

CTCI

CONSEJO NACIONAL
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN
PARA EL DESARROLLO

ENERO, 2025

Seguridad Alimentaria y Salud Integral

Implicancias de Futuro para Chile

Leandro Carreño

DOCUMENTO TÉCNICO

DOCUMENTO TÉCNICO

Seguridad Alimentaria y Salud Integral. Implicancias de Futuro para Chile

AUTOR

Leandro Carreño

Bioquímico de la Pontificia Universidad Católica de Chile y Doctor en Ciencias Biológicas con mención en Genética Molecular y Microbiología. Realizó su postdoctorado en el Albert Einstein College of Medicine (Estados Unidos), enfocándose en la modulación del sistema inmune en enfermedades infecciosas y alergias. Actualmente, es director de Investigación e Innovación en la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile y profesor asociado en el Programa de Inmunología. Su investigación se centra en la modulación inmune para tratar enfermedades infecciosas, inflamación y alergias, con más de 70 publicaciones científicas. Ha dirigido y participado en numerosos proyectos nacionales e internacionales y ha sido reconocido por su labor científica y docente.

CONTRAPARTE TÉCNICA

Katherine Villarroel

Isidora González

Los Documentos de Trabajo de la Secretaría Ejecutiva del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo, buscan abrir temas de discusión que permitan avanzar en el diseño consensuado de estrategias de largo plazo en estas materias, para el desarrollo de nuestro país. Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución – NoComercial– Compartir Igual 4.0 Internacional.

A continuación, se presenta el análisis de implicancias para Chile para el fenómeno de cambio global asociado a la seguridad alimentaria y la salud integral, considerando las especificidades de nuestro país en el contexto latinoamericano y global. Este documento se complementa con un informe similar para cada uno de los seis fenómenos de transformación global identificados por el Consejo CTCI en la edición 2024 del Reporte de Futuros, que fueron: Transición Digital; Seguridad Alimentaria y Salud Integral; Sustentabilidad Planetaria; Democracia y Gobernanza Global; Fragmentación Geopolítica y Económica; Desigualdad Social y Contrato Intergeneracional. Estos análisis desarrollados por expertos que desarrollan investigación vinculada a cada uno de estos fenómenos son un insumo esencial para el proceso de actualización de la Estrategia Nacional de CTCI para el Desarrollo, en la que se identifican posibles espacios de contribución de la CTCI nacional a las oportunidades y desafíos del país en el contexto global.

Cómo citar este documento:

Carreño, L. (2025). Seguridad Alimentaria y Salud Integral. Implicancias de Futuro para Chile. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo (Consejo CTCI). Santiago, Chile.

Índice

Resumen Ejecutivo	2
Introducción	3
Análisis de Implicancias para Chile	8
Conclusiones	38
Anexo Metodológico	42
Referencias	46

Resumen Ejecutivo

Este documento presenta un análisis encargado por el Consejo Nacional CTCI sobre implicancias para Chile de las tendencias internacionales en seguridad alimentaria y salud integral, en el contexto latinoamericano y global. Este documento se complementa con un informe similar para cada uno de los seis fenómenos de transformación global identificados por el Consejo CTCI en la edición 2024 del **Reporte de Futuros**, y son: **Transición Digital**; **Seguridad Alimentaria y Salud Integral**; **Sustentabilidad Planetaria**; **Democracia y Gobernanza Global**; **Fragmentación Geopolítica y Económica**; **Desigualdad Social y Contrato Intergeneracional**.

