



REVISTA

CÁTEDRA

Estudio de pertinencia y prospectivo del profesional químico en el escenario nacional, regional y mundo actual

Relevance and prospective study of the chemical professional in the national, regional and current world scenario

Dennys Almachi-Villalba

Universidad Central del Ecuador, Quito 170521, Ecuador
Facultad de Ciencias Químicas
dpalmachi@uce.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6316-0314>

Myrian Yépez-Padilla

Universidad Central del Ecuador, Quito 170521, Ecuador
Facultad de Ciencias Químicas
mmyepez@uce.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9339-3813>

Elithsine Espinel-Armas

Universidad Central del Ecuador, Quito 170521, Ecuador
Facultad de Ciencias Químicas
eespinel@uce.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-5800-7035>

Christian Alcívar-León

Universidad Central del Ecuador, Quito 170521, Ecuador
Facultad de Ciencias Químicas
cdalcivar@uce.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6987-3107>

(Recibido: 06/02/2024; Aceptado: 15/03/2024; Versión final recibida: 15/06/2024)

Cita del artículo: Almachi-Villalba, D., Yépez-Padilla, M. Espinel-Armas, E. y Alcívar-León, C. (2024). Estudio de pertinencia y prospectivo del profesional químico en el escenario nacional, regional y mundo actual. *Revista Cátedra*, 7(2), 41-62.



[Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo destacar la importancia de los profesionales químicos a nivel nacional, regional y global; para esto, se realizó una revisión sistemática para evidenciar las capacidades de los profesionales químicos que están estrechamente vinculados a normativas señaladas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), Codex Alimentarius, entre otras que rigen las operaciones de empresas para investigar y desarrollar productos de diversos sectores económicos con calidad. Respecto a la vinculación de los profesionales químicos en un contexto global, la revisión bibliográfica permitió alinear el perfil del profesional químico con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), proporcionando la base para el diseño curricular o contenidos de formación profesional. Por otra parte, se realizaron encuestas a representantes de empresas del sector industrial afines a la química para consultar actividades de producción más limpia en el marco de los ODS, donde el reciclaje de residuos destacó con un 30.43%. Para profundizar en las respuestas se realizaron grupos focales, donde los representantes de empresas expresaron un claro interés en estrechar lazos con las instituciones académicas para acceder a conocimientos actualizados, capacitación continua y asesoramiento. Además, resaltaron la necesidad de que los profesionales químicos posean habilidades de liderazgo, trabajo en equipo y comunicación efectiva. Estos hallazgos evidencian la necesidad de fortalecer la colaboración entre industria y academia para mejorar la implementación de prácticas sostenibles en las empresas donde los profesionales químicos tienen un rol relevante en la resolución de desafíos ambientales y en la promoción de prácticas sostenibles en diversos sectores económicos.

Palabras clave

Diseño curricular, estudio de pertinencia, Objetivos Desarrollo Sostenible, profesionales químicos.

Abstract

This research aimed to highlight the importance of chemical professionals at national, regional and global levels; for this, a systematic review was conducted to demonstrate the capabilities of chemical professionals who are closely linked to regulations set by the Ecuadorian Institute of Standardization (INEN), Codex Alimentarius, among others that govern the operations of companies to research and develop products of various economic sectors with quality. Regarding the linkage of chemical professionals in a global context, the literature review made it possible to align the profile of the chemical professional with the Sustainable Development Goals (SDGs), providing the basis for curriculum design or professional training content. On the other hand, surveys were conducted to representatives of companies in the industrial sector related to chemistry to consult cleaner production activities in the framework of the SDGs, where waste recycling stood out with 30.43%. To deepen the responses, focus groups were conducted, where company representatives expressed a clear interest in closer ties with academic institutions to access updated knowledge, continuous training and advice. In addition, they highlighted the need for chemical professionals to possess leadership, teamwork and effective communication skills. These findings show the need to strengthen collaboration between industry and academia to improve the implementation of sustainable practices in companies where chemical professionals have a relevant role in solving environmental challenges and promoting sustainable practices in various economic sectors.



[Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Keywords

Curriculum design, relevance study, Sustainable Development Goals, chemical professionals.

1. Introducción

La educación superior denota una importante responsabilidad frente a los desafíos emergentes como el cambio climático, la globalización y la tecnología que presenta la sociedad. El problema en la educación superior en cuanto a la formación profesional relevante para las necesidades sociales radica en una desconexión entre el currículo académico y las demandas cambiantes de la sociedad. Por eso, la pertinencia de las carreras debe revisarse y actualizarse de manera permanente, y así garantizar que los programas académicos estén alineados con la realidad y que se ejecuten en torno a teorías y modelos pedagógicos pertinentes a la realidad y ámbito social.

El análisis sobre el rol del profesional químico en el contexto actual toma en cuenta documentos macro rectores como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), Constitución de la República del Ecuador, Plan Nacional de Desarrollo para el Nuevo Ecuador 2024-2025, entre otros. En el contexto local, se considera el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2019-2023 de la Prefectura de Pichincha, zona de influencia geográfica por la ubicación de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador. El 25 de septiembre de 2015, líderes mundiales acordaron los “Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS) que deben alcanzarse hasta el 2030, estos objetivos globales están directamente vinculados a erradicar la pobreza, proteger al planeta y asegurar la prosperidad de todos” (ONU, 2023, p. 21). En este sentido, “la investigación científica e inversión en nuevas tecnologías, en sectores industriales estratégicos generan un ambiente de competitividad, desarrollo económico sostenible que fomenta la erradicación de la pobreza” (Haro-Sarango et al., 2023, p. 12). Además, el profesional químico puede promover la innovación y la implementación de tecnologías sostenibles, como la producción limpia, el reciclaje de materiales y la gestión eficiente de recursos, y la implementación de prácticas respetuosas con el ambiente en diversos sectores industriales.

Particularmente, al analizar los ODS en concordancia con las principales industrias del país, donde tendría influencia el profesional químico, su aporte se vincula a sectores como el Agroindustrial (Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca), explotación de minas y canteras e industrias manufactureras, y por tanto, de manera directa con el crecimiento económico (ODS8), que paralelamente se correlaciona con los ODS como fin de la pobreza (ODS1), hambre cero (ODS2), industria – innovación e infraestructura (ODS9).

El profesional químico juega un papel esencial en la protección del planeta, específicamente en áreas críticas como el agua limpia y saneamiento (ODS6), donde su experiencia en tratamiento de aguas residuales y potabilización del agua contribuye a garantizar el acceso a agua potable segura para las comunidades. En lo que respecta a la acción por el clima (ODS13), los químicos trabajan en el desarrollo de tecnologías de energía renovable y en la reducción de emisiones, abordando así los desafíos del cambio climático. Además, en el ámbito de la energía asequible y no contaminante (ODS7), los profesionales químicos están involucrados en la investigación y aplicación de métodos para producir energía de manera sostenible y eficiente. En la preservación de la vida submarina y de los ecosistemas terrestres (ODS14 y ODS15), los químicos juegan un papel fundamental en la gestión de la contaminación, el desarrollo de materiales biodegradables y la conservación de la



[Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

biodiversidad, contribuyendo a proteger la vida en los océanos y en tierra firme (ONU, 2023).

Por tanto, el objetivo de esta investigación se centra en destacar la importancia de los profesionales químicos a nivel nacional, regional y global en función de los requerimientos del sector empleador.

En cuanto al contenido del manuscrito se presentan los procedimientos metodológicos aplicados para cumplir con el propósito de la investigación, a continuación, se detallan los principales resultados de los grupos focales y de la encuesta aplicada a representantes del sector industrial de incidencia del profesional químico y posibles nichos laborales, para finalmente establecer las conclusiones del estudio.

