

Agricultura resiliente en acción: tecnología ASAC, su impacto en el frijol de la región Ch'orti'

Resilient Agriculture in Action: ASAC Technology and Its Impact on Common Bean in the Ch'orti' Region

Vinicio Arnoldo Guerra Martínez

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad de Guatemala, Guatemala
Estudiante de Maestría en Producción y
alimentación resiliente con énfasis
en seguridad alimentaria y nutricional
nigue1983@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0006-6360-3898>

Servio Darío Villela Morataya

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad de Guatemala, Guatemala
Estudiante de Doctorado en
Investigación en Educación
ppy293@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0009-3777-4855>

Recibido: 20/04/2025

Aceptado: 21/08/2025

Publicado: 25/10/2025

Guerra Martínez, V. A., & Villela Morataya, S. D. (2025). Agricultura resiliente en acción: tecnología ASAC, su impacto en el frijol de la región Ch'orti'. *Revista Científica Avances En Ciencia Y Docencia*, 2(2), 45-53. <https://doi.org/10.70939/revistadiged.v2i2.43>

Resumen

OBJETIVO: evaluar el efecto de la tecnología de Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (ASAC) en el rendimiento de tres variedades de frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) en comunidades rurales de Olopa, Chiquimula. **MÉTODO:** se estableció un experimento con diseño de parcelas pareadas en dos aldeas del municipio de Olopa (La Prensa y Tituque), donde se sembraron tres variedades de frijol bajo dos tecnologías de manejo: tradicional y ASAC. Las variables medidas fueron el rendimiento de grano en kg/ha y los costos de producción. El análisis estadístico se realizó mediante prueba t de Student para muestras independientes. **RESULTADOS:** la tecnología ASAC superó significativamente al manejo tradicional, con un rendimiento promedio de 439.67 kg/ha frente a 320.11 kg/ha ($p = 0.0334$). La variedad Vaina Morada bajo tecnología ASAC obtuvo el mayor rendimiento entre todos los tratamientos, con un promedio de 539.67 kg/ha. En términos económicos, la relación beneficio/costo fue de 1.19 en ASAC, contrastando con 0.71 en la tecnología tradicional, lo que refleja una mayor eficiencia productiva y financiera en las parcelas manejadas con prácticas sostenibles. **CONCLUSIÓN:** la tecnología ASAC mejora significativamente el rendimiento y la rentabilidad del frijol en condiciones del Corredor Seco. Representa una alternativa viable y resiliente frente a los desafíos climáticos, con potencial para fortalecer la seguridad alimentaria rural.

Palabras clave:

agricultura sostenible, frijol negro, tecnología ASAC, rendimiento de grano, resiliencia climática.

Abstract

OBJECTIVE: to evaluate the effect of Climate-Smart Agriculture (ASAC) technology on the yield of three black bean (*Phaseolus vulgaris*) varieties in rural communities of Olopa, Chiquimula. **METHOD:** an experiment was conducted using a paired plot design in two localities (La Prensa and Tituque), where three bean varieties were cultivated under two management systems: traditional and ASAC. The variables measured were grain yield (kg/ha) and production costs. Statistical analysis was performed using the Student's t-test for independent samples. **RESULTS:** ASAC technology significantly outperformed traditional management, with an average yield of 439.67 kg/ha compared to 320.11 kg/ha ($p = 0.0334$). The Vaina Morada variety under ASAC technology achieved the highest yield among all treatments, averaging 539.67 kg/ha. Economically, the benefit/cost ratio was 1.19 under ASAC, compared to 0.71 with traditional practices, indicating greater productivity and financial efficiency in sustainably managed plots. **CONCLUSION:** ASAC technology significantly enhances bean yield and profitability under Dry Corridor conditions. It represents a viable and resilient alternative to climate challenges, with strong potential to improve rural food security.