El informe identifica 13 nodos críticos, los cuales son profundizados con respecto a sus definiciones, implicancias, desafíos, y oportunidades para Chile en el contexto latinoamericano. Estos nodos han sido agrupados según su mayor impacto en seguridad alimentaria, salud integral, o transversal a ambos temas. Dentro de los nodos críticos para seguridad alimentaria, el análisis reveló que la producción de alimentos, el abastecimiento de alimentos, la disminución de la biodiversidad, y la educación alimentaria, presentan tanto desafíos para enfrentar la alimentación sostenible tanto en Chile en su contexto latinoamericano y global, como problemáticas que pueden tener implicancias catastróficas si no son relevados a una discusión que lleve a la adopción políticas concretas. Por otro lado, el fenómeno de salud integral presenta numerosos nodos de gran relevancia, dentro de los cuales fueron seleccionados los siguientes para ser relevados a la discusión pública y política: servicios avanzados de tecnologías, incremento de enfermedades, y envejecimiento. Por último, se identificaron 6 nodos transversales tanto para los fenómenos de cambio global en seguridad alimentaria como en salud integral, los cuales incluyen: cambio climático, ingeniería genética, aumento del costo de la vida, inteligencia artificial, educación y salud mental. Todos estos nodos se desglosan en una variedad de temáticas, muchas veces altamente conectadas entre sí, las cuales merecen una bajada de análisis propio para evaluar sus implicancias para Chile, lo cual es desarrollado a través de un análisis FODA que pueda ser útil para discusiones posteriores en distintos ambientes de toma de decisiones. Si bien, para efectos de análisis específicos, la seguridad alimentaria y la salud integral pueden ser abordados de forma separada, la profunda interdependencia de ambos temas implica que los nodos enunciados más arriba no tienen necesaria relevancia exclusiva ya sea para salud integral o seguridad alimentaria, sino más bien fueron agrupados para simplificar el análisis desde una mirada separada de ambos fenómenos, pero también deben mirarse en una integración conjunta, la cual hace necesario un enfoque global, inter y multidisciplinario.

El presente informe presenta una profunda interconexión con los reportes de expertos para los otros 5 fenómenos de cambio global mencionados más arriba. En el área de Sustentabilidad Planetaria, la restauración de biodiversidad y prácticas agrícolas sostenibles, son claves para enfrentar los efectos del cambio climático. Por otro lado, la conexión con el fenómeno de Desigualdad Social se manifiesta en cómo las inequidades estructurales agravan la falta de acceso a alimentos saludables y servicios de salud, especialmente para mujeres y adultos mayores. La conexión con la Transición Digital también es clave para la Seguridad Alimentaria y Salud Integral, donde para que herramientas innovadoras para optimizar la producción y distribución de alimentos, requiere de resolver la brecha digital en Chile para evitar profundizar las desigualdades. De este mismo modo, el abordar problemas en Fragmentación Geopolítica y Económica tiene profundo impacto en Seguridad Alimentaria y Salud Integral, donde debido a la fragmentación democrática y descontento ciudadano, garantizar la estabilidad institucional y la legitimidad del sistema político es crucial para implementar políticas efectivas. Por último, la Fragmentación Geopolítica y Económica presenta desafíos específicos para la seguridad alimentaria y la salud integral, debido a nuestra dependencia de mercados externos y las tensiones globales, que afectan la estabilidad del comercio de alimentos y tecnologías médicas.

La interconexión entre los fenómenos de transformación global y los nodos críticos de seguridad alimentaria y salud integral resaltan la importancia de un enfoque multi e interdisciplinario orientado a largo plazo. Chile tiene la oportunidad de liderar en la región mediante la implementación de políticas innovadoras y sostenibles que integren estas dimensiones, mediante el diseño de una hoja de ruta estratégica para la acción coordinada entre sectores, disciplinas y actores clave.

Introducción

El presente informe busca proveer de un análisis de las implicancias, los desafíos, y las oportunidades más relevantes para Chile, tanto a nivel local como en el contexto latinoamericano, sobre dos fenómenos de cambio global que tienen una gran importancia en el ámbito de la salud humana: seguridad alimentaria y salud integral. Podemos ubicar a ambas temáticas bajo el paraguas del fenómeno global de *Revolución Biológica* definido por el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación de Chile (Consejo CTCI), debido a que poseen importantes componentes radicados en la investigación fundamental de la biología, biomedicina y medicina, y en la innovación biotecnológica.