2. Metodología

2.1 Enfoque

El estudio se alinea con los supuestos teóricos que rigen al paradigma sociocrítico, según la articulación de datos cualitativos y cuantitativos, para interpretar mejor el contexto y requerimientos sobre el profesional químico en el escenario local y nacional actuales. El nivel de investigación es descriptivo- transversal.

Se partió del análisis bibliográfico de elementos normativos y reglamentarios pertinentes, como la declaración de ODS, Constitución de la República del Ecuador, Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2019-2023 de la Prefectura de Pichincha, Plan de Desarrollo para el Nuevo Ecuador 2024-2025 entre otros, para determinar las brechas o dilemas de la profesión que requieren abordar desde la educación superior y aclarar los núcleos estructurantes para la formación del profesional de la química y concluir con la pertinencia de la Carrera de Química.

Sobre estos resultados, se complementó con la aplicación de cuestionarios sobre los desafíos para la formación pertinente y adecuada frente a las necesidades del sector empleador. El cuestionario fue estructurado de acuerdo con las variables de estudio: sector industrial frente a los objetivos de desarrollo sostenible y rol del profesional químico, estas variables se derivaron en dimensiones y sus correspondientes indicadores que pautaron el contenido del instrumento de recolección de datos. Una vez estructurado, el cuestionario fue validado por el juicio de tres expertos que revisaron y observaron sobre la correspondencia del instrumento de recolección de datos con el objetivo, variables y dimensiones de investigación, así como el uso adecuado del lenguaje y escala de respuestas.

Posteriormente se realizaron grupos focales, en los que se obtuvieron criterios de los representantes de la industria nacional sobre el papel actual y esperado del profesional químico. Estos elementos permitieron el análisis o diagnóstico situacional en torno a la potencial participación del profesional químico en función de las tensiones o requerimientos sociales determinados en la normativa vigente y planteamientos realizados por el sector empresarial ligado al ámbito laboral del químico.

2.2 Muestra

La muestra estuvo constituida por representantes de la industria nacional vinculada al ámbito de la Química. El muestreo fue no probabilístico de carácter intencional, ya que, se dirigió a personas vinculadas al ámbito industrial químico, quienes podían dar mejor criterio sobre los requerimientos del sector y quienes manifestaron su consentimiento informado para participar. En primera instancia, para aplicar un cuestionario mediante la



[Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

plataforma Microsoft Forms, se convocó mediante correo electrónico y mensaje directo a representantes del sector industrial de las áreas afines a la química en la ciudad de Quito, con la colaboración de la Cámara de Comercio de Quito y el Colegio de Químicos del Ecuador. Donde, 51 personas decidieron participar de manera voluntaria.

Posteriormente, para profundizar en las respuestas proporcionadas, con un análisis cualitativo, se invitó a los 51 encuestados por correo electrónico y mensaje directo a participar en un grupo focal, de los cuales 17 personas aceptaron contribuir de manera anónima.

2.3 Procesamiento de datos

Para establecer el contenido del cuestionario, las variables del estudio se operacionalizaron de acuerdo con las instrucciones del Cuadro 1.

Variable	Dimensiones	Indicadores
Sector industrial frente a los objetivos de desarrollo sostenible pertinente	Desafíos	Grado de implementación de procesos de producción más limpia en la empresa
	Alianzas con universidades	Grado de interés en recibir capacitación por parte de las universidades
	Habilidades del profesional químico	Nivel de habilidades demandadas por el sector industrial

Cuadro 1. Matriz de operacionalización de variables

Las respuestas del cuestionario se tabularon, organizaron, filtraron y presentaron con gráficos para obtener una información ordenada y comprensible. El tratamiento estadístico de los resultados se abordó mediante el uso de herramientas de estadística descriptiva (gráficos de barras y pasteles). Se establecieron frecuencias relativas correspondientes a las opciones de respuesta de las preguntas que formaron parte de los cuestionarios. Además, se ha establecido una serie de filtros para fijar contextos en la obtención de frecuencias y gráficos más específicos para una determinada variable (pregunta de cuestionario).

Los gráficos fueron obtenidos con la ayuda del software Power BI Desktop que es una aplicación gratuita de Microsoft y tiene el objetivo de centralizar grandes volúmenes de datos para elaborar gráficos de impacto que ayuden a la toma de decisiones. En lo que respecta al análisis cualitativo, el grupo focal se realizó en dos fechas diferentes, en 2023, a través de la plataforma Zoom, donde se generaron los grupos dependiendo del área en la que se desempeñaban laboralmente los participantes; alimentos y bebidas de consumo humano, alimentos y suministros para consumo animal, construcción y/o metalúrgica, plásticos, cueros y textiles, agroquímicos y ambiental. Grupos que a su vez estuvieron liderados por profesionales afines a cada área. Posteriormente, se efectuaron preguntas abiertas validadas por expertos relacionadas con el ámbito y esferas de actuación del profesional químico.

Las preguntas del grupo focal surgieron de la matriz de categorización, las cuales sirvieron de base para realizar la entrevista semiestructurada con las siguientes categorías:

- Interés de recibir capacitación por parte de la Universidad Central del Ecuador.
- Interés por resolver problemáticas presentadas por empresas.
- Alternativas de producción más limpia en los sitios de trabajo.



[Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Los resultados obtenidos se transcribieron y se procedió a analizarlos determinando puntos coincidentes y divergentes., lo cual permitió un análisis más holístico sobre la importancia del rol del Químico en el escenario industrial.

3. Resultados y discusiones

Los resultados son presentados sobre la base de los tres procedimientos metodológicos seguidos:

1. Revisión bibliográfica de normativa y base legal para establecer la pertinencia del profesional en función de estas.
2. Resultados del cuestionario
3. Resultados de grupos focales

3.1 Aportes del profesional químico en el escenario nacional, regional y mundo actual

En el Cuadro 2 se observa el aporte de los profesionales químicos en tres importantes sectores productivos de América Latina y el Caribe, por ejemplo, con sus conocimientos científicos en química instrumental se determina la calidad del suelo, fomentando la productividad del sector agrícola y ganadero, por lo tanto, los profesionales químicos pueden contribuir en los ODS 1 (Fin de la pobreza), ODS 2 (Hambre cero).

Más de 700 millones de personas en el mundo viven en pobreza extrema, donde sus principales causas son: el desempleo, la exclusión social y la alta vulnerabilidad de algunas poblaciones a los desastres, enfermedades y otros fenómenos que les impiden ser productivas (ONU, 2023, párr. 10).

Los profesionales químicos contribuyen con la erradicación de la pobreza (ODS 1), porque, a través de sus conocimientos científicos permiten el desarrollo industrial (ODS 9) provocando un crecimiento económico y la generación de empleo (ODS 8). Para ilustrar lo antes mencionado en el cuadro 2, se destaca la importancia de parámetros químicos para determinar la calidad de productos manufacturados como, por ejemplo, las harinas. El sector manufacturero tiene un mayor porcentaje de tasa de crecimiento anual (8.6) con respecto a los otros sectores productivos, esto se debe principalmente a la innovación y desarrollo de nuevos productos (ODS 9), en donde, los profesionales químicos pueden aportar con sus conocimientos. Además, al fortalecer el desarrollo industrial se genera un crecimiento económico (ODS 8) que da como resultado la generación de empleo y la disminución de la pobreza (ODS 1).



[Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Sector productivo	Millones de dólares	Tasa de crecimiento anual (Porcentaje)	Rol del profesional químico
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	259 972.2	1.5	AGRICULTURA: La NTE INEN-ISO 10382. Indica que la calidad del suelo se determina a través de la cuantificación de pesticidas organoclorados y bifenoles de policloruros por cromatografía de gases con detección de captura electrónica (INEN, 20114)
Explotación de minas y canteras	190 449.0	4.4	El elemento químico indispensable para la producción de baterías es el litio, en dónde América Latina concentra el 52% de las reservas mundiales, localizadas en Chile (41%) y Argentina (10%) (CEPAL, 2023b).
Industrias manufactureras	678 046.5	8.6	El Codex Alimentarius establece que las harinas de yuca comestibles deben cumplir con varios parámetros calidad como: fibra bruta (máx. 2,0%), ceniza (máx. 3,0%), aditivos alimentarios y determinado tamaño de partícula si se considera harina fina o gruesa (CODEX ALIMENTARIUS, 2019).

Cuadro 2 Rol del profesional químico en los diversos sectores productivos de América Latina (ONU, 2022)

Por otra parte, se ha considerado al litio como un importante recurso de América Latina, sin embargo, para su extracción se requiere abundante agua; por lo tanto, los profesionales químicos pueden aportar con conocimientos científicos para desarrollar investigaciones enfocadas a una economía circular en el sector minero, como ya lo realizó la CEPAL en su taller de expertos “De la minería tradicional a la minería sostenible: un enfoque integral” (CEPAL, 2023a). En este contexto, la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU) reporta que en abril de 2023 hubo un 4.0% de desempleo en el Ecuador (INEN, 2023). En este aspecto, la carrera de química tendría un aporte significativo porque en los objetivos y contenidos de las asignaturas se busca formar profesionales con conocimientos para implementar nuevas empresas dentro del área Química; lo que resulta en incremento y fomento de empleo.

Una alternativa similar, se menciona en el objetivo 5 del eje económico del Plan de Desarrollo para el Nuevo Ecuador 2024-2025, que consiste en fomentar de manera sustentable la producción, mejorando los niveles de productividad que permitan la reducción del desempleo y mejorar la calidad de vida de los ecuatorianos (SENPLADES, 2024).



[Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Considerando el nivel local; según resultados del Banco Central del Ecuador, la pobreza en la provincia de Pichincha para el año 2019 fue del 13% (Pichincha, 2019). En el Cuadro 3 se evidencia el rol de los profesionales químicos para el desarrollo de diferentes actividades económicas, que contribuirían a los objetivos de desarrollo sostenible, estas son: alimentos, metalurgia, productos químicos, plásticos, textiles y cueros.

Actividad económica	Miles de dólares	Rol del químico
Procesamiento y conservación de carne	754.085	Para preservar la salud de los consumidores, los productos cárnicos no deben contener residuos de plaguicidas o sus metabolitos y residuos de medicamentos veterinarios; por ejemplo, el límite máximo de bencilpenicilina en la carne de vaca es 50ug/Kg (CODEX ALIMENTARIUS, 2021a). Para la cuantificación de estos residuos se requieren de métodos instrumentales que los pueden realizar los profesionales químicos. Además, los profesionales químicos pueden realizar investigaciones para el desarrollo de nuevos métodos que sean económicos y amigables con el medio ambiente, por ejemplo, biosensores (Prado et al., 2015)
Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal	452.762	El Codex Alimentarius establece los límites máximos de hierro y cobre en diferentes tipos de aceites, a través del método de absorción atómica en horno de grafico (CODEX ALIMENTARIUS, 2021b). Este método lo pueden realizar únicamente profesionales químicos.
Elaboración de productos lácteos	583.883	La normativa NTE INEN-ISO 1740:2013, detalla el procedimiento para determinar la acidez de la grasa de la leche y sus derivados, a través de una titulación con hidróxido de Tetra-n-butilamonio (INEN, 2013c)
Elaboración de productos de la mollienda, panadería y fideos	906.885	La normativa NTE INEN-ISO 20483:2013 indica el procedimiento Kjeldahl para determinar el contenido de nitrógeno y proteína bruta en cereales y leguminosas. Para el desarrollo de estos procedimientos se requieren profesionales con amplios conocimientos en química analítica y seguridad industrial. (INEN, 2013b)
Elaboración de azúcar	4.616	El Códex Alimentarius ha determinado varios parámetros fisicoquímicos para determinar la calidad del azúcar; por ejemplo, conductividad, inversión por luz polarizada, pH, color. Además de parámetros que implican cuantificación de almidón (CODEX ALIMENTARIUS, 2022)
Elaboración de cacao, chocolate y productos de confitería	653.985	El Codex Alimentarius determina los métodos analíticos para la cuantificación de manteca de cacao, extracto seco magro del cacao y la leche (CODEX ALIMENTARIUS, 2016).
Elaboración de otros	554.304	El Codex Alimentarius indica que el valor nutricional de un alimento se debe reportar en la etiqueta, cantidad de energía, proteínas, carbohidratos, grasa, nutrientes



[Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

productos alimenticios		específicos por 100 gramos de alimento; resultado que se obtiene a través de ensayos bromatológicos (CODEX ALIMENTARIUS, 2009).
Elaboración de bebidas y producto de tabaco	666.559	La NTE INEN 1081:1984, indica que la cuantificación de cafeína en bebidas gaseosas se lo realiza a través del método espectrofotométrico (INEN, 2013a).
Fabricación de productos textiles, prendas de vestir; fabricación de cuero y artículos de cuero	897.620	La Norma NTE INEN-ISO 17234-1 prohíbe el uso de ciertos colorantes azoicos que al degradarse forman aminas tóxicas (INEN, 2014d). Por lo tanto, para precautelar la vida humana y ambiental, se requieren profesionales químicos.
Fabricación de papel y productos de papel	287.445	La NTE INEN-ISO 11480, indica que la determinación del cloro total y el cloro unido a compuestos orgánicos en papel o cartón, se lo realiza a través de la microcoulombimetría (INEN, 2014g)
Fabricación de sustancias y productos químicos	917.120	El Reglamento para el Control y Administración de Sustancias Catalogadas Sujetas a Fiscalización establece en el artículo 51 que <i>“las diluciones acuosas de ácidos, bases y oxidantes, en concentraciones menores o iguales a 6 Normal (6N) deberán ser descritas en las etiquetas de los envases y no serán controladas”</i> (REGISTRO OFICIAL, 2020).
Fabricación de productos del caucho y plástico	490.121	La Norma NTE INEN-ISO 1269 indica que las materias volátiles (incluida el agua) en materiales plásticos, resinas y homopolímeros, se determinan por gravimetría (INEN, 2014f)
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	231.962	La NTE INEN-ISO 10545-15, indica que la determinación de la emisión de plomo y cadmio en baldosas cerámicas esmaltadas, se realiza por espectrofotometría de absorción atómica (INEN, 2014a).
Fabricación de metales comunes y de productos derivados del metal	1.238.246	La Norma NTE INEN 2 492:2009, indica que las láminas de acero de alta resistencia se logran a través de microaleaciones con elementos como el niobio, titanio y molibdeno (INEN, 2009). La Norma NTE INEN-ISO 15096 establece que el método para la cuantificación de plata en joyas es espectroscopía de emisión óptica por plasma acoplado inductivamente (INEN, 2014e)
Explotación de minas y canteras	133.718	El Reglamento Ambiental de actividades mineras; establece en su disposición segunda <i>“Los análisis físico-químicos, de metales pesados, bacteriológicos y biológicos de laboratorio que son requeridos para cumplir con las disposiciones de este reglamento, tanto</i>



[Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

en los estudios de impacto ambiental como en las labores de monitoreo, control y seguimiento ambiental, serán realizados únicamente por laboratorios acreditados ante el Organismo de Acreditación Ecuatoriano (OAE)”
(REGISTRO OFICIAL, 2011).

