, y no vulnerables como se suele decir.

Esta realidad es compartida por distintos países de América Latina. Por ejemplo, en Ecuador, Burgos Dávila et al. (2016, p. 28 y 38) encontraron mayor intensidad de pobreza multidimensional en ciertos grupos indígenas (0,505) y montubios (0,491), en comparación con otros grupos étnicos como los afrodescendientes (0,477) y mestizos y blancos (0,468). Según los autores, esto se debe a la condición de pobladores rurales de la mayoría de las etnias indígenas y montubios (campesinos costeños); un poblador rural no solo tiene mayor probabilidad de ser económicamente pobre, sino que experimenta un mayor número de privaciones materiales (Santos et al., 2015, p. 31). Por lo que, normalmente, la incidencia y la intensidad de pobreza es mayor en las zonas rurales, con respecto a las urbanas.

Los Estados deben fortalecer las relaciones territoriales. Según el FIDA (2019, p. 18), es fundamental que en el contexto actual se creen las conexiones físicas y virtuales entre los centros urbanos y las zonas rurales. Con conexiones se refiere a las infraestructuras de comunicación y de telecomunicación para estrechar las relaciones comerciales y sociales entre los territorios urbanos y los rurales. Por otro lado, se hace necesario la inversión en tecnología, agroindustria, telecomunicaciones y en el abastecimiento de insumos para la producción agropecuaria; para el logro de estas iniciativas los Estados deben apostar por alianzas entre el sector privado y público, pero uno de los frenos a las iniciativas privadas es el riesgo que se crea con la inestabilidad política causada por la deficiente calidad institucional.

### **Agricultura familiar y desarrollo rural**

Las poblaciones rurales se emplean principalmente en actividades agrícolas, pecuarias, pesqueras, artesanales, forestales, etcétera. No obstante, con el desarrollo tecnológico y de infraestructura, algunos asentamientos rurales están incursionando en actividades agro y ecoturísticas. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL] (2018, p.23), considera que el empleo rural no agrícola puede ser un motor de modernización que cause que la productividad, los excedentes y los ingresos incrementen. Con el desarrollo económico, el poder de compra de los habitantes rurales se eleva y puede ser un factor dinamizador de la economía



local. De esta manera, las alternativas actuales para el desarrollo rural, a través de la inclusión productiva y económica, son multisectoriales. Con ello, las fuentes de ingresos podrán provenir de actividades económicas de distintos sectores, como el agropecuario y el turismo.

Considerando la importancia de la actividad agropecuaria para el desarrollo rural, los sistemas de agricultura familiar se han identificado como un elemento fundamental para disminuir la pobreza rural. Sin embargo, su desarrollo depende sobremedida de las acciones políticas para su impulso; la agenda pública debe dejar atrás la referencia del pequeño productor, y se debe posicionar a la familia rural como pilar del desarrollo rural territorial (Gordillo de Anda, 2004, p. 74). Y es que este tipo de agricultura no debe pensarse como un modo de producción, sino más bien como un modo de vida (Mora-Delgado, 2007).

La agricultura familiar se caracteriza por su diversidad productiva y cultural, y está representada por los agricultores familiares. Esta noción se suele relacionar con el concepto de agricultura campesina que, según Ortega (1982, p. 81), se refiere al segmento de la agricultura basada en el trabajo familiar para la producción y el consumo. Se diferencia de otros tipos de agriculturas por el tamaño del patrimonio tierra, la ocupación de la familia en las labores, el grado de reproducción del sistema productivo, el nivel tecnológico y técnico, la relación con los mercados y la diferenciación agroecológica.

Los integrantes de la familia son los sujetos que vivifican esta tipología de agricultura, la cual está contextualizada por la forma de vida, las costumbres, el patrimonio familiar y los valores locales (CEPAL, 1984, p. 55). Este conjunto de elementos es compartido con los demás pobladores rurales que están a proximidad geográfica y socialmente, pero que hoy son valiosos recursos de exposición para el turismo rural.

A pesar de la divulgación de definiciones más profundas sobre la agricultura familiar, aún restan enquistadas las identidades de pequeños productores, de subsistencia, de autoconsumo, entre otros. Incluso, las instituciones públicas con fines sociales y agrarios tienen grandes dificultades para entenderse mediante una terminología precisa, clara y compartida. Aunque se hayan perpetuado estas categorías en el discurso y en los textos, su significado, en esencia, lleva a pensar con imprecisión en un tipo de poblador rural, hombre o mujer, que se dedica a la producción de alimentos y de materia prima para suplir necesidades familiares y locales.

Además, tiene una connotación de vulnerabilidad propia o causada por la exclusión socioeconómica de los territorios donde se sitúa. Alvarado (2007, p. 168) expone que este tipo de poblador está en desventaja a causa de una interrelación de factores como su marginación geográfica, baja escolarización, familias numerosas, precariedad del trabajo, baja productividad del trabajo, discriminación, explotación y desinterés político. Según Eguren et al. (2016, p. 16), en América Latina, una gran parte de los sistemas de agricultura familiar están constituidos de poblaciones indígenas originarias, y se sitúan en zonas boscosas o pequeñas estepas para el vivir de la caza, pesca, recolección, agricultura y ganadería. Sin embargo, también se incluyen los asentamientos humanos de mestizos y afrodescendientes que se circunscriben a este modo de vida.