Sin embargo, y como es abordado también en este informe, para tener una mirada completa, que sea de real utilidad para la discusión posterior que el Consejo CTCI y otros actores relevantes en la toma de decisiones llevarán, es necesario reconocer que estos fenómenos de cambio también poseen elementos radicados en otros fenómenos globales definidos por el Consejo CTCI, en especial la *Sustentabilidad Planetaria* y en menor medida la *Revolución Digital*, la *Desigualdad Social*, y la *Fragmentación Geopolítica y Económica*. De este modo, el presente informe contiene un análisis detallado de los principales avances, implicancias, desafíos y oportunidades en seguridad alimentaria y salud integral, desde un prisma principal de *expertises* relacionados con biotecnología, pero integrando miradas de discusión en temas políticos, sociales, y económicos.

La seguridad alimentaria podemos definirla como el acceso constante y sostenible a alimentos seguros y nutritivos, para todas las personas residentes en un territorio (en nuestro caso Chile), a modo de satisfacer sus necesidades dietéticas y preferencias alimenticias para una vida activa y saludable. Por otro lado, la salud integral no es sólo el enfoque en la ausencia de enfermedad o prevención, sino que el equilibrio dinámico entre bienestar físico, mental, emocional y social, y en su interacción con el entorno.

Aunque frecuentemente abordados por separado, la interdependencia entre seguridad alimentaria y salud integral es profunda, revelando un entramado de causas y consecuencias que trascienden disciplinas y fronteras, donde por un lado es muy evidente la necesidad de asegurar la seguridad alimentaria para permitir tener una salud integral, y por otro lado es igual de importante el abordar de mejor forma nuestra salud integral para justamente asegurar la seguridad alimentaria, lo que no es tan evidente en un análisis superficial (abordado más adelante en este informe). Ambos fenómenos están en el centro de problemáticas actuales a nivel global, como lo son la sostenibilidad, el cambio climático, la salud planetaria y la estabilidad económica. De este modo, el abordaje integral de las amenazas y desafíos para Chile, así como las oportunidades y fortalezas de los cuales podemos sacar ventaja debido a nuestras particularidades como país, debe ser relevado como una prioridad para nuestro desarrollo.

Este documento aborda el estado actual del conocimiento sobre estos fenómenos, explorando sus complejidades, retos y oportunidades desde una perspectiva global con énfasis en Latinoamérica, una región caracterizada por su riqueza natural y cultural, pero también por profundas desigualdades y vulnerabilidades.

Tanto seguridad alimentaria como salud integral son dos de los desafíos más importantes en el marco del cambio global. En la actualidad, marcada por crisis ambiental, desigualdad social y profundas transformaciones tecnológicas, estos

fenómenos están inmersos de lleno en la tensión entre salud humana y salud planetaria (Figura 1), lo que nos obliga a liderar una discusión en Chile acerca de nuestras oportunidades estratégicas para el desarrollo sostenible y equitativo. La seguridad alimentaria enfrenta en la actualidad amenazas importantes en Chile y Latinoamérica, donde a pesar de nuestra rica biodiversidad y capacidad agrícola, nos encontramos en una encrucijada compleja.

Eventos climáticos extremos como sequías, inundaciones y tormentas, combinados con el aumento de las temperaturas globales, han reducido significativamente las capacidades agrícolas de regiones clave, exacerbando la inseguridad alimentaria en países vulnerables. Aunque lideramos la exportación de productos agrícolas como frutas y granos, nos enfrentamos a graves problemas de acceso a alimentos en comunidades vulnerables (rurales y/o de difícil acceso), lo que se ve amenazado aún más por una constante pérdida de biodiversidad debido a los efectos del cambio climático. Sequías prolongadas en el norte de Chile, cambios en los patrones de lluvia en la zona central y la degradación de suelos en áreas agrícolas son manifestaciones claras de cómo esta tensión entre salud humana y salud planetaria se manifiesta.

