

## Evaluación de Profundidad de Segmentos Corneales Intraestromales por Tomografía de Coherencia Óptica Corneal

### Intraestromal Corneal Segments Depth Assessment by Corneal Optical Coherence Tomography

Jorge A. Matías<sup>1</sup> | María T. Cifuentes<sup>2</sup> | Mario Gutiérrez<sup>3</sup> | Erick V. Sáenz<sup>4</sup> | Nancy J. Sacor<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Residente en Oftalmología en el Instituto Panamericano contra la Ceguera, Guatemala

<sup>2</sup> Jefa de Clínica Segmento Anterior- Instituto Panamericano contra la Ceguera, Guatemala

<sup>3</sup> Jefe de Enseñanza – Postgrado de Oftalmología, Universidad Galileo de Guatemala

<sup>4</sup> Especialista en Neuro-Oftalmología y Oftalmopediatría, Guatemala

<sup>5</sup> Estudiante de Medicina, Universidad de San Carlos de Guatemala

#### Correspondencia

Jorge Antonio Matías Morales, Instituto Panamericano contra la Ceguera, 10 calle 3-01 zona 14, Guatemala, Guatemala. Correo electrónico: [jorgematiasmorales10@gmail.com](mailto:jorgematiasmorales10@gmail.com)

Fecha de envío: 1/12/2022

Fecha de aceptación: 10/07/2023

Fecha de publicación: 15/07/2023

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés al haber hecho el estudio. Asimismo, el estudio fue financiado con recursos propios de los autores.

#### Resumen

**OBJETIVO:** Determinar la profundidad de los segmentos corneales intraestromales mediante tomografía de coherencia óptica corneal en pacientes con queratocono tratados por técnica manual en el servicio de Segmento Anterior del Instituto Panamericano Contra la Ceguera de enero a septiembre de 2022. **MÉTODOS:** Estudio observacional retrospectivo transversal en 17 pacientes con criterios de inclusión y un total de 26 ojos intervenidos en quienes se obtuvo una medición de profundidad de 43 segmentos intraestromales por OCT corneal en el primer mes postoperatorio y se comparó con la profundidad planificada. **RESULTADOS:** El promedio de la profundidad planeada fue de 79.29% y de la obtenida 82.29%, con una desviación estándar de 1.334 y 5.832 respectivamente. Se realizó la prueba de Wilcoxon, ( $p = .0008$ ) en la que se evidencia una diferencia estadísticamente significativa entre las dos muestras. Mediante la prueba de correlación de Spearman, ( $p = .0210$ ) se establece una correlación directa entre la profundidad planificada y la profundidad obtenida de forma estadísticamente significativa. **CONCLUSIÓN:** Los segmentos corneales se encuentran a una mayor profundidad, en promedio, a lo planificado.

**Palabras clave:** queratocono, segmento corneal intraestromal, tomografía de coherencia óptica, profundidad, técnica manual

#### Abstract

**OBJECTIVE:** To determine the depth of the intrastromal corneal segments by means of corneal optical coherence tomography in patients with keratoconus treated by manual technique in the Anterior Segment service of the Pan American Institute Against Blindness from January to September 2022. **METHODS:** Retrospective, cross-sectional observational study in 17 patients with inclusion criteria and a total of 26 operated eyes in whom a depth measurement of 43 intrastromal segments was obtained by corneal OCT in the first postoperative month and compared with the planned depth. **RESULTS:** The average of the planned depth was 79.29% and the obtained depth was 82.29%, with a standard deviation of 1.334 and 5.832 respectively. The Wilcoxon test was performed ( $p = .0008$ ) in which a statistically significant difference between the two samples was evidenced. Using Spearman's correlation test, ( $p = .0210$ ) a direct correlation is established between the planned depth and the obtained depth in a statistically significant way. **CONCLUSION:** The corneal segments are located at a greater depth, on average, than planned.