Actualmente, en los instrumentos políticos se precisa que la agricultura familiar es campesina, indígena y afrodescendiente. Por ejemplo, el Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) reconoce la Política de Agricultura Familiar Campesina, Indígena y Afrodescendiente de Centroamérica y República Dominicana (PAFCIA) desde 2018 (Resolución CAC 02-2018, 2018). El horizonte de acción temporal del PAFCIA es 2018-2030, y se integra a la contribución del logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El PAFCIA propone una estrategia para atender temas de soberanía alimentaria, resiliencia frente al cambio climático, gestión de los ecosistemas, agroecología y agricultura sostenible, distribución de los ingresos y de las oportunidades para superar la pobreza y la exclusión social, la satisfacción de las necesidades de las familias rurales y el fortalecimiento de la institucionalidad que incluya a los jóvenes rurales, mujeres, indígenas y afrodescendientes (Saravia, 2017, p. 13).

Los tomadores de decisiones suelen obviar la complejidad de los sistemas de agricultura familiar e intentan insertar la tecnificación sin comprender las profundidades relativas a la baja escolarización, la diversidad cultural, las precariedades materiales, la marginación y dispersión espacial, la baja cobertura institucional agraria, etcétera. Desde el punto de vista productivo, la mayoría de estos sistemas se especifican por la carencia de medios de producción, la escasa gestión administrativa y el poco o nulo conocimiento sobre los mercados.

Otra de las insuficiencias de las acciones públicas es la identificación local de estos sistemas familiares. Existen dificultades para generalizar una definición de la agricultura familiar, principalmente, por la diversidad de culturas y de sistemas agrarios en el mundo. Por ello, para tratar el tema con precisión y profundidad, es necesario que los países elaboren definiciones operativas en función de sus particularidades (Salcedo y Guzmán, 2014, p. 27). Para que las políticas de desarrollo sean eficientes, es necesario perfeccionar la forma en que los instrumentos y los recursos se canalizan hacia los verdaderos destinatarios (Ramos, 2016, p. 16). Según Paz (2014, p. 8), el concepto de agricultura familiar debe ser operativo, y su significado y valor tiene que ser interpretado y reconocido en la agenda pública.

De manera generalizada, el concepto de agricultura familiar se enmarca en la descripción del modo de vida familiar, el aspecto agro-productivo y su vínculo con los mercados (Ramos 2016, p. 24). De esta manera se crean indicadores relacionados la administración y el trabajo familiar, y a la relación con los mercados en términos de compra de insumos de producción y de venta de productos. Según Salcedo y Guzmán (2014, p. 36), la predominancia de los sistemas de agricultura familiar en América Latina es evidente, pues representa cerca del 80% del total de las fincas dedicadas a la actividad agropecuaria de la región. Sin embargo, existen estadísticas particulares para cada país que oscilan entre un 46,9% (Uruguay) y un 97,2% (Honduras).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, y el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FAO y IFAD, 2019), define la agricultura familiar de la siguiente manera:

Es una forma de organizar la producción agrícola, forestal, pesquera, ganadera y acuícola que es gestionada y administrada por una familia y depende principalmente del capital y la

mano de obra de sus miembros, tanto mujeres como hombres. La familia y la finca están relacionadas entre sí, evolucionan conjuntamente y combinan funciones económicas, ambientales, sociales y culturales. (p. 9)

Así pues, la agricultura familiar se puede concebir como una forma de organización socio-productiva fundada en la familia y en la cultura. Está conformada, en esencia, por un conjunto de saberes agrícolas, en sentido amplio, y de prácticas culturales que han sido transferidos en conjunto con los recursos genéticos y el patrimonio "tierra" que, en este caso, tiene un valor que va más allá de lo económico. Este tipo de sistema socio-productivo se desarrolla en un entorno patrimonial-familiar sostenible y que, a nuestros días, se puede mostrar moderno y tecnológico, adoptando nuevos conocimientos, técnicas y tecnologías para el desarrollo sostenible de la familia y del territorio.

A partir de estas reflexiones sobre pobreza rural y agricultura familiar, se pueden establecer acciones para precisar la tipología de los sistemas de agricultura familiar, a fin de que las políticas públicas de desarrollo se construyan a través de criterios diferenciados. ¿Cómo asegurar que los programas de microcrédito, titulación de tierras, apoyo a la comercialización, asistencia técnica y familiar, y las ayudas sociales logren beneficiar a este segmento? Sin definición clara, precisa y compartida, los esfuerzos no llegarán a los beneficiarios nominados. Por otro lado, para el registro de los agricultores familiares se deben tener criterios de clasificación, y para ello se hace imperativo una definición tipológica nativa.

## CONCLUSIÓN

La pobreza en América Latina tiene una connotación de marginación y exclusión social de poblaciones campesinas, indígenas y afrodescendientes. Existen diferencias entre los países de la región en cuanto a la pobreza, no obstante, la pobreza golpea fuertemente a los pobladores rurales, con una incidencia e intensidad más alarmante para ciertos grupos étnicos a nivel subnacional.

La agricultura familiar se ha posicionado en la palestra pública como un eje para el desarrollo rural y la seguridad alimentaria de la creciente población de América Latina. Sin embargo, existe dificultad en el abordaje holístico de los sistemas de agricultura familiar y su análisis tipológico, lo cual debe definirse y diferenciarse en el seno de los países. El trabajo de caracterización debe desarrollarse con un enfoque integrador entre los líderes comunitarios rurales, organizaciones de agricultores, representantes políticos, las instituciones del Estado, la academia y demás organizaciones.

La diferenciación contribuirá a develar las realidades de las poblaciones que integran los sistemas de agricultura familiar. Con ello, se faculta la formulación de programas de desarrollo en función de las necesidades sociales, económicas, culturales y productivas para cada territorio y su población.