Además, la creciente urbanización y la globalización han transformado las cadenas de suministro de alimentos, generando dinámicas complejas que influyen tanto en la disponibilidad como en la calidad de los alimentos. Mientras que las grandes urbes (como el caso de Santiago y otras capitales latinoamericanas) ofrecen acceso a alimentos importados y procesados, las comunidades rurales, especialmente aquellas en zonas remotas, enfrentan limitaciones severas para acceder a alimentos frescos y nutritivos. Esta paradoja, en la que regiones agrícolas producen alimentos para la exportación, pero carecen de seguridad alimentaria interna, refleja una desconexión estructural que requiere soluciones abordadas de forma multidisciplinaria.

Por otro lado, en el contexto de la salud integral, las enfermedades crónicas no transmisibles, como la obesidad, diabetes, enfermedades cardiovasculares, inflamatorias, entre otras, han aumentado vertiginosamente, lo que se ve agravado por importantes cambios en el estilo de vida en las últimas décadas, afectando directamente hábitos alimenticios, hábitos de sueño, hábitos de recreación, lo que se empeora al agregar el aumento de sedentarismo y el envejecimiento de la población. Por último, el estrés psicológico asociado a la incertidumbre económica y los efectos del cambio climático incrementa la prevalencia de trastornos de salud mental, un aspecto que es lamentablemente ignorado con frecuencia en las políticas públicas. Los efectos de salud mental tienen graves consecuencias tanto en seguridad alimentaria como en salud integral, los cuales serán abordados en detalle en este informe. Este panorama se agrava

en un contexto de profunda desigualdad socioeconómica y de acceso a educación y salud, lo que es imperante en Chile y Latinoamérica.

A pesar de que las amenazas y desafíos expuestos más arriba podrían afectar la salud mental de la persona más optimista, es fundamental reconocer que estos desafíos han catalizado grandes avances, tanto a nivel global como en Chile y Latinoamérica. Por ejemplo, en el ámbito de la seguridad alimentaria, la agroecología ha emergido como una respuesta innovadora y sostenible, al combinar conocimientos tradicionales con tecnologías modernas, permitiendo a los agricultores adaptarse a condiciones climáticas cambiantes, diversificar cultivos y reducir la dependencia de insumos sintéticos. Por otro lado, la incorporación de tecnologías como la agricultura de precisión y los sistemas satelitales de monitoreo climático están impactando de forma muy significativa la gestión de recursos agrícolas, posicionándose como un recurso importante de potenciar para superar sus barreras de acceso tanto económicos como de capital humano. La incorporación de avances innovadores de *cutting-edge*, como la integración de la inteligencia artificial y el *machine learning* para la diversificación productiva de alimentos, la reutilización y reformulación de subproductos de la industria alimentaria, el mejoramiento genético integrando gran volumen de datos *ómicos*, entre otras, posicionan a Chile en una ventaja comparativa en el contexto latinoamericano. Estos avances tienen grandes implicancias en cuanto a oportunidades para el desarrollo de nuestro país y el poder tomar medidas para anticiparse a una crisis inminente de seguridad alimentaria en las próximas décadas; pero a su vez representan desafíos importantes donde los ecosistemas de inversión, investigación y regulación deben refinarse hacia un enfoque holístico que permita un avance correcto y en tiempos razonables de las innovaciones que se llevan a cabo en nuestro país.

Una gran ventaja comparativa de Chile y Latinoamérica en el contexto global es que, a pesar de los efectos negativos del cambio climático sobre la biodiversidad, nuestra región sigue contando con una de las mayores biodiversidades agrícolas del mundo, lo que representa un gran potencial para la adopción de prácticas agrícolas sostenibles y resilientes al clima, como las mencionadas anteriormente. Esta ventaja comparativa hace necesario de políticas de colaboración eficaces entre Chile y sus pares latinoamericanos, que permita un avance en la materia como bloque, el uso compartido de tecnologías, y la adopción de políticas de mirada de largo plazo, que sean inocuas a inestabilidades políticas.