Keywords:

sustainable agriculture, black bean, ASAC technology, grain yield, climate resilience

Introducción:

En Guatemala, el cultivo de frijol adquiere una importancia significativa, especialmente en las zonas rurales, siendo una de las principales actividades económicas en varias regiones del país. El frijol representa una de las principales fuentes de proteína en la alimentación diaria de la población guatemalteca, con un consumo de 9.3 kg/persona/año, lo que representa el 11% de ingesta proteica per cápita (Achicanoy et al., 2024).

En las comunidades rurales del Corredor Seco guatemalteco, sembrar frijol no es solo una tarea agrícola. Es una práctica de subsistencia, de identidad y de resistencia. Sin embargo, año con año, los productores se enfrentan con lluvias erráticas, suelos agotados y precios inestables. Surge entonces una pregunta urgente: ¿cómo producir frijol en condiciones cada vez más difíciles sin aumentar la dependencia de insumos costosos? Esta investigación buscó respuestas en las prácticas de Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (ASAC), evaluando su impacto en tres variedades de frijol negro en el municipio de Olopa, Chiquimula.

La Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (ASAC) representa la ambición de mejorar la integración de la capacidad de respuesta al cambio climático con la planificación de desarrollo agropecuario. ASAC se define como “la agricultura que de forma sostenible incrementa la productividad, mejora la resiliencia (adaptación), reduce/remueve gases de efecto invernadero (GEI) (mitigación), y permite el logro de la seguridad alimentaria y los objetivos de desarrollo nacionales” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] y Ministerio de Agricultura y Ganadería y Alimentación [MAGA], 2016) ASAC incluye técnicas tradicionales como coberturas del suelo, cultivos intercalados, agricultura de conservación y manejo de pasturas y del estiércol, así como prácticas, programas y políticas innovadoras, tales como variedades mejoradas, seguros contra riesgos y mejores predicciones climáticas. Una amplia adopción de ASAC puede crear paisajes sostenibles y servir de impulso hacia sistemas productivos sostenibles y adaptados al clima, pero lograr esto requiere la integración de ASAC a diferentes niveles desde la finca hasta la planificación nacional y regional (Ortega Fernández et al., 2017).

En países como Guatemala, ha sido promovida especialmente en zonas vulnerables como el Corredor Seco, bajo esquemas de investigación participativa como los Territorios Sostenibles Adaptados al Clima (TeSAC) y el enfoque de Servicios Integrados Participativos del Clima para la Agricultura (PICSA, por sus siglas en inglés) (Bonilla Findji et al., 2018; Dorward et al., 2017). Aunque su potencial es reconocido, aún falta evidencia concreta sobre su efecto en cultivos específicos, como el frijol, en condiciones locales reales.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la tecnología ASAC sobre el rendimiento y la eficiencia económica de tres variedades de frijol negro (ICTA Ligero, ICTA Chortí y Vaina Morada), en comunidades rurales del municipio de Olopa. Se buscó generar información que permita a los productores y tomadores de decisiones considerar esta tecnología como una alternativa viable y contextualizada para enfrentar los desafíos productivos del cambio climático.

Materialles y métodos

La investigación se llevó a cabo en el municipio de Olopa, Chiquimula, específicamente en las aldeas de La Prensa y Tituque. Estas fueron seleccionadas por representar zonas con alta dependencia del frijol y condiciones agroecológicas contrastantes.

Se utilizó un enfoque cuantitativo, análisis comparativo y diseño experimental. Se aplicó la metodología de parcelas pareadas para evaluar dos tecnologías de manejo: tradicional y ASAC (Agricultura Sostenible Adaptada al Clima).

En cada localidad se establecieron tres parcelas de 300 m², divididas en tres subparcelas de 100 m². En cada una se sembraron tres variedades de frijol negro: ICTA Ligero, ICTA Chortí y Vaina Morada.

Las parcelas bajo tecnología ASAC incorporaron prácticas como labranza de conservación, barreras muertas, lombricompost y, en algunos casos, zanjas al contorno. Las tradicionales siguieron el manejo convencional empleado por los agricultores.