**Keywords:** keratoconus, intrastromal corneal segment, optical coherence tomography, depth, manual technique



## INTRODUCCIÓN

El queratocono es una condición en la que la córnea asume una forma cónica por protrusión debido a adelgazamiento progresivo. Es la ectasia corneal más común, es una patología no inflamatoria, bilateral y asimétrica.<sup>1</sup> Se acompaña de disminución de la agudeza visual resultado de astigmatismo irregular y/o miopía de difícil corrección y su progresión puede causar cierto grado de discapacidad visual, que incluye desde distorsión hasta pérdida total de la visión.<sup>2</sup> La prevalencia mundial varía ampliamente, la incidencia anual oscila entre 50-200 casos por cada 100,000 habitante.<sup>3</sup>

La fisiopatología incluye desórdenes genéticos, biomecánicos y ambientales, los factores de riesgo asociados son síndrome de Down, antecedentes familiares de queratocono, alergia ocular, factores mecánicos y desórdenes de tejido conectivo.<sup>4</sup>

El manejo quirúrgico consiste en colocación de segmentos corneales intraestromales y crosslinking corneal, queratoplastia lamelar anterior profunda o queratoplastia penetrante en casos avanzados.<sup>4</sup>

Los segmentos corneales, aprobados por la FDA, basados en la remodelación de la córnea por el efecto de acortamiento de arco, se insertan en el estroma profundo y mejoran la agudeza visual al aplanar la córnea cambiando su curvatura ectásica.<sup>5</sup>

La localización de los segmentos corneales, tanto en profundidad como en ubicación con respecto al centro de la córnea es importante debido al riesgo de extrusión o perforación según su mayor o menor profundidad de lo planificado. La tomografía de coherencia óptica (OCT, por sus siglas en inglés) corneal permite realizar un estudio paquimétrico preciso para planificar la profundidad del sitio de la incisión al realizar la colocación de los segmentos corneales intraestromales; así como para la medición de la profundidad, del lecho estromal residual e identificar la presencia de edema e infiltrados en el seguimiento.<sup>6</sup>

El objetivo de este estudio fue determinar la profundidad medida por tomografía de coherencia óptica corneal de los segmentos corneales intraestromales implantados por técnica manual y determinar el grado de correlación o diferencia estadística que existió entre la profundidad obtenida versus la planificada.

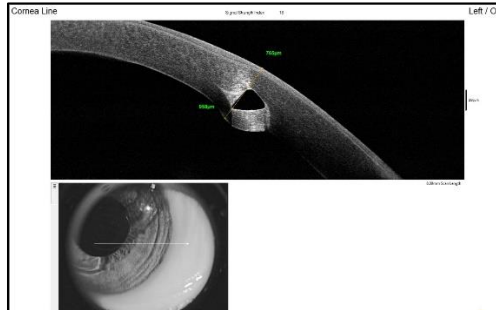
## MÉTODO

Estudio descriptivo retrospectivo transversal en 17 pacientes que cumplieron los siguientes criterios de inclusión: pacientes con diagnóstico de queratocono, intervenidos de segmentos corneales (IMT), mediante técnica manual, que tuvieron seguimiento con tomografía de coherencia óptica corneal (Optovue) de enero a septiembre de 2022, con un total de 26 ojos intervenidos y 43 segmentos corneales intraestromales implantados en la clínica de Segmento Anterior del Instituto Panamericano Contra la Ceguera.

La recolección de datos se llevó a cabo mediante una boleta de recolección de datos usando como fuente los expedientes de los pacientes y las imágenes obtenidas por OCT corneal. Al realizar la tabulación de los datos se estableció la profundidad planificada mediante una división entre la paquimetría más fina (más delgada) por tomografía de coherencia óptica corneal a 5 o 6 milímetros del eje central corneal según el normograma y la paquimetría final. Se define paquimetría final como el 80% de profundidad corneal en el área de paquimetría más fina. La profundidad real obtenida se estableció mediante la división entre el espesor corneal total por tomografía de coherencia óptica en el área del segmento corneal y la distancia entre el vértice del segmento al epitelio corneal medido por OCT corneal. Figura 1.

Se realizó el análisis estadístico con las pruebas de Wilcoxon y Correlación de Spearman usando el programa GraphPad.





**Figura 1. (a)** Tomografía de coherencia óptica corneal (Optovue) de un segmento intraestromal temporal de un ojo izquierdo donde se muestran las mediciones de profundidad. **(b)** Imagen frontal del segmento intraestromal observado en la imagen a, que muestra la línea de exploración en la mitad del segmento.