En el ámbito de la salud integral, ha habido grandes avances a nivel global, de los cuales Chile no ha estado ajeno tanto en áreas de investigación como de innovación, pero sí existiendo oportunidades importantes de mejora en la implementación de estos

avances. El vertiginoso avance en las tecnologías *ómicas* (genómica, transcriptómica, proteómica, metabolómica, microbioma) ha tenido un gran impacto en el entendimiento de muchas enfermedades, ofreciendo oportunidades únicas para tratamientos de medicina personalizada, mejoras en diagnóstico, y predictores de susceptibilidad (lo que debe a su vez mirarse con sumo cuidado debido a sus implicancias). Estas tecnologías abren una gran oportunidad con la disponibilidad de grandes volúmenes de datos, pero imponen el desafío de contar con apoyo estable para el acceso a equipamiento avanzado y tecnologías de manejo de datos, de modo de poder competir en igualdad de condiciones con países con mejor integración de estos sistemas en la región (como Brasil) y en el mundo. Por otro lado, nuestro país posee una sólida base de investigación científica básica en ciencias biológicas, biomédicas y médicas, que han permitido posicionar avances en diversas áreas de gran relevancia para el tratamiento de enfermedades, gracias a apoyos importantes de financiamiento estatal hacia la investigación, los que si bien es importante puedan aumentar su alcance, presentan un desafío aún mayor para el país y Latinoamérica la transferencia tecnológica de estos avances. Chile posee grandes fortalezas locales con avances significativos en la investigación en enfermedades crónicas, cáncer, inmunología, neurociencias, microbiología, solamente por nombrar algunas, los cuales representan una oportunidad única para su transferencia y escalamiento, lo que impone el desafío de inversión y mecanismos regulatorios que permitan el avance eficaz de las innovaciones en biomedicina. Durante la reciente pandemia de COVID-19, Chile reforzó sus ya demostradas capacidades en investigación clínica y la realización de estudios clínicos, lo que demuestra una gran fortaleza de capital humano en nuestro país. Esta capacidad, en conjunto con los desarrollos locales, hace importante que se genere de forma efectiva la discusión de la necesidad de tener capacidades nacionales para la producción en condiciones de buenas prácticas de manufactura (GMP) para poder avanzar desarrollos locales (vacunas, biológicos, terapias celulares) a nivel competitivo con el contexto latinoamericano y global.

Otro aspecto importante de avance en salud integral ha sido la digitalización de los sistemas de salud. La telemedicina, implementada en zonas rurales de Chile, ha reducido significativamente las brechas de acceso a servicios especializados. Además, la integración de inteligencia artificial en diagnósticos médicos permite tratamientos más personalizados y eficaces, especialmente en el manejo de enfermedades crónicas. Paralelamente, iniciativas de salud pública, como el etiquetado frontal de alimentos, han demostrado ser efectivas en la promoción de hábitos alimenticios saludables, aunque requieren cierto grado de revisión y mayor articulación con programas educativos y comunitarios para maximizar su impacto. Por otro lado, iniciativas para integrar la salud mental en los sistemas de atención primaria han ganado impulso, reconociendo la

importancia de un enfoque holístico para abordar las complejas interacciones entre la salud física y mental. Sin embargo, el abordaje de la salud mental aún requiere mayores esfuerzos para su implementación, tanto en investigación, integración con otras áreas, y el impulso de la tele psiquiatría, presentando uno de los mayores desafíos en salud integral para las próximas décadas.