Se recomienda fortalecer las instituciones con mecanismos de gobernanza, precisar la tipología de los sistemas de agricultura familiar y construir relaciones socioeconómicas y ambientales entre los medios rurales y urbanos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, J. (2007). El sector agrícola en el combate de la pobreza rural. *Reflexiones*, 86(1), 167–178. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72920534012>
- Burgos Dávila, S., Fernando, Y., & Ortega, C. (2016). Pobreza multidimensional: índice de Alkire y Foster para Ecuador Multidimensional poverty: an index for Ecuador using Alkire and Foster methodology. *Economía*, 42, 11–52. <https://www.redalyc.org/pdf/1956/195650099002.pdf>
- CEPAL. (1984). La agricultura campesina y el mercado de alimentos: La dependencia externa y sus efectos en una economía abierta. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/8038/S8419999\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/8038/S8419999_es.pdf)
- CEPAL. (2018a). Medición de la pobreza por ingresos, Actualización metodológica y resultados, Metodologías de la CEPAL, N° 2. <https://cpalsocial.org/documentos/689.pdf>
- CEPAL. (2018b). Ruralidad, hambre y pobreza en América Latina y El Caribe, Documentos de Proyectos. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44371/S1801207\\_es.pdf?sequence=4](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44371/S1801207_es.pdf?sequence=4)
- Eguren, F., Baumeister, E., & Merlet, M. (2016). Informe continental. El acceso a la tierra en América Latina (FAO (ed.)). FAO. <http://www.fao.org/3/I8291ES/i8291es.pdf>
- FAO. (2018). Panorama de la pobreza rural en América Latina y El Caribe. Soluciones del siglo XXI para acabar con la pobreza en el campo. <http://www.fao.org/3/CA2275ES/ca2275es.pdf>
- FAO, & FIDA. (2019). Decenio de las Naciones Unidas para la agricultura familiar 2019-2028. Plan de acción mundial. <http://www.fao.org/3/ca4672es/ca4672es.pdf>
- FIDA. (2019). Informe sobre el desarrollo rural 2019. Crear oportunidades para los jóvenes del medio rural. Presentación general. [https://www.ifad.org/documents/38714170/41190221/RDR2019\\_Overview\\_s\\_W.pdf/207b4329-308c-0198-c4af-77b10b633cf0](https://www.ifad.org/documents/38714170/41190221/RDR2019_Overview_s_W.pdf/207b4329-308c-0198-c4af-77b10b633cf0)
- Gordillo de Anda, G. (2004). Seguridad alimentaria y agricultura Familiar. *Revista de La CEPAL*, 83, 71–84. <https://doi.org/10.18356/ef57bd16-es>

- Le Clech, N. (2007). Paridad del poder adquisitivo en el tipo de cambio argentino. *Económica*, XIII(1-2), 102-1025.  
<https://revistas.unlp.edu.ar/Economica/article/download/5498/4503/>
- MEF. (2018). Índice de pobreza multidimensional de Panamá, año 2018.  
<https://www.mef.gob.pa/wp-content/uploads/2018/09/Informe-del-Índice-de-Pobreza-Multidimensional-de-Panamá-2018.pdf>
- Melissa Sáenz Vela, H., Gutiérrez Flores, L., & Eliseo Minor Campa, E. (2015). Análisis cualitativo de la medición multidimensional de la pobreza en México. *Economía Informa*, 395, 22-34. <http://www.economia.unam.mx/assets/pdfs/econinfo/395/02SaenzVela.pdf>
- Mora-Delgado, J. (2007). Sociedades campesinas, agricultura y desarrollo rural. *Revista Luna Azul*, 24, 52-58. <https://www.redalyc.org/pdf/3217/321727226007.pdf>
- Ortega, E. (1982). La agricultura campesina en América Latina. Situaciones y tendencias. *Revista de La CEPAL*, 16, 77-114. <https://core.ac.uk/reader/45623790>
- Paz, R. (2014). Agricultura familiar y sus principales dimensiones: la pampeanización del término. *Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios*, 41(2), 6-33.  
[http://157.92.136.59/download/riea/riea\\_v41\\_n1\\_01.pdf](http://157.92.136.59/download/riea/riea_v41_n1_01.pdf)
- PNUD. (2019). Informe sobre Desarrollo Humano. Más allá del ingreso, más allá de los promedios, más allá del presente: Desigualdades del desarrollo humano en el siglo XXI. [http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr\\_2019\\_overview\\_-\\_spanish.pdf](http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2019_overview_-_spanish.pdf)
- Ramos, Á. (2016). Definición de “Agricultura Familiar” como categoría socioeconómica. *Redes*, 21(3), 10-28. <https://doi.org/10.17058/redes.v21i3.8243>
- Salcedo, S., & Guzmán, L. (2014). La agricultura familiar en cifras. In *Agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Recomendaciones de Política*.  
<http://www.fao.org/3/i3788s/i3788s.pdf>
- Santos, M. E., Villatoro, P., Mancero, X., & Gerstenfeld, P. (2015). A Multidimensional Poverty Index for Latin America (No. 79). <https://www.ophi.org.uk/wp-content/uploads/OPHIWP079.pdf>
- Saravia, D. (2017). Política de Agricultura Familiar Campesina, Indígena y Afrodescendiente Regional 2018-2030 (PAFCIA). <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/sica179498.pdf>
- Resolución CAC 02-2018 que aprueba la Política de Agricultura Familiar Campesina, Indígena y Afrodescendiente de Centroamérica y República Dominicana (PAFCIA), 30 (2018).  
[https://www.sica.int/busqueda/busqueda\\_archivo.aspx?Archivo=RESO\\_118650\\_1\\_27072018.pdf](https://www.sica.int/busqueda/busqueda_archivo.aspx?Archivo=RESO_118650_1_27072018.pdf)

## Ácido giberélico y cera de carnauba prolongan la calidad del limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) durante el almacenamiento

### Gibberellic acid and carnauba wax extend the quality of the persian lemon (*Citrus Latifolia* Tanaka) during storage

Rolando I. Corella C. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Departamento de Produção Vegetal. [rolandoicorella@usp.br](mailto:rolandoicorella@usp.br) <https://orcid.org/0000-0003-0122-0358>

Ana C. de Figueiredo. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Departamento de Agroindústria, Alimentos y Nutrición.