## RESULTADOS

Del total de pacientes intervenidos (25 pacientes) de colocación de segmentos corneales intraestromales en la clínica de Segmento Anterior, 17 pacientes se incluyeron en el estudio, con un total de 26 ojos y una edad promedio de 24 años, de los cuales 29% (7 pacientes) son de género femenino y 71% (12 pacientes) de género masculino. Tabla No. 1

**Tabla No. 1**

*Datos demográficos del total de pacientes incluidos en el estudio.*

Edad (años)				Total	Género		Total
≤20	21-25	26-30	≥31		Masculino	Femenino	
6	5	4	2	<b>17</b>	12	5	<b>17</b>

Fuente: Boleta de recolección de datos.

El tipo de queratocono más frecuente fue el 2, con un total de 14 ojos, y el menos frecuente fue el tipo 1, con un total de 2 casos. Tabla No. 2

**Tabla No. 2**

*Tipos de queratocono de los pacientes incluidos en el estudio en quienes se realizó la medición de la profundidad de los segmentos corneales mediante tomografía de coherencia óptica corneal.*

Tipo de queratocono	Ojo derecho	Ojo izquierdo	Total
<b>1</b>	1	1	2
<b>2</b>	7	7	14
<b>3</b>	3	4	7
<b>4</b>	1	2	3
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>26</b>

Fuente: Boleta de recolección de datos.

Los resultados de las profundidades de cada segmento intraestromal se muestran en las tablas No. 3, para todos los implantados en ojo derecho y No. 4, para los implantados en ojo izquierdo.

**Tabla No. 3**

*Resultados profundidad de segmentos corneales planificada Vrs real. Ojo derecho.*

<b>No. de Paciente</b>	<b>No. De Segmento</b>	<b>Profundidad planificada (en porcentaje)</b>	<b>Profundidad real (en porcentaje)</b>
1	1	79.62	87.51
2	2	81.08	86.77
	3	81.08	88.98
4	4	80.86	79.66
5	5	79.39	78.62
	6	79.39	79.04
7	7	76.60	79.86
8	8	79.48	87.27
	9	79.48	78.72
11	10	77.07	72.56
	11	77.07	60.93
12	12	80	89.32
	13	80	87.81
14	14	78	83.65
	15	78	84.90
15	16	79.04	76.40
	17	79.04	80.99
16	18	80	89.31
	19	80	86.82
17	20	80.86	79.66
<b>PROMEDIO</b>		<b>79.31</b>	<b>81.94</b>

Fuente: Boleta de recolección de datos.

**Tabla No. 4**

*Resultados profundidad de segmentos corneales planificada vrs real. Ojo izquierdo.*

<b>No. de Paciente</b>	<b>No. De Segmento</b>	<b>Profundidad planificada (en porcentaje)</b>	<b>Profundidad real (en porcentaje)</b>
2	1	80.89	80.09
	2	80.89	83.13
3	3	77.68	89.12
	4	77.68	89.27
4	5	80.14	79.85
5	6	80.35	83.15
6	7	79.48	87.48
8	8	79.62	86.25
	9	79.62	79.90
9	10	80.81	94.71
	11	80.81	84.60
10	12	79.04	82.64
	13	79.04	85.24
11	14	76.27	81.41
	15	76.27	74.85
12	16	80	76.32
13	17	79.24	82.30
	18	79.24	79.13
15	19	80	82.51
	20	80	81.58
16	21	78.06	78.76
	22	78.06	75.77
17	23	80.14	79.85
<b>PROMEDIO</b>		<b>79.28</b>	<b>82.52</b>

Fuente: Boleta de recolección de datos.