La seguridad alimentaria y la salud integral son desafíos interconectados que reflejan las tensiones y oportunidades de un mundo en transformación. En Latinoamérica, estos fenómenos están moldeados por factores globales como el cambio climático y la globalización, pero también por dinámicas locales de desigualdad y riqueza cultural. A medida que la región enfrenta el futuro, la adopción de enfoques integrales, que incluyan innovación tecnológica, sostenibilidad ambiental y justicia social, será clave para superar estos desafíos y garantizar un futuro más saludable y resiliente. La intersección de la seguridad alimentaria y la salud integral no sólo representa un desafío, sino también una oportunidad para redefinir los paradigmas de desarrollo, colocando a las personas y al planeta en el centro de las decisiones políticas y económicas. Con la motivación de facilitar el análisis y la lectura de este informe, trataremos los fenómenos de seguridad alimentaria y salud integral en primera instancia de forma separada con implicancias y recomendaciones específicas, para luego unirlos en un análisis conjunto de implicancias y recomendaciones globales. Es de suma importancia reconocer que la relación entre seguridad alimentaria y salud integral no es lineal, sino circular. En este sentido, abordar estos fenómenos solamente de manera aislada puede limitar nuestra capacidad para comprender y resolver los desafíos subyacentes, razón por la cual en la próxima sección haremos un análisis detallado de los principales nodos individuales para ambos fenómenos, procurando ser concretos en las implicancias, desafíos, oportunidades y recomendaciones de abordaje, para luego finalizar con el análisis conjunto de ambos fenómenos y sus nodos comunes.

Análisis de Implicancias para Chile

El presente análisis resume los hallazgos de reportes de anticipación nacionales e internacionales, complementados con artículos científicos nacionales e internacionales, y entrevistas a expertos en las áreas de seguridad alimentaria y salud integral. Para facilitar la lectura, el informe está dividido en secciones temáticas relacionadas con una mirada global de los fenómenos, para luego proporcionar un análisis temático específico, y luego volver a un análisis conjunto de desafíos y oportunidades.

Tensión entre Salud Humana y Salud Planetaria, y One Health

La mayor problemática que gira en torno a los fenómenos de seguridad alimentaria y salud integral es la necesidad de sostenibilidad. Debido al vertiginoso crecimiento de la población humana en los últimos 30 años (mayor al 50%) y al aumento en la esperanza de vida, se ha vuelto necesario contar con mayores recursos para alimentarnos, el aumento en la producción, y uso de tecnologías para mantenernos saludables. Esto, sumado a los cambios de estilo de vida que han ocurrido durante este mismo periodo, donde se incrementó exponencialmente la producción, el uso de energías, dando paso a un planeta que está *encendido 24/7*, ha tenido graves consecuencias en la salud planetaria, donde el cambio climático es una amenaza real que ha mostrado un peligroso avance. De este modo, el primer elemento de análisis de este informe es el reconocimiento de una profunda tensión y contradicción entre la promoción de la Salud Humana y la promoción de la Salud Planetaria (Figura 1). La implicancia de esta tensión es evidente: debemos tomar medidas que permitan mantener nuestra salud humana de forma sostenible, en armonía con el mantenimiento, promoción, y debido al punto de salud planetaria en el cual nos encontramos, la reparación de la salud planetaria.



Figura 1. Tensión entre Salud Humana y Salud Planetaria. La problemática de la necesidad de producción para una población que ha crecido significativamente, que vive por más tiempo y que tiene parámetros de consumo energéticos desmedidos, lleva a que la producción desregulada para la salud humana puede afectar negativamente la salud planetaria, consumiendo sin sostenibilidad sus recursos y contribuyendo al empeoramiento del cambio climático. Esta tensión requiere de urgentes medidas para asegurar nuestra salud humana de forma sustentable y armónica con la salud planetaria.

Al realizar la bajada de esta tensión a los fenómenos de cambio global relacionados con la seguridad alimentaria y salud integral podemos encontrarnos con una tensión entre la producción y abastecimiento de alimentos con la salud ambiental (para el caso de la seguridad alimentaria), y con una tensión entre el bienestar humano y la sostenibilidad (para el caso de la salud integral) (Figura 2). En el presente informe analizaremos en detalle algunos nodos críticos que son fundamentales para abordar el desafío de