Rafael G. Arrieta. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Departamento de Fitotecnia.

Angelo P. Jacomino. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Departamento de Produção Vegetal.

#### RESUMEN

La calidad del limón persa en los mercados es afectada en gran medida por la reducción de la turgencia, del peso y de la la coloración verde durante el transporte y el almacenamiento. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del tratamiento con ácido giberélico y cera de carnauba en frutos de limón persa en dos estados de madurez fisiológica, identificados según la coloración, a  $25 \pm 2$  °C e  $85 \pm 2$  % de humedad relativa, durante 21 días. Los tratamientos establecidos fueron: E2 (frutos no tratados del estado de madurez 2), - E3 (frutos no tratados del estado de madurez 3), E2:AG+C - (frutos tratados del estado de madurez 2), E3:AG+C (frutos tratados del estado de madurez 3). Los tratamientos fueron evaluados en cuanto a la pérdida de masa fresca, pérdida de color verde, actividad respiratoria y producción de etileno. Los resultados mostraron que el tratamiento aplicado ayudó a conservar por más tiempo la coloración verde en los frutos, a reducir la actividad respiratoria, la producción de etileno y la pérdida de masa fresca. El uso de ácido giberélico y cera de carnauba en frutos de limón persa ayuda en la conservación de atributos de calidad importantes, así como también el realizar la cosecha y el beneficiado en el punto óptimo de madurez.

**PALABRAS CLAVE:** *Citrus latifolia* Tanaka, limón persa, ácido giberélico, cítricos

## ABSTRACT

Persian lemon quality in the markets is greatly affected by reducing the turgor of the weight and green coloring during transport and storage. This work's objective was to evaluate the effect of treatment with gibberellic acid and carnauba wax on Persian lemon fruits in two physiological maturity stages, identified according to the coloration, at  $25 \pm 2$  °C and  $85 \pm 2$  % of relative humidity, during 21 days. The treatments were: E2 (untreated fruits of maturity stage 2), - E3 (untreated fruits of maturity stage 3), E2: AG+C - (treated fruits of maturity stage 2), E3: AG+C (treated fruits of maturity stage 3). The treatments were evaluated in terms of loss of fresh mass, loss of green color, respiratory activity, and ethylene production. The results showed that the treatment applied helped preserve the fruits' green color for a more extended period, reducing respiratory activity, ethylene production, and fresh mass loss. The use of gibberellic acid and carnauba wax in Persian lemon fruits conserves critical quality attributes and harvesting and processing at optimal maturity.

**KEYWORDS:** *Citrus latifolia* Tanaka, persian lime, gibberellic acid, citrus

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de cítricos es una actividad de gran importancia a nivel mundial. En la dieta humana los cítricos juegan un papel fundamental, debido a sus propiedades nutricionales, como fuente preferida para el consumo de vitamina C, usos gastronómicos, cosméticos, etcétera. Entre las frutas cítricas, una de las preferidas en el mundo entero es el limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka). Llamado de diferentes formas: limón persa en países de habla hispana, lima ácida 'tahiti' en Brasil, *persian lime*, *bearss lime*, *acid lime* y *tahiti lime*, en otras latitudes.

El limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) pertenece botánicamente al grupo de las limas debido a sus características anatómicas. Su forma es redonda, obovada u oblonga, plana en la parte basal con una pequeña punta en el área apical del fruto, cáscara gruesa, de color verde a amarillo, lisa, de pulpa carnosa verde-amarillo y muy jugosa (Ladaniya, 2008).

La producción mundial de limas y limones en el 2018 fue de 19 368 838 toneladas, en un área total de 1 267 401 hectáreas. Los mayores productores en el mundo son India, México, China Continental, Argentina, Brasil, España, Turquía, Estados Unidos, Irán e Italia (FAOSTAT, 2020). Brasil ocupa la quinta posición, siendo su producción total de 1 481 322 toneladas en un área total de 52 784 hectáreas, esto según cifras del 2018 (IBGE, 2020).

Holanda y Reino Unido se posicionaron como principales destinos de las exportaciones de limas y limones en 2019, abarcando más del 78% de las exportaciones (Comexstat, 2020). Los diferentes mercados de destino del limón persa presentan preferencias por atributos de calidad. Mattos Junior et al., (2005) mencionan la forma, turgidez, grado de madurez y coloración natural entre algunos de los más importantes.

Entre todos los atributos de calidad, la coloración verde se destaca, debido a que es clave en la apariencia del producto. Evitar o minimizar la pérdida de la coloración verde de los frutos desde su cosecha hasta llegar a los mercados es un factor clave para el éxito. Silva et al. (2008) indicaron que frutos de tono amarillo son poco aceptados, teniendo mayor aceptación los frutos de coloración verde a verde intensa en los mercados internacionales.

La disminución de la coloración verde en los frutos se origina por diferentes factores que desencadenan reacciones de degradación de la clorofila, como cambios en el pH, activación de la enzima clorofilasa y la presencia de sistemas oxidantes (Chitarra & Chitarra, 2005).