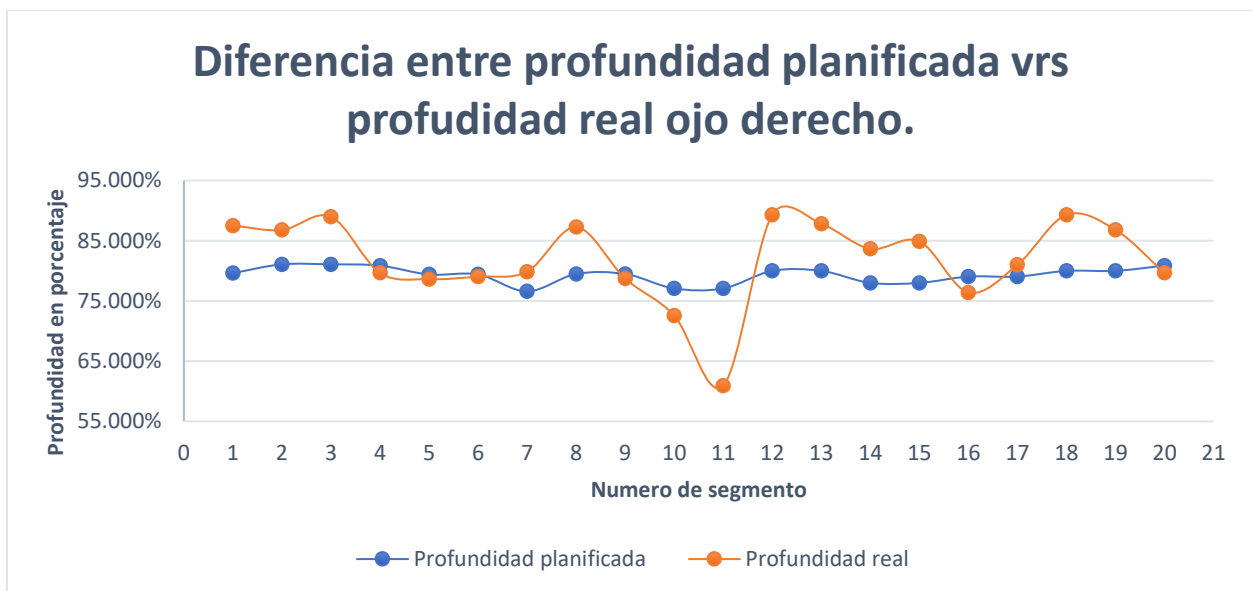
**Tabla No. 5**

*Resultados profundidad de segmentos corneales planificada vrs real. Ambos ojos.*

Profundidad planificada promedio	79.29%
Profundidad real promedio	82.29%
<b>Diferencia</b>	<b>3%</b>

Fuente: Boleta de recolección de datos.