restablecer los equilibrios en estas tensiones, y así enfrentar con medidas concretas los fenómenos de seguridad alimentaria y salud integral. Antes de ir en detalle a estos nodos, sus implicancias, fortalezas, debilidades, oportunidades y desafíos para Chile y Latinoamérica, es importante comprender un segundo elemento de análisis para la tensión entre salud humana y planetaria: la necesidad de abordar de forma seria y sistemática el enfoque de *One Health*. El enfoque *One Health*, o "Una Sola Salud", reconoce la interdependencia entre la salud humana, animal y ambiental, planteando que estas dimensiones no pueden ni deben entenderse ni abordarse de manera aislada (Figura 3). *One Health* propone que se genere un marco integrador y multidisciplinario para enfrentar los desafíos complejos que surgen de esta interacción, particularmente en un contexto global de cambio climático, degradación de los ecosistemas y aparición de nuevas enfermedades zoonóticas. En el caso de nuestro país y Latinoamérica, el enfoque *One Health* tiene una relevancia fundamental debido a nuestra gran riqueza en biodiversidad contrapuesta a la fragilidad de nuestros ecosistemas y recursos naturales por la crisis climática que estamos enfrentando.

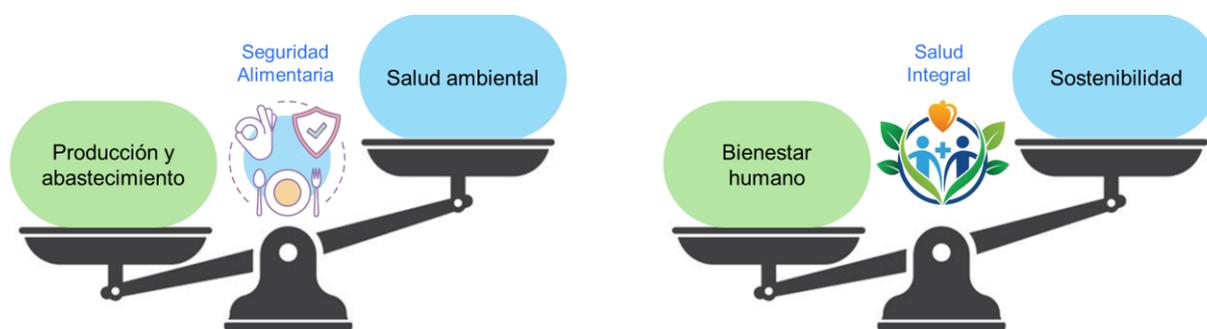


Figura 2. Desbalances actuales en los fenómenos de seguridad y salud integral. Actualmente, el desafío de asegurar producción y abastecimiento de alimentos para la población puede peligrosamente generar un desbalance que va en desmedro del ambiente. Por otro lado, nuestro bienestar humano puede peligrosamente desbalancear nuestra sostenibilidad. Debido a que los recursos naturales son limitados, lo que además se ha exacerbado con el cambio climático, un continuo desbalance generaría un colapso que amenazaría gravemente la seguridad alimentaria y la salud integral.

Para la seguridad alimentaria, *One Health* enfatiza la necesidad de prácticas agrícolas sostenibles que minimicen el impacto ambiental mientras se garantizan alimentos nutritivos y seguros para la población. Esto implica no sólo la reducción del uso de agroquímicos que afectan los ecosistemas acuáticos y terrestres, sino también el manejo adecuado de residuos agrícolas y ganaderos, que son fuentes clave de contaminación y propagación de patógenos. En el contexto chileno, donde la agroindustria es un sector económico clave, adoptar este enfoque puede ayudar a mitigar tensiones entre la producción de alimentos y la preservación ambiental, como ocurre en las zonas de intensa actividad agrícola en el centro-sur del país. Por otro lado, en el ámbito de la salud integral, *One Health* destaca la interconexión entre los problemas de salud humana y los

impactos ambientales y sociales. La contaminación del aire y el agua, fenómenos exacerbados por la urbanización y la expansión industrial en Chile y Latinoamérica, incrementan la incidencia de enfermedades respiratorias y cardiovasculares. En Chile, este enfoque se puede traducir en políticas que promuevan un equilibrio entre el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental, priorizando la salud de las comunidades vulnerables y protegiendo los ecosistemas que las sustentan.