El presente estudio propone estudiar el efecto que ejerce el tratamiento con ácido giberélico y cera de carnauba en frutos de limón persa de dos estados de madurez fisiológica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Frutos de limón Persa (*Citrus latifolia* Tanaka) fueron cosechados en una plantación comercial ubicada en el municipio de Mogi Mirim – Estado de São Paulo (coordenadas 22° 33' 00,97" S 47° 01' 15,09" O), clasificados por tamaño uniforme (50-60 mm de diámetro) y en dos estados de madurez fisiológica, siendo el estado 2 para frutos verde oliva, y estado 3 para frutos verde claro; después fueron llevados a la planta de beneficiado de la empresa Citrus Tree en la misma propiedad. Los frutos entraron a la línea de beneficiado pasando por todas las etapas (limpieza, secado, clasificación, desinfección con fungicida imazalil, aplicación de ácido giberélico y aplicación de cera de carnauba).

El tratamiento estudiado consistió en la aplicación de ácido giberélico (0,1 g L<sup>-1</sup> de Progib, 40% GA<sub>3</sub>) y de cera de carnauba. Después que los frutos recibieron el tratamiento, fueron transportados por aproximadamente 100 km en cajas de cartón al laboratorio de postcosecha de plantas hortícolas de la Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) en el municipio de Piracicaba, São Paulo, Brasil.

Al llegar al área experimental se procedió a dejarlos en reposo por 24 horas, ya que pasado este tiempo es más viable poder identificar posibles disturbios fisiológicos ocasionados por el manejo y transporte, antes de establecer el estudio. Transcurridas las 24 horas de reposo se realizó una segunda selección de los frutos, descartando todos aquellos que mostraron disturbios fisiológicos como la oleocelosis, pudrición apical o peduncular, ausencia de cáliz, entre otros. Considerando el tratamiento con ácido giberélico (**AG**), con Cera (**C**) en frutos de los estados de madurez 2 y 3 (**E2** y **E3**), se establecieron cinco tratamientos con cinco repeticiones, los tratamientos fueron los siguientes: - E2 (frutos no tratados del estado de madurez 2), - E3 (frutos no tratados del estado de madurez 3), - E2:AG+C (frutos tratados del estado de madurez 2), - E3: :AG+C (frutos tratados del estado de madurez 3); bajo este esquema los tratamientos E2 y E3 funcionaron como testigos. El experimento fue establecido dentro de una cámara bajo condiciones controladas, a una temperatura de 25 ± 2 °C y con humedad relativa de 85 ± 2 %, los frutos de cada tratamiento fueron conservados en bandejas de plástico blanco ubicadas en estantes de 3 niveles, en donde permanecieron durante todo el experimento.



Las variables analizadas fueron: pérdida de masa fresca, pérdida de color verde, actividad respiratoria y producción de etileno. La pérdida de masa en porcentaje (PM) fue medida los días 0, 3, 6, 9, 13, 16 y 21; para esto se tomó el peso inicial en gramos de los frutos ( $P_i$ ) y el peso en gramos de cada día de evaluación ( $P_e$ ), calculándose mediante la fórmula  $PM = (P_i - P_e)(100) / P_i$ . La pérdida de color verde fue evaluada en los días 0, 3, 6, 9, 13, 16 y 21, utilizando un colorímetro marca Minolta, modelo CR300; obteniendo los parámetros luminosidad, ( $a^*$ ) y ( $b^*$ ), ángulo hue y el índice de color. En la evaluación de coloración se consideró el ángulo hue ( $^{\circ}$ Hue) que mide la coloración en una escala de  $0^{\circ}$  a  $360^{\circ}$ , en la que  $90^{\circ}$  corresponde al amarillo y  $180^{\circ}$  al verde. La actividad respiratoria y la producción de etileno se evaluaron los días 0, 4, 8, 12, 16 y 21, colocando los frutos por una hora dentro de frascos de vidrio, cerrados herméticamente, con un septo adaptado a la tapa, por medio del cual se tomaron muestras del aire interno con una jeringa, y seguidamente analizándolas mediante un cromatógrafo a gas marca Thermo Science, modelo Trace GC 2000.

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con esquema factorial  $2 \times 2$ , siendo 2 estados de madurez fisiológica  $\times$  2 tratamientos (tratados y no tratados); y los resultados fueron sometidos a análisis de varianza y análisis de comparación de medias de Tukey utilizando el programa SISVAR.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tratamiento de ácido giberélico ( $0,1 \text{ g L}^{-1}$  de Progib,  $40\% \text{ GA}_3$ ) y cera de carnauba aplicado fue beneficioso para mantener la coloración verde en frutos de ambos estados de madurez fisiológica; siendo comprobado con el ángulo hue ( $180 = \text{verde}$ ,  $90 = \text{amarillo}$ ). En frutos no tratados del estado de madurez 2 la coloración verde se mantuvo en mayor medida que en los frutos no tratados del estado de madurez 3 (figura 1 y 2). La coloración verde fue conservada debido a que ácido giberélico ejerce acción sobre la enzima clorofilasa, responsable por la degradación de la clorofila (Acioly, 2018; Aquino et al., 2016; Biasi & Flávio, 2000).