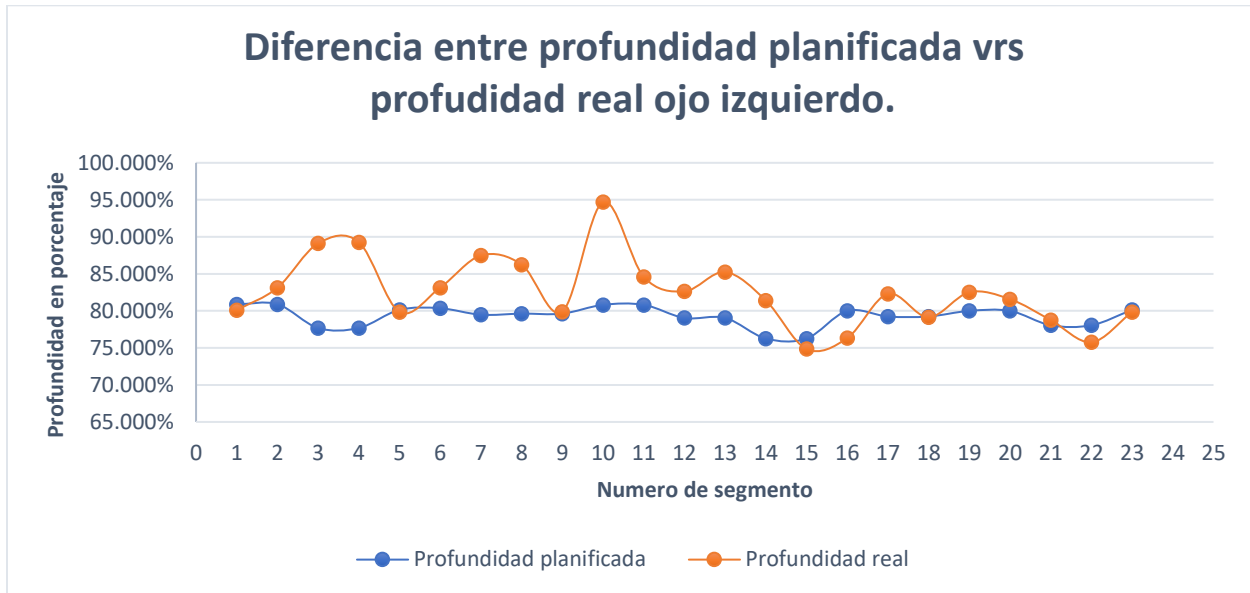
**Grafica No. 1**



Fuente: Tabla No. 2

En esta grafica se observa que la mayoría de segmentos corneales están por abajo del 90% o por arriba del 75% de profundidad. Los segmentos corneales 3, 12 y 18 se encuentran justo sobre la línea del 90%, esto evidencia que son los segmentos que están a mayor profundidad con respecto a la planeada. El segmento corneal 11 está muy próximo al 60%, por tanto, es el segmento más superficial de los implantados en el ojo derecho.

Gráfica No. 2



Fuente: Tabla No. 3

En la gráfica No. 4, donde se establece una comparación para evidenciar la diferencia entre la profundidad planificada y la obtenida, se observa que 3 segmentos (No. 3, 4 y 10) están muy próximos a la línea de 90% o por arriba de ésta, lo que evidencia a los segmentos con mayor profundidad a la planeada. Ningún segmento se observa por debajo de la línea de 75% de profundidad.

#### Análisis Estadístico

Se realizó el análisis estadístico utilizando el programa GraphPad. Como modelo estadístico se utilizó "t" de Student pareadas. Sin embargo, los datos de la profundidad planificada no poseen distribución normal y los datos de la profundidad obtenida si poseen distribución normal, por lo que se ejecutó el análisis estadístico con la prueba no paramétrica Test de Wilcoxon. El promedio de la profundidad planeada fue de 79.29% y el promedio de la profundidad real fue de 82.29%, la desviación estándar de 1.334 y 5.832 respectivamente. Tabla No. 5

Se realizó la prueba de Wilcoxon ( $p = .0008$ ) encontrando que **existe diferencia estadísticamente significativa entre las dos muestras**. Al analizar la correlación con la prueba de Correlación de Spearman ( $p = .00210$ ) se encuentra que **existe correlación directa** entre los datos de ambas columnas, de forma **estadísticamente significativa**.

#### DISCUSIÓN

La profundidad de los segmentos corneales intraestromales puede evaluarse mediante varios métodos.<sup>7</sup> La evaluación en el post operatorio mediante tomografía de coherencia óptica corneal "es una técnica rápida, conveniente y valiosa para el seguimiento".<sup>8</sup> Definir el grado de correlación o diferencia estadística es importante para revalorar o modificar los planes quirúrgicos y lograr mejores resultados visuales, sin embargo, aunque los segmentos corneales se planean a una profundidad específica (aproximadamente 80%) la mayoría están por arriba o por abajo de ésta, como se ha demostrado en este estudio y en otros.<sup>8</sup> Las complicaciones asociadas a una profundidad más superficial son descompensación epitelial, extrusión, compresión del estroma anterior y superficialización del segmento.<sup>9</sup> La evaluación con OCT corneal ayuda a predecir futuras complicaciones.<sup>9</sup>

Al realizar el análisis estadístico se observó que la distribución de los datos planeados no posee una distribución normal; se considera que esta distribución se debe a que la mayoría de los datos se calcularon a una profundidad aproximada de 80%, variable que se modificó según si no existió un lecho estromal residual mínimo, si el tamaño de los segmentos era el adecuado según la paquimetría más fina, si fué necesaria una subcorrección y si se aproximaron las paquimetrías finales a múltiplos de 5, sin embargo estas variaciones fueron mínimas. La distribución de

los datos de resultados de profundidad reales obtenidas posee una distribución normal, esto probablemente se debe a que, los procedimientos quirúrgicos fueron realizados por 2 cirujanos y la experiencia y habilidad quirúrgica de cada cirujano era diferente, así como a la inherente variabilidad en los resultados de la habilidad humana.

Al realizar la prueba de Wilcoxon ( $p = .0008$ ) se encontró que **existe diferencia estadísticamente significativa entre las dos muestras**. Esta diferencia estadísticamente significativa puede deberse a la alta diferencia de la desviación estándar de ambos grupos, (DS de 1.33 en el grupo de planeación y DS de 5.88 en el grupo Real/Final) así como a que el rango es mucho más amplio en el grupo de resultado real obtenido; el rango va de 60.9% a 94.71%.