Cuadro 3 Rol del profesional químico en los diversos sectores productivos de la Provincia de Pichincha. (BCE, 2020)

El 8.9% de la población mundial padece hambre (690 millones de personas) debido a los conflictos causados por seres humanos, cambio climático y recesiones económicas, para lo cual se ha establecido como meta:

Para 2030, poner fin al hambre y asegurar el acceso de todas las personas, en particular los pobres y las personas en situaciones vulnerables, incluidos los lactantes, a una alimentación sana, nutritiva y suficiente durante todo el año (ONU, 2023, párr. 1).

Para el desarrollo de todo tipo de alimentos y en especial los alimentos nutritivos se requiere de un grupo de profesionales multidisciplinario; en el cual los profesionales químicos determinan la calidad de los alimentos a través de la cuantificación de diferentes parámetros químicos que establecen las normas de Codex Alimentarius; además, los profesionales químicos disponen de los conocimientos para innovar y desarrollar alimentos funcionales (ODS 9). Según Bhattarai et al. la adulteración de los alimentos consiste en la eliminación de nutrientes de los alimentos, adición de sustancias peligrosas y contaminación con agentes microbianos; que disminuyen la calidad del alimento, provocando diferentes enfermedades en los consumidores. Por lo tanto, para el desarrollo del ODS 2 (Hambre cero) es necesario el desarrollo de técnicas analíticas que permitan detectar peligros alimentarios (Bhattarai et al., 2022).

Las Naciones Unidas indican que el 13% de alimentos se pierden en la cosecha, el transporte, almacenamiento y procesamiento. Por tanto, es necesario innovar en nuevas tecnologías (ODS 9) para evitar el desperdicio de alimentos, como, por ejemplo, el secado por ultrasonido que aumenta la vida útil de las frutas y de esa forma podrá llegar a lugares lejanos evitando la pérdida de productos; además, el secado de frutas facilita y abarata los costos de transporte por tener un menor peso en comparación con la fruta fresca (Fernandes y Rodrigues, 2023). Los profesionales químicos cuentan altas capacidades para desarrollar investigaciones en la búsqueda que nuevas tecnologías en el secado de alimentos.

Por otra parte, la producción agrícola a nivel mundial supera los 3 mil millones de toneladas, que requieren 187 millones de toneladas de fertilizantes. Sin embargo, más del 50% de NPK (Nitrógeno, fósforo, potasio) se pierde mediante lixiviación, fotodegradación, hidrólisis química y degradación microbiana, generando problemas económicos y ambientales. Por tanto, es necesario buscar nuevas tecnologías (ODS 9) que favorezcan la absorción de nutrientes como los nanofertilizantes, que han demostrado un aumento en la producción agrícola del 30% en comparación con los fertilizantes convencionales (Rahman et al., 2021). Para el desarrollo de esta agricultura moderna como lo es el uso de nanofertilizantes, se requieren de profesionales químicos que disponen de conocimientos y habilidades para estudiar y manipular la materia a escala atómica. De ahí que: “la industria en general juega un importante papel en el desarrollo de la economía del mundo. De otro lado es el mayor



[Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

consumidor de recursos naturales y unos de los mayores contaminantes globales (Montes-Valencia, 2015, p. 75).

La CEPAL indica que guerra entre Rusia y Ucrania ha aumentado el precio de fertilizantes y ha dificultado la importación de éstos hacia a América Latina y el Caribe; debido a que Rusia es el mayor exportador mundial de fertilizantes nitrogenados, el segundo proveedor de potasio y el tercer exportador de fertilizantes fosfatados (CEPAL, 2022). Por lo tanto, se requieren de profesionales químicos con la capacidad para aumentar la producción regional y el desarrollo de nuevas tecnologías como los nanofertilizantes.

Considerando el ODS 3 (Salud y bienestar) la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria establece como séptimo requisito para la obtención del registro sanitario de medicamentos: Descripción de métodos analíticos para la cuantificación de principios activos (ARCSA, 2022); actividad que requiere específicamente profesionales químicos con conocimientos en la validación de métodos analíticos para garantizar la calidad de los productos farmacéuticos.

De manera similar, los profesionales químicos, al tener conocimientos de síntesis moléculas orgánicas e inorgánicas, desarrollo de nuevos materiales a granel y nanotecnológicas; pueden aportar de manera significativa en la investigación y desarrollo de productos farmacéuticos innovadores.

3.2 Aportes del profesional químico en sector ambiental

El “profesional químico tiene un grado de influencia relevante para la detección y cuantificación de contaminantes en los diversos ecosistemas, el acceso a agua limpia y el desarrollo de nuevos materiales para asegurar una energía asequible y no contaminante” (Martínez et al., 2023, p. 21). Con respecto al ODS 13 (Acción por el clima) el Plan de Desarrollo vigente para el Nuevo Ecuador 2024-2025 plantea promover modelos circulares que contribuyan a la reducción de la contaminación de los recursos naturales e hídricos (SENPLADES, 2024). La implementación de estos modelos sostenibles sería posible con profesionales químicos que tienen conocimientos para transformar la materia, es decir, a partir de un residuo, generar productos innovadores para su reutilización. Para ello, el enfoque educativo no debe limitarse a la transmisión de conocimientos técnicos sobre sostenibilidad y química, sino que también deberá fomentar conciencia crítica en los profesionales, de tal manera que cuestionen y transforme las estructuras existentes que perpetúan la explotación y degradación ambiental.

De igual manera, para contribuir con la reducción de residuos, los profesionales químicos están en la capacidad de implementar proyectos que replacen los sustancias tóxicas y peligrosas por sustancias amigables con el medio ambiente, a través de la disciplina conocida como química verde (Raj et al., 2022) De ahí que es imperante el fomento de modelos educativos que orienten la implementación de políticas sostenibles, con profesionales químicos no solo capacitados técnicamente, sino también comprometidos éticamente con la transformación social. Estos profesionales deben tener la capacidad de innovar en la reutilización de residuos y la creación de productos que promuevan una economía circular, contribuyendo así a un cambio estructural en la relación entre sociedad y naturaleza

Los datos reportados en El Boletín técnico No 04-2020-GAD Municipales, sobre la Gestión de Agua potable y Saneamiento, se relaciona con el ODS 6 (Agua limpia y saneamiento); en el cual se reporta que el 90% de los municipios cuentan con uno o más sistemas de tratamiento de agua y el 83.3% de municipios declaran el cumplimiento de la Norma INEN



[Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

1108 que determina la calidad del agua (INEC, 2021). Por lo tanto, para completar el déficit de municipios sin acceso al agua en el Ecuador, se requiere de profesionales químicos que conocen los procesos de potabilización y determinación de la calidad del agua, a través de métodos analíticos reportados en la normativa antes mencionada.

En este sentido, como se observa en el cuadro 4; el profesional químico tiene una responsabilidad importante, debido al análisis fisicoquímico de parámetros como iones, metales pesados, sólidos solubles totales, demanda química de oxígeno, como parámetros de calidad del agua potable, asimismo la detección de contaminantes tradicionales como metales pesados y emergentes como plásticos y antibióticos.