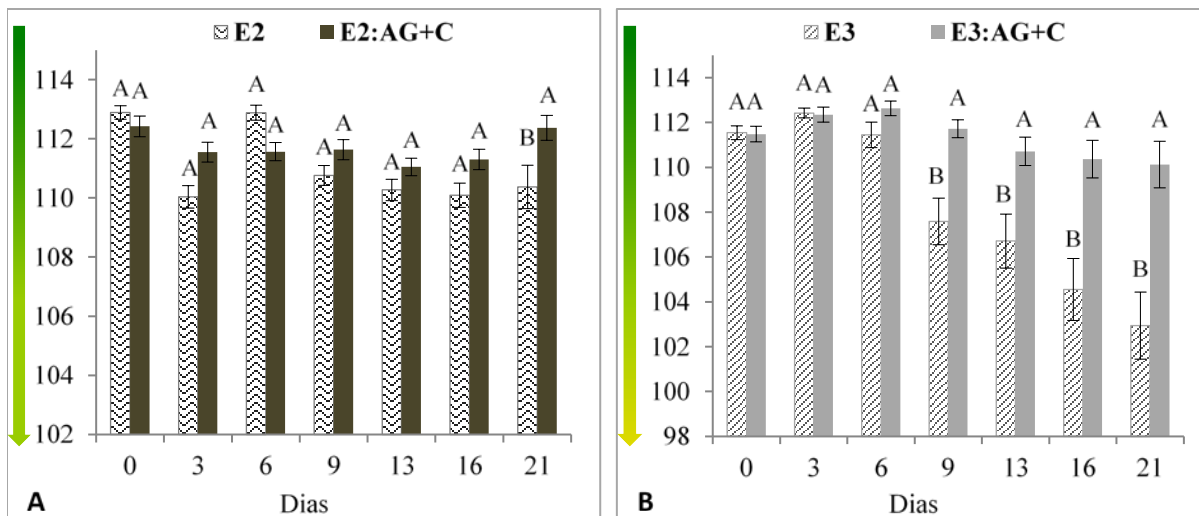


Figura 1. Pérdida de la coloración verde medida según en ángulo HUE de frutos de dos estados de madurez fisiológica, tratados y no tratados con ácido giberélico, almacenados por 21 días a  $25\pm 2$  °C e  $85\pm 2\%$  de Humedad Relativa. -E2 (frutos no tratados del estado de madurez 2), - E3 (frutos no tratados del estado de madurez 3), - E2: AG+C (frutos tratados del estado de madurez 2), - E3: AG+C (frutos tratados del estado de madurez 3). Diferencia mínima significativa (DMS) = 1,99. Medias con la misma letra no difieren entre sí según la prueba de Tukey al 5%.

La actividad de la enzima clorofilasa en el flavedo de frutos cítricos aumenta durante la maduración, a medida que los cloroplastos son reducidos en número y tamaño, simultáneamente se da la síntesis de carotenoides. Estos cambios obedecen a la señalización ocasionada por el etileno endógeno de los frutos (Ladaniya, 2008). Algunos reguladores de crecimiento como el ácido giberélico activan los llamados “factores juveniles” (Chitarra & Chitarra, 2005), con acción antagónica a los procesos de maduración y senescencia. En la especie *Hedera helix* el uso de giberelinas ocasiona la reversión del estado maduro a estado juvenil (Bhatla & A. Lal, 2018).

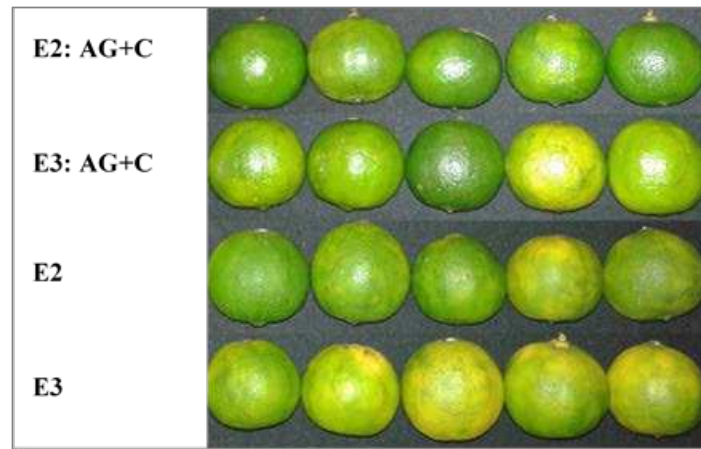


Figura 2. Pérdida de la coloración verde de frutos de dos estados de madurez fisiológica (día 21), tratados y no tratados con ácido giberélico, almacenados por 21 días a  $25\pm 2$  °C e  $85\pm 2\%$  de Humedad Relativa. -E2 (frutos no tratados del estado de madurez 2), - E3 (frutos no tratados del estado de madurez 3), - E2: AG+C (frutos tratados del estado de madurez 2), - E3: AG+C (frutos tratados del estado de madurez 3)

## Producción de etileno

Se observó que los tratamientos del estado de madurez 2 mantuvieron una producción de etileno mayor que los del estado de madurez 3, independientemente del tratamiento con cera y ácido giberélico aplicado (figura 3). Esto puede deberse a que los frutos de estos dos tratamientos fueron cosechados en un estado de desarrollo más joven. Ladaniya (2008) reportó que frutos jóvenes pueden producir mayores cantidades de etileno.