La siembra se realizó con distancia de 0.30 m entre planta y 0.40 m entre surcos, utilizando tres semillas por postura. Se buscó uniformidad en la densidad de plantas por unidad de área. Para la fertilización, la tecnología ASAC recibió dos aplicaciones de lombricompost (4 kg cada una) por subparcela, sumando 8 kg en total. Las parcelas tradicionales recibieron 1.81 kg de fertilizante 16-8-12, aplicado al voleo en dos momentos.

El control de malezas fue manual en todas las parcelas. En cuanto al control de plagas y enfermedades, se aplicaron productos fitosanitarios similares para evitar sesgos entre tecnologías. La variable principal fue el rendimiento de grano seco, medido en kg/ha una vez alcanzado un 12 % de humedad. Esta variable permitió estimar la productividad neta de cada tratamiento. Los datos fueron analizados mediante la prueba t de Student para muestras independientes, con el fin de determinar diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Además, se calculó la relación beneficio/costo a partir del rendimiento, los costos de producción y el precio promedio de venta del frijol, estimado en Q17.60 por kilogramo.

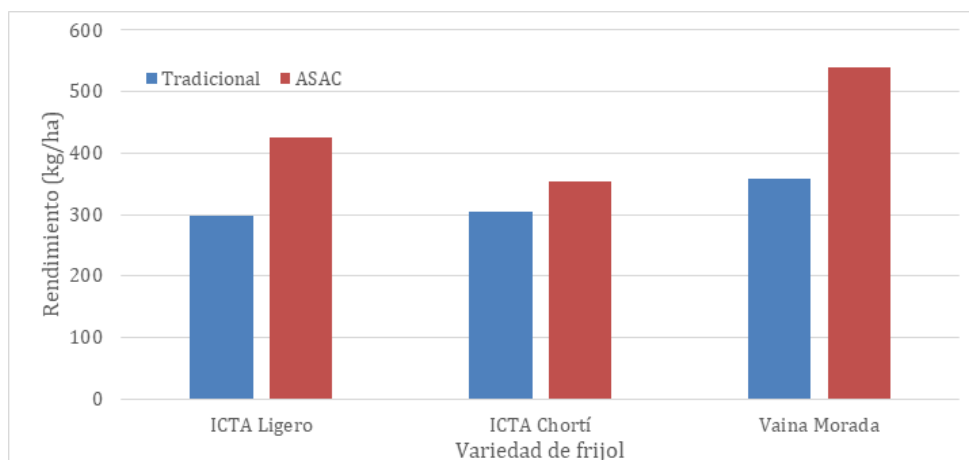
Resultados y discusión

Los resultados obtenidos en la presente investigación muestran que la aplicación de tecnología ASAC tuvo un impacto significativo sobre el rendimiento de grano de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) en las localidades evaluadas del municipio de Olopa, Chiquimula. Se evidenciaron diferencias marcadas tanto entre tecnologías como entre variedades, lo cual sugiere que el comportamiento agronómico está condicionado por la interacción entre el tipo de manejo y la genética de cada cultivar.

En la Figura 1 se comparan los rendimientos promedio alcanzados por cada variedad bajo ambas tecnologías. La variedad Vaina Morada mostró el mayor potencial productivo al alcanzar un promedio de 539.67 kg/ha con tecnología ASAC, superando no solo su propio desempeño en manejo tradicional (357.33 kg/ha), sino también al resto de variedades en ambos enfoques. ICTA Ligero también reflejó un aumento bajo ASAC, con 426.33 kg/ha frente a 297.33 kg/ha obtenido con manejo tradicional. En cambio, ICTA Chortí mantuvo un rendimiento similar en ambas condiciones, lo que podría estar relacionado con su menor respuesta ante condiciones de mejora agroecológica.

Figura 1

Rendimiento promedio de frijol por variedad y tecnología.