En cuanto a los ODS 7 (Energía asequible y no contaminante), ODS 14 (Vida submarina) y ODS 15 (Vida de ecosistemas terrestres) el estado de contaminación diversa y profunda en todos los ecosistemas del planeta requiere atención emergente de profesionales especializados, que investiguen diversos contaminantes, generen propuestas de cambio e influyeran positivamente en políticas públicas, que busquen mitigar el calentamiento global y la contaminación y destrucción de los ecosistemas. El profesional químico, dispone de la formación y conocimientos necesarios, para desarrollar proyectos de investigación, específicos como detección de contaminantes y generación de nuevos materiales para colaborar en la evaluación de la contaminación de los ecosistemas y generar materiales biodegradables y no contaminantes. En el cuadro 4 se describen diversos ejemplos que relacionan a el profesional químico en los diversos Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Objetivos de Desarrollo Sostenible	Rol del profesional químico
AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO	Y La Norma NTE INEN-ISO 10304-3 indica que la determinación de aniones (ioduro, tiocianato, tiosulfato, sulfito y cromato) disueltos en el agua se determinan por Cromatografía iónica de fase líquida (INEN, 2014b)
ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE	Los biocombustibles son una fuente de energía renovable que puede sustituir al petróleo. Por ejemplo, el biocombustible obtenido a partir de microalgas se ha utilizado para el transporte aéreo, mostrando varias ventajas en comparación con los alcanos (Jayakumar et al., 2023)
ACCIÓN POR EL CLIMA	Producción de materias primas a partir de la fotocatalisis de CO_2 como estrategia para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (Guo et al., 2023)
VIDA SUBMARINA	La Norma NTE indica que la determinación de iones (Li^+ , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mn^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} y Ba^{2+} en aguas residuales se determinan cromatografía iónica (INEN, 2014c)
VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES	El desarrollo de materiales alternativos a la madera, como por ejemplo compuestos a partir de residuos como: poliestireno expandido, cáscara de arroz, aserrín, que tienen propiedades físico-mecánica mejores en comparación con compuestos comerciales (Bollakayala et al., 2023)

Cuadro 4 Objetivos de Desarrollo Sostenible asociados al rol del profesional químico. Elaboración propia.



[Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

3.3 Nuevos retos de la industria ecuatoriana en los procesos químicos, frente a los ODS pertinentes

En esta sección se analizó los resultados de la encuesta y del grupo focal de manera simultánea, en virtud que los hallazgos encontrados cuantitativamente, en la encuesta efectuada a los 51 profesionales químicos, fueron analizados con mayor profundidad de manera cualitativa con los 17 participantes del grupo focal.

Para el grupo focal se subdividió a los participantes dependiendo de su área de experticia, esto resultó beneficioso al facilitar la comprensión entre los miembros de cada grupo al utilizar un lenguaje común al comunicarse. No obstante, los resultados no difirieron, razón por la cual, se hizo un análisis conjunto de los datos recopilados.

En la encuesta realizada, se evidenciaron los desafíos de la industria frente a la producción más limpia en las empresas donde los encuestados laboran. Donde, el reciclaje de residuos con 30.43% seguido de métodos eficientes de producción con 19.13% son los procesos más implementados (Figura 1). Resultados que parecen responder a la legislación establecida en el país más no necesariamente a un interés genuino que busque una industria más verde, sumado al desconocimiento sobre cómo abordar o implementar una producción menos contaminante según las consideraciones analizadas con los participantes del grupo focal, hecho que ha sido manifestado en otras investigaciones que reflejan las limitaciones de la industria ecuatoriana (Anchatipán Bastidas y Flores Tapia, 2023). Por ello, la enseñanza de la química debe dirigirse a promover habilidades tendientes al “estudio de las sustancias y sus transformaciones debe contribuir a la formación de la concepción científica del mundo revelando las relaciones causales y de interdependencia”(Caballero, 2017, p.5).

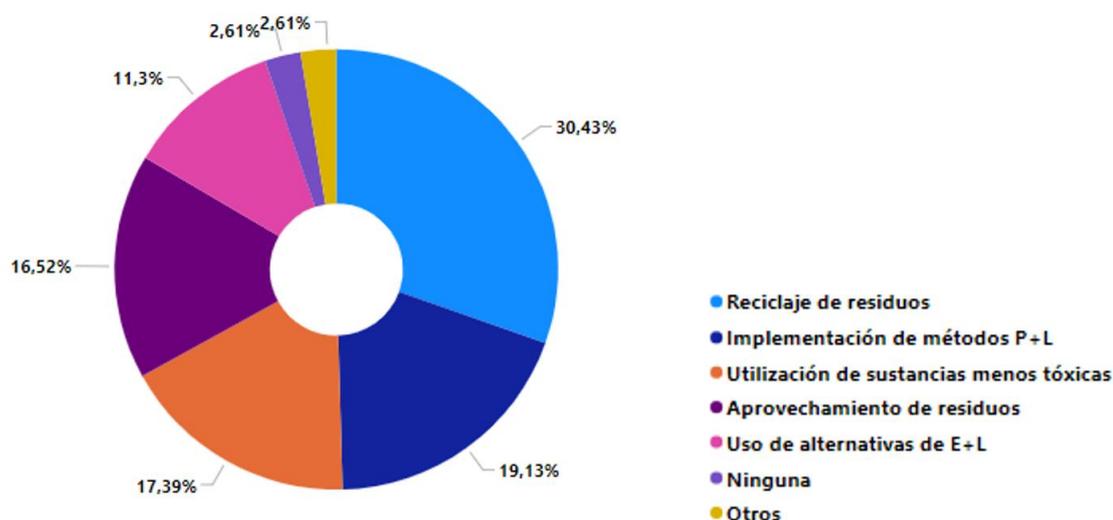


Figura 1. Selección de procesos de producción más limpia aplicados en las empresas encuestadas

Nota: P+L, producción más limpia; E+L, energía más limpia.

Fuente: elaboración propia

Además, como se aprecia en la Figura 2 la encuesta proporcionó información útil sobre el nivel de interés de los profesionales químicos y las empresas que representan en abordar problemas relacionados con las siguientes temáticas:



[Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

- Producción: optimización, formulación, innovación, entre otros.
- Gestión de residuos
- Calidad de productos terminados: análisis, vida útil, entre otros.
- Materia prima: conservación, altos costos, escasos, entre otros.

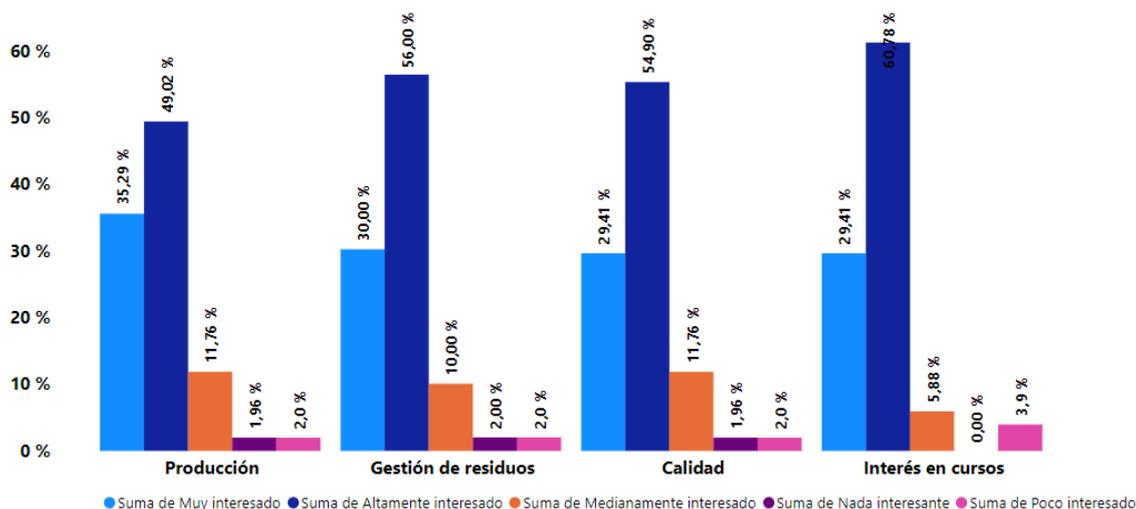


Figura 2. Nivel de interés de los profesionales químicos y las empresas que representan