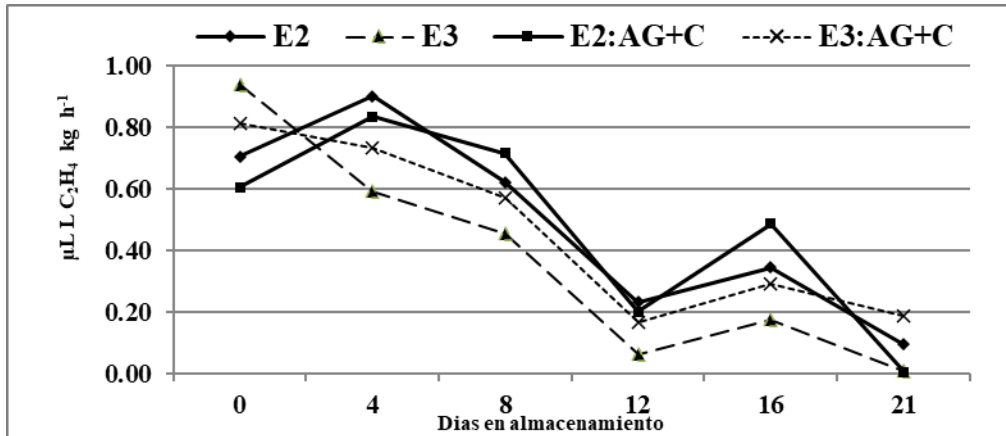


Figura 3. Producción de etileno en frutos de dos estados de madurez fisiológica, tratados y no tratados con ácido giberélico, almacenados por 21 días a  $25\pm 2$  °C e  $85\pm 2\%$  de Humedad Relativa. -E2 (frutos no tratados del estado de madurez 2), -E3 (frutos no tratados del estado de madurez 3), -E2: AG+C (frutos tratados del estado de madurez 2), -E3: AG+C (frutos tratados del estado de madurez 3).

### Pérdida de masa fresca

La pérdida de masa fresca fue menor en los frutos del estado de madurez 2, y en los tratados con ácido giberélico más cera; y mayor en los frutos del estado de madurez 3 no tratados (figura 4). Los resultados observados son semejantes a lo reportado por (Acioly, 2018; Pereira et al., 2014), quienes indicaron que la utilización de recubrimientos en frutos ayuda a extender su vida útil.

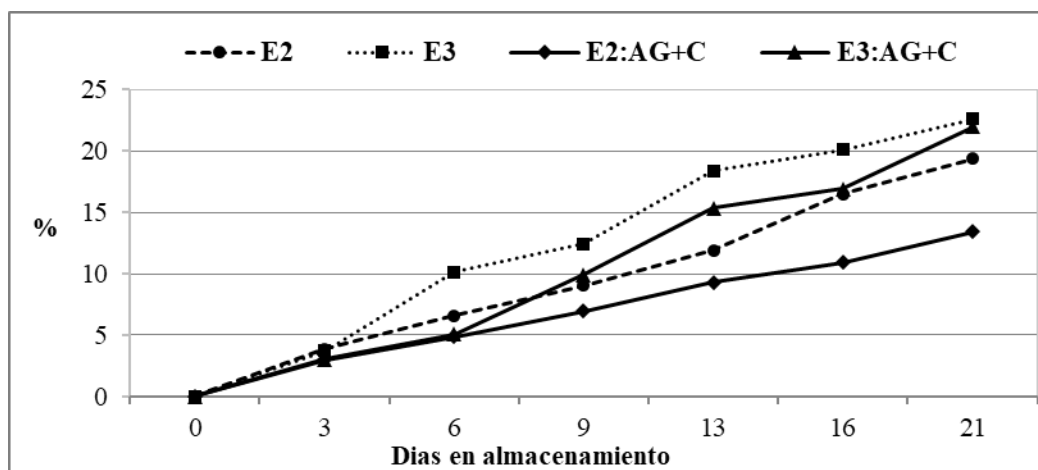


Figura 4. Pérdida de masa fresca en frutos de dos estados de madurez fisiológica, tratados y no tratados con ácido giberélico, almacenados por 21 días a  $25\pm 2$  °C e  $85\pm 2\%$  de Humedad Relativa. -E2 (frutos no tratados del estado de madurez 2), -E3 (frutos no tratados del estado de madurez 3), -E2: AG+C (frutos tratados del estado de madurez 2), -E3: AG+C (frutos tratados del estado de madurez 3).

La pérdida de masa fresca que ocurre en las frutas cítricas se da debido a la transpiración que ocurre a través de los estomas de la epidermis en la cáscara de los frutos, siendo de cuatro a seis veces mayor en la región del cáliz del futo (Ladaniya, 2008), en este sentido el recubrimiento de cera de carnauba benefició la conservación del peso y la turgencia de los frutos, como dos atributos de calidad importantes en los mercados.

Otro factor de beneficio para la conservación de la turgencia y peso de los frutos tratados con ácido giberélico y cera, fue posiblemente la humedad relativa utilizada durante el experimento (85%). Lo anterior cobra importancia considerando que los vegetales en almacenamiento exigen humedades relativas entre 85 a 95%, como afirma (Chitarra & Chitarra, 2005).

### Actividad respiratoria

Los resultados obtenidos muestran que la actividad respiratoria se mantuvo en una tasa menor en los frutos tratados con ácido giberélico y cera (figura 5). Esto posiblemente se debió a que el recubrimiento con cera de carnauba probablemente funcionó como una barrera que disminuyó la difusión del oxígeno atmosférico a través de los estomas en la epidermis hacia dentro de los frutos. El oxígeno disponible es un factor clave que afecta la respiración en frutos (Sampaio, 2010).

Otro factor que influye en la disminución de la respiración en frutos es la aplicación del ácido giberélico, puesto que este disminuye la actividad respiratoria, como lo confirman Bhatla & Lal, (2018).