Se puede establecer que los datos planeados en la mayoría de los casos si corresponden y se relacionan directamente con los resultados. Pero el apareamiento de algunos eventos muy alejados de la media, que son pocos, hace que exista diferencia estadísticamente significativa, principalmente por el rango de valores y la desviación estándar.

## CONCLUSIONES

1. Se determinó la profundidad planificada y profundidad real de los segmentos corneales intraestromales mediante OCT corneal, obteniendo una profundidad promedio de 79.29% y 82.29% respectivamente.
2. Los segmentos corneales se encuentran a una mayor profundidad, en promedio, a lo planificado.
3. Existe una correlación directa estadísticamente significativa entre la profundidad planificada versus la profundidad real
4. Existe diferencia estadísticamente significativa entre las dos muestras, esta diferencia estadísticamente significativa puede deberse a la alta diferencia de la desviación estándar de ambos grupos y a que el rango es mucho más amplio en el grupo de profundidad real.
5. Se determinó la diferencia en porcentaje, que existe entre la profundidad planificada y obtenida en cada uno de los segmentos, lo que permitió identificar los segmentos con mayor o menor profundidad a lo planificado.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Mannis MJ, Holland EJ. Cornea: Fundamentals, Diagnosis and Management 4th ed. New York: Elsevier; 2017. 820
2. Tunc Z, Helvacioğlu F, Sencan S. Evaluation of intrastromal corneal ring segments for treatment of keratoconus with a mechanical implantation technique. Indian J Ophthalmol. 2013 May;61(5):218-25. PMID: 23571258; PMCID: PMC3730505. <https://doi.org/10.4103/0301-4738.109519>
3. Ceguera y discapacidad visual. (2022, 13 octubre). <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>
4. Gomes JA, Tan D, Rapuano CJ, Belin MW, Ambrósio R Jr, Guell JL, Malecaze F, Nishida K, Sangwan VS; Group of Panelists for the Global Delphi Panel of Keratoconus and Ectatic Diseases. Global consensus on keratoconus and ectatic diseases. Cornea. 2015; Apr;34(4):359-69. PMID: 25738235. <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000000408>
5. Lai MM, Tang M, Andrade EM, Li Y, Khurana RN, Song JC, Huang D. Optical coherence tomography to assess intrastromal corneal ring segment depth in keratoconic eyes. J Cataract Refract Surg. 2006 Nov ;32(11):1860-5. PMID: 17081869; PMCID: PMC1802100. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2006.05.030>
6. Huang D, Li Y, Radhakrishnan S. Optical coherence tomography of the anterior segment of the eye. Ophthalmol Clin North Am. 2004 Mar;17(1):1-6. PMID: 15102509. [https://doi.org/10.1016/S0896-1549\(03\)00103-2](https://doi.org/10.1016/S0896-1549(03)00103-2)
7. Ugo de Sanctis, Carlo Lavia, Marco Nassisi, Savino D'Amelio, "Keraring Intrastromal Segment Depth Measured by Spectral-Domain Optical Coherence Tomography in Eyes with Keratoconus", Journal of Ophthalmology, vol. 2017, Article ID 4313784, 9 pages, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/4313784>
8. Gorgun E, Kucumen RB, Yenerel NM, Ciftci F. Assessment of intrastromal corneal ring segment position with anterior segment optical coherence tomography. Ophthalmic Surg Lasers Imaging. 2012 May-Jun;43(3):214-21. Epub 2012 Mar 8. PMID: 22390964. <https://doi.org/10.3928/15428877-20120301-01>
9. Barbara, R., Barbara, A. & Naftali, M. Depth evaluation of intended vs actual intacs intrastromal ring segments using optical coherence tomography. Eye 30, 102-110 (2016). <https://doi.org/10.1038/eye.2015.202>



Derechos de Autor (c) 2023 Jorge Antonio Matías Morales, María Teresa Cifuentes Noriega, Mario Gutiérrez Paz, Erick Vinicio Sáenz

Morales y Nancy Jhoselin Sacor Quijivix



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen del licencia](#) - [Textocompletodela licencia](#)