En la Figura 2, superando el 40% en todos los parámetros establecidos se aprecia que existe un elevado nivel de interés en emplear acciones correctivas frente a las problemáticas presentadas. No obstante, la economía desempeña un papel significativo en todos estos procedimientos, como se resaltó en el grupo focal. Este criterio va de la mano del 60.78 % de los encuestados, altamente interesados en recibir capacitación de la academia para mejorar los procesos industriales (Figura 3). Al profundizar en el tema dentro del grupo focal, fue evidente la inherente necesidad de capacitación además de expresar la importancia de un acercamiento constante entre la industria y la academia. Dado que la academia proporciona los fundamentos y la innovación mientras que la industria el financiamiento y conocimiento del mercado, la colaboración entre ambas es crucial (Guachi, 2019)



[Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

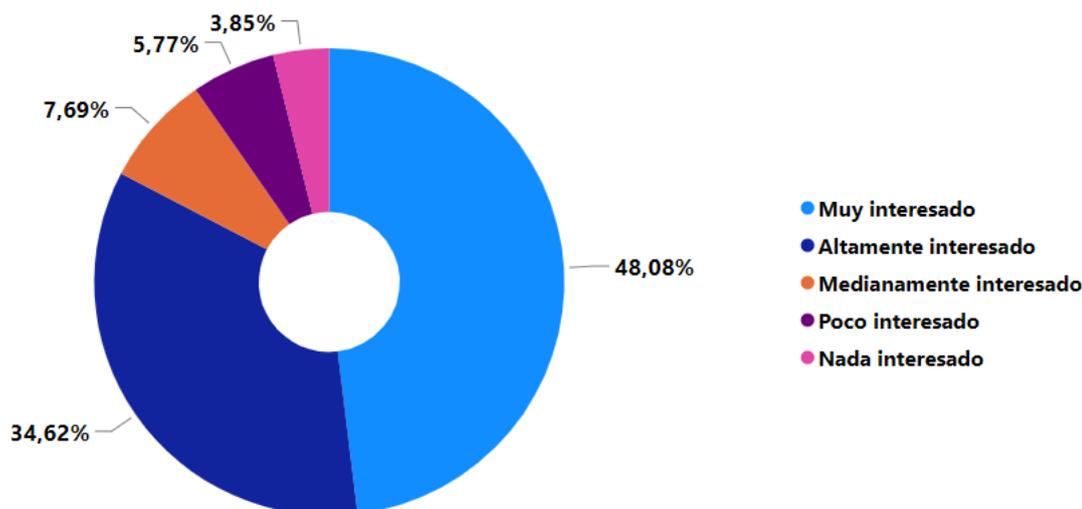


Figura 3. Grado de Interés en cursos de capacitación universitaria para mejorar la producción empresarial: Una perspectiva de los encuestados

4. Conclusiones

Los resultados obtenidos a través de grupos focales indican que la implementación de prácticas de producción más limpia en empresas es insuficiente. La mayoría de los participantes mencionaron que se han centrado principalmente en esfuerzos relacionados con el reciclaje de residuos. En lo que respecta a las colaboraciones con instituciones académicas, los entrevistados señalaron que la interacción con el mundo académico es limitada en términos de abordar y resolver los desafíos asociados con la generación de residuos en diversos procesos industriales. Por ello, el modelo educativo debe estar orientado a la temprana interacción del estudiante con su esfera de potencial actuación, a fin de lograr una solvente formación y desarrollo de conocimientos y habilidades, esto es factible mediante el desarrollo de un sistema de prácticas preprofesionales pertinente y contextualizado.

En este escenario, los representantes de las empresas entrevistadas expresaron un claro interés en establecer vínculos más estrechos con las instituciones académicas. Buscan acceder a actualizaciones de conocimientos, formación continua y asesoramiento en procesos que estén alineados con las competencias que un profesional químico puede aportar. En cuanto a la revisión de la literatura sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y los marcos normativos relevantes para la creación de un perfil profesional de químico acorde al contexto actual, se identificaron varios elementos clave. Los ODS, como marco internacional, la Constitución de la República de Ecuador, Plan de Desarrollo para el Nuevo Ecuador 2024-2025 y el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2019-2023 de la Prefectura de Pichincha, establecen las bases políticas y normativas que sirven como punto de partida para la elaboración de un currículo pertinente para los profesionales químicos.

En particular, el análisis bibliográfico reveló que las oportunidades y la relevancia de los profesionales químicos están ligadas a las normativas nacionales e internacionales que las empresas e industrias del sector productivo del país deben cumplir. Estas normativas



[Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

incluyen estándares como las normativas INEN, el Codex Alimentarius. Los profesionales químicos pueden desempeñar un papel crucial en el desarrollo de soluciones técnicas, así como en la creación de bases experimentales para la innovación y el desarrollo.

Estas competencias profesionales, junto con su conocimiento teórico y técnico se traducen en la capacidad de desarrollar contenidos de aprendizaje pertinentes en el contexto actual. Además, estas normativas se han vinculado directamente a los sectores productivos de mayor influencia económica en el país, como la fabricación de metales y productos derivados, la producción de sustancias químicas, la manufactura de productos textiles y de cuero, y la elaboración de productos de la molienda, panadería y fideos. Por lo tanto, es esencial tener en cuenta estos sectores al diseñar el currículo de los profesionales químicos y promover su influencia positiva en estas áreas económicas.

En la actualidad el ámbito ambiental es un campo de influencia de gran relevancia para los profesionales químicos. En un contexto de contaminación generalizada de los ecosistemas y calentamiento global, la participación de los profesionales químicos ofrece la oportunidad de identificar y caracterizar contaminantes de naturaleza orgánica e inorgánica. Además, pueden contribuir a la innovación en materiales biodegradables que ayuden a mitigar los problemas de polución y contaminación, así como a generar soluciones que contrarresten el cambio climático.

La formación pertinente y adecuada de un profesional químico implica la adopción de una postura educativa que permita su formación en los ámbitos éticos, científicos, investigativos y de vinculación con la sociedad requiere un enfoque integral que consolide los conocimientos, habilidades, valores. Es fundamental proporcionar una sólida base en las ciencias químicas, asegurando que los estudiantes comprendan los principios fundamentales y las aplicaciones avanzadas de la misma. Esto se logra a través de un currículo riguroso que incluya el desarrollo de prácticas de laboratorio experimentales, proyectos de investigación y la integración de tecnologías emergentes. Sin embargo, la formación profesional debe ir acompañada de una educación ética que aborde las implicaciones sociales y ambientales de la práctica química. Esto implica la inclusión de cursos de ética profesional, donde se discutan casos reales y se reflexione sobre el impacto de las decisiones químicas en la sociedad y el medio ambiente. Además, es crucial fomentar un pensamiento crítico que permita a los futuros profesionales cuestionar las prácticas establecidas y buscar soluciones innovadoras y sostenibles. De esta manera, la educación no solo forma a un técnico competente, sino a un ciudadano comprometido, capaz de contribuir éticamente y con pensamiento crítico a la transformación positiva de la sociedad y el cuidado del planeta

Las teorías de interaprendizaje adoptadas para la formación del profesional químico deberán orientar la práctica de metodologías participativas y colaborativas con el apoyo de las tecnologías de información y comunicación y, con base en el desarrollo de aprendizaje basado en problemas, aula invertida, realidad aumentada y proyectos interdisciplinarios que vinculen la química con diversas áreas del conocimiento.