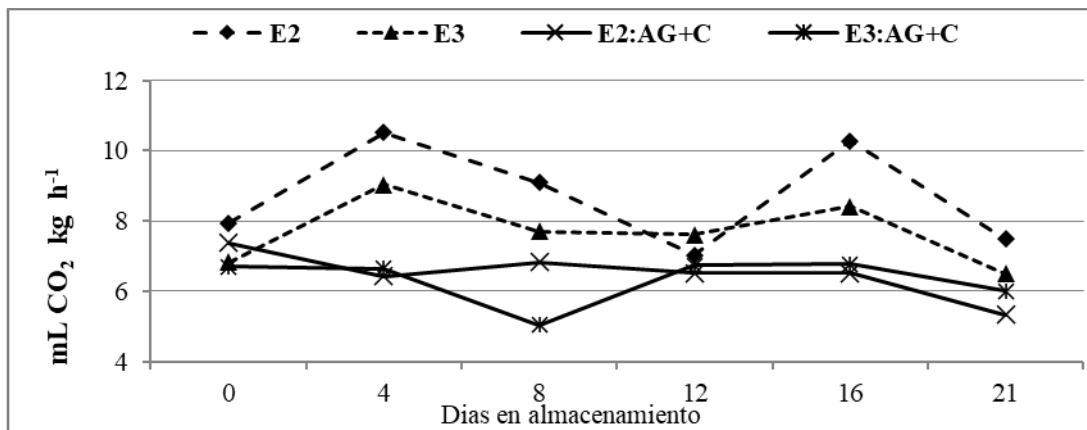


Figura 5. Actividad respiratoria en mililitros de CO<sub>2</sub> por kilogramos por hora en frutos de dos estados de madurez fisiológica, tratados y no tratados con ácido giberélico, almacenados por 21 días a 25±2 °C e 85±2% de Humedad Relativa. -E2 (frutos no tratados del estado de madurez 2), - E3 (frutos no tratados del estado de madurez 3), - E2: AG+C (frutos tratados del estado de madurez 2), - E3: AG+C (frutos tratados del estado de madurez 3).

La actividad respiratoria se mantuvo relativamente en una tendencia constante a lo largo de todo el periodo de almacenamiento; este comportamiento es clásico en frutos no climatéricos como los cítricos, los cuales no exhiben una alta tasa de producción de etileno, seguida del incremento en la tasa respiratoria, como en los frutos climatéricos.

Durante el proceso respiratorio ocurren reacciones de degradación de sustratos como almidón y azúcares como la sacarosa, glucosa, fructosa (Lopes & De Souza L., 2015). Una disminución en la respiración de los frutos contribuye a una menor pérdida de sustratos, lo cual se traduce en la conservación de la calidad de los frutos tratados con ácido giberélico y cera.

## CONCLUSIÓN

El tratamiento con ácido giberélico en la dosis de 0,1 g L<sup>-1</sup> (Progib, 40% GA<sub>3</sub>) asociado a el uso de cera de carnauba ayuda en la conservación de atributos de calidad importantes en frutos de limón persa, siendo más eficiente cuando es aplicado en frutos en estados iniciales de madurez fisiológica, identificados por la coloración verde oliva.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acioly, T. M. da S. (2018). Estudo dos pontos críticos na cadeia de beneficiamento e seus efeitos na qualidade e conservação de lima ácida “Tahiti”. [Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo]. <https://doi.org/10.11606/D.11.2018.tde-17072018-143606>
- Aquino, C. F., Salomão, L. C. C., & Azevedo, A. M. (2016). Qualidade pós-colheita de banana “Maçã” tratada com ácido giberélico avaliada por redes neurais artificiais. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 51(7), 824–833. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000700005>
- Bhatla, S. C., & A. Lal, M. (2018). *Plant Physiology, Development and Metabolism*. In Springer (Org.), *Plant Physiology, Development and Metabolism*. Springer Nature Singapore Pte Ltd. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-2023-1\\_32](https://doi.org/10.1007/978-981-13-2023-1_32)
- Biasi, L. A., & Flávio, Z. (2000). Gibberelic Acid Alone or Associated With Wax in the Post-Harvest of “Tahiti” Lime. *Scientia Agraria*, 1(1–2), 39–44.
- Chitarra, M. I. F., & Chitarra, A. B. (2005). *Pós-colheita de frutas e hortaliças fisiologia e manuseio*. (A. B. Chitarra (org.); Editora UF). Lavras UFLA.
- Comexstat. (2020). *Comex Stat - Exportação e Importação Geral*. <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>
- FAOSTAT. (2020). *Agricultural Statistics Database (FAOSTAT)*. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>
- IBGE. (2020). *Brasil em Síntese. Produção Agrícola - Lavoura Permanente*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/11863>

- Ladaniya, M. S. (2008). Citrus fruit biology, technology and evaluation. In Academic Press (Org.), Citrus Fruit (Elsevier, p. 576). <https://doi.org/10.1016/B978-012374130-1.50011-5>
- Lopes, N. F., & De Souza L., M. D. G. (2015). Fisiologia da Produção. (UFV (org.); Ed. UFV). 2015. <https://www.editoraufv.com.br/produto/fisiologia-da-producao/1112524>
- Mattos Junior, D., De Negri, J. D., Pio, R. M., & Pompeu, J. J. (2005). Citros. In FAPESP (Instituto, p. 929).
- Pereira, G. da S., Machado, F. L. de C., & Costa, J. M. C. da. (2014). Aplicação de recobrimento prolonga a qualidade pós-colheita de laranja “Valência Delta” durante armazenamento ambiente. *Revista Ciência Agronômica*, 45(3), 520–527. <https://doi.org/10.1590/s1806-66902014000300012>
- Sampaio, E. (2010). Fisiologia vegetal teoria e experimentos. Editora UEPG.
- Silva, P. R., De Almeida, G., Ferráz, M., & Olivette, M. (2008). O Mercado da lima ácida “Tahiti”. *Instituto de Economia Agrícola*, 3, 7. <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/AIA/AIA-73-2008.pdf>