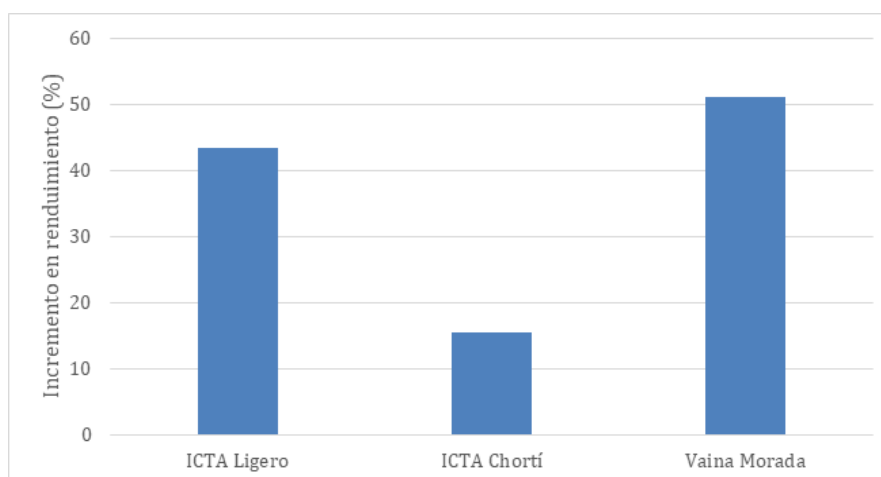
Nota. La tecnología ASAC incrementó de forma notoria el rendimiento en dos de las tres variedades evaluadas. Vaina Morada e ICTA Ligero mostraron respuestas positivas al uso de prácticas sostenibles, mientras que ICTA Chortí mantuvo un rendimiento constante, con o sin mejora en el manejo.

La prueba t de Student para muestras independientes arrojó una diferencia significativa entre tecnologías ($p = 0.0334$), confirmando que los efectos observados en el rendimiento no son producto del azar. En cuanto a las variedades, se identificó una diferencia estadísticamente significativa entre Vaina Morada y ICTA Chortí ($p = 0.0393$), lo cual refuerza la superioridad productiva de la primera en condiciones agroecológicas mejoradas.

Desde la perspectiva financiera, los resultados también son contundentes. La relación beneficio/costo fue de 1.19 para la tecnología ASAC y de apenas 0.71 para el manejo tradicional. En otras palabras, por cada quetzal invertido, las familias con ASAC obtuvieron una ganancia neta de Q 0.19, mientras que con la práctica convencional hubo una pérdida de Q 0.29.

Figura 2

Incremento porcentual en rendimiento de frijol con tecnologías ASAC



Nota. Vaina Morada mostró el mayor incremento relativo con un 51 %, seguida de ICTA Ligero con un 43 %. ICTA Chortí con un 15%, reflejando baja respuesta al enfoque agroecológico.

Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Thornton y Herrero (2015), quienes concluyen que la agricultura climáticamente inteligente puede aumentar la productividad y la resiliencia de los sistemas agrícolas de pequeña escala mediante prácticas locales sostenibles y de bajo costo, fortaleciendo tanto la seguridad alimentaria como la adaptación al cambio climático. Así mismo, Karwani et al. (2024) documentaron que el uso de insumos orgánicos mejora la eficiencia del agua y la disponibilidad de nutrientes, factores críticos en ambientes secos como el Corredor Seco.

En conjunto, los datos indican que la implementación del sistema ASAC mejora significativamente la productividad del frijol en condiciones de clima variable, al tiempo que incrementa la rentabilidad económica de las parcelas y fortalece la resiliencia agroecológica de los sistemas productivos. Esta tecnología representa una alternativa viable para pequeños productores frente a los desafíos del Corredor Seco, al reducir la vulnerabilidad climática y promover un uso más eficiente de los recursos locales.

Las respuestas observadas también se pueden analizar desde una perspectiva varietal más profunda. Por ejemplo, Vaina Morada, de hábito de crecimiento indeterminado, parece beneficiarse de la mayor retención de humedad y la estructura del suelo mejorada con prácticas como el uso de cobertura vegetal y lombricompost. Esto concuerda con Polania et al. (2016), quienes indican que este tipo de variedades presentan mejor comportamiento agronómico bajo condiciones de manejo agroecológico.

Por su parte, ICTA Chortí no mostró cambios significativos entre tecnologías, lo cual puede deberse a su menor plasticidad morfofisiológica, o a que ya posee una adaptación genética más estable, como lo sugieren Altieri et al. (2018) y Vignola et al. (2022).