Referencias bibliográficas

Anchatipán Bastidas, D., y Flores Tapia, N. E. (2023). Actualidad de tratamientos y procesos de reciclaje de los residuos industriales de curtiembres en Ecuador y el mundo. *Revista Tecnológica - ESPOL*, 35(1), 66-87. <https://doi.org/10.37815/rte.v35n1.983>



[Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

- ARCSA. (2022). Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria. Inscripción de Registro Sanitario de Medicamentos (Fabricación Nacional). <https://www.controlsanitario.gob.ec/inscripcion-de-registro-sanitario-de-medicamentos-fabricacion-nacional/>
- BCE. (2020). Banco Central del Ecuador–Cuentas regionales. <https://www.bce.fin.ec/index.php/component/k2/item/293-cuentas-provinciales/>
- Bhattarai, B. R., Regmi, B. P., Gupta, A., Aryal, B., Adhikari, B., Paudel, M., y Parajuli, N. (2022). Importance of advanced analytical techniques and methods for food quality control and pollution analysis for more sustainable future in the least developed countries. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 27. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100692>
- Bollakayala, V. L., Vuba, K. K., Uttaravalli, A. N., Boppena, K., Bethi, B., y Ganta, H. (2023). Compatibility studies of in-house prepared sustainable wood-plastic composites with commercial composites. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2023.07.348>
- Caballero, C. (2017). The demands of the chemical education at the present time. *Varona*, (65), 1-11. <https://www.redalyc.org/pdf/3606/360657469009.pdf>
- CEPAL. (2022). Hacia una seguridad alimentaria y nutricional sostenible en América Latina y el Caribe en respuesta a la crisis alimentaria mundial. <http://www.fao.org/worldfoodsituation/foodpricesindex/es/>
- CEPAL. (2023a, junio 17). CEPAL realizó en la Paz el Taller de Expertos “De la minería tradicional hacia la minería sostenible: un enfoque integral”. <https://www.cepal.org/es/notas/cepal-realizo-la-paz-taller-expertos-la-mineria-tradicional-la-mineria-sostenible-un-enfoque-0>
- CEPAL. (2023b, julio 6). Comunicado CEPAL recalca la importancia de una agenda de desarrollo productivo en torno a la explotación del litio | Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/es/comunicados/cepal-recalca-la-importancia-agenda-desarrollo-productivo-torno-la-explotacion-litio>
- Codex Alimentarius. (2009). Norma general para el etiquetado y declaración de propiedades de alimentos preenvasados para regímenes especiales. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1yurl=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B146-1985%252FCXS_146s.pdf
- Codex Alimentarius. (2016). Norma para el chocolate y los productos del chocolate. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1yurl=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B87-1981%252FCXS_087s.pdf
- Codex Alimentarius. (2019). Norma para la harina de yuca comestible. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh->



[Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

[proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B176-1989%252FCXS_176s.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B176-1989%252FCXS_176s.pdf)

Codex Alimentarius. (2021a). Maximum residue limits (mrls) and risk management recommendations (rmrs) for residues of veterinary drugs in foods cx/mrl.

<https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXM%2B2%252FMRL2e.pdf>

Codex Alimentarius. (2021b). Standard for edible fats and oils not covered.

https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B19-1981%252FCXS_019e.pdf

Codex Alimentarius. (2022). Standard for sugars 1. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B212-1999%252FCXS_212e.pdf

https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B212-1999%252FCXS_212e.pdf

Fernandes, F. A. N., y Rodrigues, S. (2023). Ultrasound applications in drying of fruits from a sustainable development goals perspective. *Ultrasonics Sonochemistry*, 96(106430). <https://doi.org/10.1016/J.ULTSONCH.2023.106430>

Guachi, R. (2019). Conexión entre Industria y Academia. *Journal of latin american sciences and culture*, 1. <https://doi.org/10.52428/2788891v1i1.39>

Guo, W., Guo, T., Zhang, Y., Yin, L., y Dai, Y. (2023). Progress on simultaneous photocatalytic degradation of pollutants and production of clean energy: A review. *Chemosphere*, 339. <https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2023.139486>

Haro-Sarango, A. F., García Paredes, N. E., Moreno Ávila, A. S., Salguero Gualpa, S. G., y Freire Nieto, M. E. (2023). Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS 9 - Industria, Innovación e Infraestructura: un análisis mediante modelos estadístico y algorítmico. *Tesla Revista Científica*, 3(2), e216. <https://doi.org/10.55204/trc.v3i2.e216>

INEC. (2021). Boletín Técnico No 04-2020-GAD Municipales Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales Gestión de Agua Potable y Saneamiento. 04. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2020/Agua_potable_alcantarillado_2020/Boletin_tecnico_APA_2020_VF.pdf

INEN. (2009). Láminas de acero recubiertas con zinc (galvanizadas) o recubiertas con aleación hierro zinc (galvano-recocido) mediante procesos de inmersión en caliente. requisitos. <https://inencloud.normalizacion.gob.ec/index.php/s/8rWSnFGBiFktbJQ>

INEN. (2013a). Bebidas gaseosas. determinación de cafeína. <https://inencloud.normalizacion.gob.ec/index.php/s/mbHYfwoFeRDabSt>

INEN. (2013b). Norma técnica ecuatoriana nte inen-iso 20483:2013 número de referencia iso 20483:2006 (e) cereales y leguminosas. determinación del contenido en nitrógeno y cálculo del contenido de proteína bruta. método de kjeldahl (idt) primera edición



[Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

- cereals and pulses. determination of the nitrogen content and calculation of the crude protein content kjeldahl metho 2013-768-i. <https://inencloud.normalizacion.gob.ec/index.php/s/sPwrRp8XYZ9HTWQ>
- INEN. (2013c). Productos de grasa de leche y mantequilla-determinación de la acidez de la grasa (método de referencia). (idt) primera edición milk fat products and butter-determination of fat acidity (reference method) firts edition. <https://inencloud.normalizacion.gob.ec/index.php/s/R3WzAATsjwj7CiM>
- INEN. (2014a). Baldosas cerámicas. parte 15: determinación de la emisión de plomo y cadmio en las baldosas esmaltadas (ISO 10545-15:1995, IDT). <https://inencloud.normalizacion.gob.ec/index.php/s/ryTcKP5FoMZbwoH>
- INEN. (2014b). Calidad del agua. determinación de aniones disueltos por cromatografía iónica en fase líquida. parte 3: determinación de cromato, ioduro, sulfito, tiocianato y tiosulfato. <https://inencloud.normalizacion.gob.ec/index.php/s/srZRDN9CPmoCoza>
- INEN. (2014c). Calidad del agua. determinación de los iones Li^+ , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mn^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} y Ba^{2+} disueltos por cromatografía iónica. método aplicable al agua y agua residual residuales. <https://inencloud.normalizacion.gob.ec/index.php/s/DERgHeiydJ5r5LJ>
- INEN. (2014d). Cuero. ensayos químicos para la determinación de ciertos colorantes azoicos en cueros teñidos. parte 1: determinación de ciertas aminas aromáticas derivadas de los colorantes azoicos (ISO 17234-1:2010, IDT). <https://inencloud.normalizacion.gob.ec/index.php/s/ciREEBHLjFHxRte>
- INEN. (2014e). Joyería - determinación de plata en aleaciones para joyería en plata 999 ‰ - método por diferencia utilizando espectroscopia de emisión óptica por plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) (ISO 15096:2008, IDT). <https://inencloud.normalizacion.gob.ec/index.php/s/qCPdKDJ6FKZRsc5>
- INEN. (2014f). Materiales plásticos. resinas de homopolímeros y copolímeros de cloruro de vinilo. determinación de las materias volátiles (incluida el agua) (ISO 1269:2006, IDT). <https://inencloud.normalizacion.gob.ec/index.php/s/koqetQGc9pW9YAK>
- INEN. (2014g). Pasta, papel y cartón. determinación del cloro total y del cloro unido a compuestos orgánicos (ISO 11480:1997, IDT). <https://inencloud.normalizacion.gob.ec/index.php/s/7n4o7DgywzEFxqq>
- INEN. (2023). Encuesta nacional de empleo, desempleo y subempleo- enemdu. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2023/Trimestre I/2023 I Trimestre Mercado Laboral.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2023/Trimestre%20I/2023%20I%20Trimestre%20Mercado%20Laboral.pdf)
- INEN. (20114). Calidad del suelo. determinación de pesticidas organoclorados y bifenoles policlorados. método mediante cromatografía de gases con detección de captura electrónica (ISO 10382:2002, IDT). <https://inencloud.normalizacion.gob.ec/index.php/s/Y8BCRT46RLBoEpP>
- Jayakumar, M., Bizuneh Gebeyehu, K., Deso Abo, L., Wondimu Tadesse, A., Vivekanandan, B., Prabhu Sundramurthy, V., Bacha, W., Ashokkumar, V., y Baskar, G. (2023). A



[Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

comprehensive outlook on topical processing methods for biofuel production and its thermal applications: Current advances, sustainability and challenges. *Fuel*, 349, 128690. <https://doi.org/10.1016/J.FUEL.2023.128690>

Martínez, A. P., Jara-Alvear, J., Andrade, R. J., y Icaza, D. (2023). Sustainable development indicators for electric power generation companies in Ecuador: A case study. *Utilities Policy*, 81, 101493. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jup.2023.101493>

Montes-Valencia, N. (2015). La Industria Química: Importancia y Retos. *Lámpsakos*, 14, 72. <https://doi.org/10.21501/21454086.1562>

ONU. (2022). Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe, 2022. Statistical Yearbook for Latin America and the Caribbean, 2022. www.issuu.com/publicacionescepal/stacks

ONU. (2023). Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/#>

Prado, T. M. D., Foguel, M. V., Gonçalves, L. M., y Sotomayor, M. D. P. T. (2015). β -Lactamase-based biosensor for the electrochemical determination of benzylpenicillin in milk. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 210, 254-258. <https://doi.org/10.1016/J.SNB.2014.12.108>

Rahman, Md. H., Haque, K. M. S., y Khan, Md. Z. H. (2021). A review on application of controlled released fertilizers influencing the sustainable agricultural production: A Cleaner production process. *Environmental Technology y Innovation*, 23, 101697. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101697>

Raj, A., Chowdhury, A., y Ali, S. W. (2022). Green chemistry: its opportunities and challenges in colouration and chemical finishing of textiles. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 27, 100689. <https://doi.org/10.1016/J.SCP.2022.100689>

Registro Oficial. (2011). Reglamento ambiental de actividades mineras. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/REGLAMENTO-AMBIENTAL-DE-ACTIVIDADES-MINERAS.pdf>

Registro Oficial. (2020). Reglamento para el Control y Administración de Sustancias Catalogadas Sujetas a Fiscalización. www.registroficial.gob.ec

SENPLADES. (2024). Plan de Desarrollo para el Nuevo Ecuador 2024-2025. <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2024/02/PND2024-2025.pdf>

Autores

DENNYS ALMACHI-VILLALBA obtuvo su título de Magíster en Ciencia de los Alimentos por la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador en 2022; en la misma institución educativa obtuvo el título de Químico en el año 2018.



[Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Actualmente es profesor de matemáticas del curso de nivelación de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador. Se desempeña como técnico de los laboratorios de Físicoquímica y Nanoestructuras de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador. Sus principales temas de investigación se enfocan en el aprovechamiento de productos naturales para la innovación y desarrollo de productos industriales; además, ha desarrollado aplicaciones nanotecnológicas en la industria alimenticia.

MISHELL YÉPEZ-PADILLA obtuvo su título de Magister en Ciencia de los Alimentos por el Instituto de Posgrados de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador (Ecuador) en 2023. Obtuvo el título de Química en la Universidad Central del Ecuador en 2019. Obtuvo el diplomado en Herramientas Tecnológicas de Innovación Docente y Competencias Digitales en la Universidad Técnica Particular de Loja en 2022.

Actualmente es técnico del laboratorio de Química Ambiental y Agrícola y docente del curso de nivelación en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador. Sus principales temas de investigación se enfocan en el estudio de nano y micro partículas para el desarrollo de colorantes naturales y su reemplazo competitivo en alimentos. En los últimos años, se ha centrado en el estudio del desempeño académico, elementos curriculares y modalidad en línea (e-learning).

ELITHSINE ESPINEL-ARMAS obtuvo su título de Magíster en Educación Superior en la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación (2003), obtuvo su título de Especialista Gestión de Procesos Educativos en la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la Universidad Central del Ecuador (2003). Obtuvo el título de Licenciada en Ciencias de la Educación, Especialización Comercio y administración en 1995, en la Universidad Central del Ecuador.

Actualmente es profesora titular agregado de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central, en grado y posgrado. Es miembro del Comité de Revisores de la Revista Química Central de la Facultad de Ciencias Químicas, de la Revista La Granja de la Universidad Salesiana, de la Revista Actualidades Investigativas en Educación de la Universidad de Costa Rica, de la Revista Tsafiqui de la Universidad Tecnológica Equinoccial, de la Revista Amawtakuna de la Universidad Intercultural de las Nacionalidades y Pueblos Indígenas Amawtay Wasi. Es autora de varios libros y artículos publicados en revistas indexadas. Además, ha participado en la presentación de varios posters y ponencias en Congresos Internacionales, que se han publicado en libros. Ha actuado como directora de trabajos de titulación de grado y posgrado. Sus temas de interés están vinculados al ámbito de la educación, pedagogía, diseño y organización curricular, modalidades e learning de educación, metodología de la investigación, administración, actividad nootrópica.

CHRISTIAN ALCÍVAR-LEÓN - Químico Farmacéutico de la Universidad Central del Ecuador (2011). Doctor de la Facultad de Ciencias Exactas, Área: Química. Universidad Nacional de La Plata, Argentina (2016). Desarrolló estudios de posgrado en la síntesis y obtención de nuevos benzopiranos halo alquil sustituidos. Ha publicado varios artículos en revistas indizadas como Monatshefte fuer Chemie, Molecular Physics, New Journal of Chemistry, Spectrochimica Acta Part A Molecular and Biomolecular Spectroscopy. Índice H: 5, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6987-3107>. Asimismo, algunos trabajos en el área de tecnologías poscosecha en la Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha. Desarrolló sus estudios doctorales con una beca otorgada por la SENESCYT – Ecuador y una beca para finalización de doctorado por Conicet – Argentina. Recibió una beca de entrenamiento por



[Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

parte de EDUNABIO (Educational Network of Agrobiodiversity – Alemania), para realizar una estancia de investigación bajo la dirección de Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Peter Langer en la Universidad de Rostock, departamento de Química Orgánica. Trabajó en el grupo en Investigación en Calidad y Tecnología Poscosecha (ICATEP) del Centro de Investigación de Alimentos (CIAL) de la Universidad UTE y forma parte de la Red Iberoamericana de Investigación VALORAL (Universidad de Sevilla, España).

Actualmente trabaja en el grupo de investigación en Nanoestructuras y Nuevos Materiales de la Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas, dirigido por el doctor Pablo Bonilla. Su trabajo actual se enfoca en la síntesis y obtención de nuevos heterociclos halogenados, y en la funcionalización de polímeros naturales a través de reacciones químicas para la obtención de nuevos biomateriales biodegradables que puedan ser utilizados como materiales de empaque en frutas y hortalizas.

Declaración de Autoría-CRediT

DENNYS ALMACHI-VILLALBA: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, administración de proyecto, recursos, supervisión, validación, visualización-preparación, redacción- borrador original, escritura-revisión y edición.

MYRIAN YÉPEZ-PADILLA: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, recursos, software, visualización-preparación, redacción- borrador original, escritura-revisión y edición.

ELITHSINE ESPINEL-ARMAS: Conceptualización, metodología, supervisión (tutoría externa al equipo central), visualización, redacción- borrador original, escritura-revisión y edición, conclusión, redacción final y edición.

CHRISTIAN ALCÍVAR-LEÓN: Conceptualización, investigación.



[Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)