Además, las condiciones ambientales observadas en las parcelas de La Prensa y Tituque, precipitaciones irregulares, suelos con baja materia orgánica y alta exposición al estrés hídrico,

dan mayor valor al enfoque ASAC, que combinó prácticas de conservación de agua, rotación, y uso de bioinsumos locales. Según Harvey et al. (2018), esta combinación técnica-social fortalece la autonomía y resiliencia productiva de las comunidades rurales.

Finalmente, el enfoque participativo en la planificación de la siembra, propio del modelo ASAC y basado en análisis climático, aportó ventajas estratégicas que no pueden ser ignoradas. Hallegatte y Engle (2019) señalan que el acceso a servicios climáticos integrados mejora no solo el rendimiento, sino también la toma de decisiones a nivel familiar.

Conclusión

Los resultados del presente estudio confirman que la tecnología de Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (ASAC) mejora significativamente el rendimiento del frijol negro en condiciones propias del Corredor Seco guatemalteco. Las variedades Vaina Morada e ICTA Ligero mostraron incrementos productivos notables bajo manejo de la tecnología ASAC, lo que evidencia una interacción positiva entre las prácticas sostenibles y la genética del cultivo.

Desde el punto de vista económico, el sistema ASAC también demostró ser más eficiente. La relación beneficio/costo favorable en este manejo sugiere que no solo se trata de producir más, sino de hacerlo de forma rentable, reduciendo la dependencia de insumos costosos y fortaleciendo la resiliencia de los pequeños productores.

Más allá de los números, esta investigación aporta evidencia concreta sobre el potencial de tecnologías adaptadas al clima en comunidades rurales. En un contexto de cambio climático, migración y pobreza estructural, estas prácticas representan una opción viable para sostener la agricultura campesina con enfoque agroecológico y territorial.

Referencias

- Cachicanoy, V., Byron Reyes, B., y Wiegel, J. (2024). Perspectivas sobre el frijol común en Guatemala: tendencias en la producción, distribución y consumo. <https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreams/60f64eb4-a93f-4a41-91dc-9ef36e18b172/content>
- Altieri, M. A., Farrell, J. G., Hecht, S. B., Liebman, M., Magdoff, F., Murphy, B., Norgaard, R. B., y Sikor, T. O. (2018). *Agroecology: the science of sustainable agriculture* (Second). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429495465>
- Bonilla Findji, O., Álvarez Toro, P., Martínez Baron, D., Ortega, L. A., Paz, L., Suchini, J. G., Castellanos, A., y Martínez, J. D. (2018). Latin America Climate- Smart Villages AR4D sites: 2017 inventory. <https://cgspace.cgiar.org/items/4b19d658-34a9-45df-b9b3-3303b330f708>
- Dorward, P., Clarkson, G., y Stern Roger. (2017). Servicios Integrados Participativos de Clima para la agricultura (PICSA): Manual de campo. https://research.reading.ac.uk/picsa/wp-content/uploads/sites/76/Manuals-Resources/PICSA_Manual_Spanish.pdf
- Hallegatte, S., y Engle, N. L. (2019). The search for the perfect indicator: Reflections on monitoring and evaluation of resilience for improved climate risk management. *Climate Risk Management*, 23, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2018.12.001>

- Harvey, C. A., Saborio Rodríguez, M., Martínez Rodríguez, M. R., Viguera, B., Chain Guadarrama, A., Vignola, R., y Alpizar, F. (2018). Climate change impacts and adaptation among smallholder farmers in Central America. *Agriculture & Food Security*, 7(1), 57. <https://doi.org/10.1186/s40066-018-0209-x>
- Karwani, G. M., Mashamba, L. P., Akida, M., y Teshale, M. (2024). Climate smart agriculture in Sub-Saharan Africa: Review of the potentials for maize and common beans smallholder farmers in semi-arid areas. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 25(2), 1-19. <https://www.innspub.net/wp-content/uploads/2024/08/IJAAR-V25-No2-p1-19.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], y Ministerio de Agricultura y Ganadería y Alimentación [MAGA]. (2016). Guía técnica del extensionista rural. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/FAO-countries/Guatemala/Publicaciones/Guia_del_Extensionista_Rural_version%CC%81n_web_050717.pdf
- Ortega Fernández, L. A., Paz, L. P., Giraldo, D., y Cadena, M. (2017). Implementación de Servicios Integrados Participativos de Clima para la Agricultura (PICSA) en el TESAC - Cauca. <https://hdl.handle.net/10568/93424>
- Polania, J. A., Poschenrieder, C., Beebe, S., y Rao, I. M. (2016). Effective Use of Water and Increased Dry Matter Partitioned to Grain Contribute to Yield of Common Bean Improved for Drought Resistance. *Frontiers in Plant Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00660>
- Thornton, P. K., y Herrero, M. (2015). Adapting to climate change in the mixed crop and livestock farming systems in sub-Saharan Africa. *Nature Climate Change*, 5(9), 830-836. <https://doi.org/10.1038/nclimate2754>
- Vignola, R., Esquivel, M. J., Harvey, C., Rapidel, B., Bautista Solis, P., Alpizar, F., Donatti, C., y Avelino, J. (2022). Ecosystem-Based practices for smallholders' adaptation to climate extremes: evidence of benefits and knowledge gaps in Latin America. *Agronomy*, 12(10), 2535. <https://doi.org/10.3390/agronomy12102535>

Agradecimientos

La presente investigación fue posible gracias al apoyo financiero del Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (IFAD), en el marco del proyecto INNOVA-AF, liderado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y ejecutado por la Asociación Regional Campesina Ch'orti' (ASORECH), con el acompañamiento del Programa de Investigación del Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS), así como de Ayuda en Acción y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). Finalmente, se extiende un profundo agradecimiento a las familias agricultoras de las comunidades de La Prensa y Tituque, del municipio de Olopa, Chiquimula, por su colaboración desinteresada y por permitir que la evaluación de la tecnología ASAC se realizara en sus parcelas.

Este artículo deriva del trabajo de tesis de grado del autor, desarrollado como parte de su formación como Ingeniero Agrónomo en el CUNORI-USAC, bajo la asesoría académica del segundo autor.

Sobre los autores

Vinicio Arnoldo Guerra Martínez

Estudiante de la maestría en Producción y Alimentación Resiliente, con énfasis en Seguridad Alimentaria y Nutricional y a nivel de licenciatura graduado como Ingeniero Agrónomo, todos los estudios realizados en el Centro Universitario de Oriente de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Servio Darío Villela Morataya

Estudiante del doctorado en Investigación en Educación, con maestría en Desarrollo Rural y Cambio Climático y a nivel de licenciatura graduado como Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción, todo realizado en el Centro Universitario de Oriente de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Me he desempeñado desde el 2015 como investigador del Programa de Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria del IICA y desde el 2019 como coordinador de la Cadena de Maíz en el Oriente, ejecutando hasta la fecha un total de 5 investigaciones: Productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Presencia de micotoxinas en maíz producido y consumido por familias del área rural de la región chortí de Chiquimula, Potencial de rendimiento de 5 variedades de maíz en la región oriente de Guatemala, Validación de densidades de siembra en el corredor seco del oriente de Guatemala, fertilización química-orgánica en combinación con 2 niveles de n-p-k en la producción de maíz en tres localidades del departamento de Chiquimula.

Financiamiento de la investigación

Esta investigación fue realizada con recursos propios.

Declaración de intereses

Por este medio declaro no tener ningún conflicto de intereses, que puedan haber influido en los resultados obtenidos o las interpretaciones propuestas.

Declaración de consentimiento informado

Declaro que el estudio se realizó respetando el Código de ética y buenas prácticas editoriales de publicación.

Derechos de autor

Copyright© 2025. **Vinicio Arnoldo Guerra Martínez**
y **Servio Darío Villela Morataya**

Este texto está protegido por la
[Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).



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: 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 de licencia](#) - [Texto completo de la licencia](#)