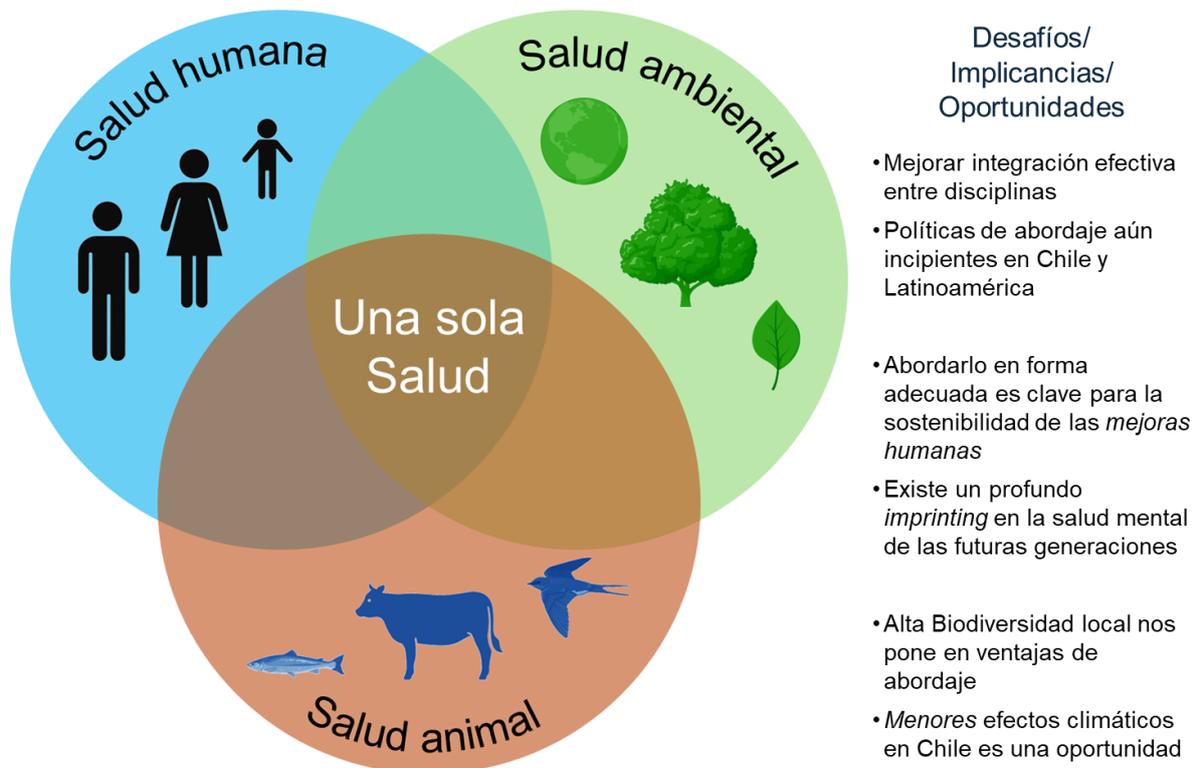


Figura 3. El enfoque *One Health* y sus implicancias para Chile. El concepto de *One Health* o Una sola Salud promueve la interdependencia de la salud humana con la salud ambiental y la salud animal, promoviendo el cuidado integral de estos tres componentes para mantener una salud equilibrada, sostenible, y en armonía con nuestro planeta (una sola salud). Este enfoque presenta desafíos, implicancias y oportunidades para Chile, cuyo abordaje debe estar en el centro de las políticas públicas.

El enfoque *One Health* no sólo proporciona un modelo conceptual para entender la complejidad de las interacciones entre salud y medio ambiente, sino que también ofrece una guía para la acción, la cual es clave que sea adoptada en las políticas públicas de Chile y Latinoamérica. Este enfoque permitirá establecer un camino hacia un futuro más resiliente y equilibrado, donde el bienestar humano y la sostenibilidad no sean metas opuestas, sino componentes esenciales de una misma visión de desarrollo (Figura 4).

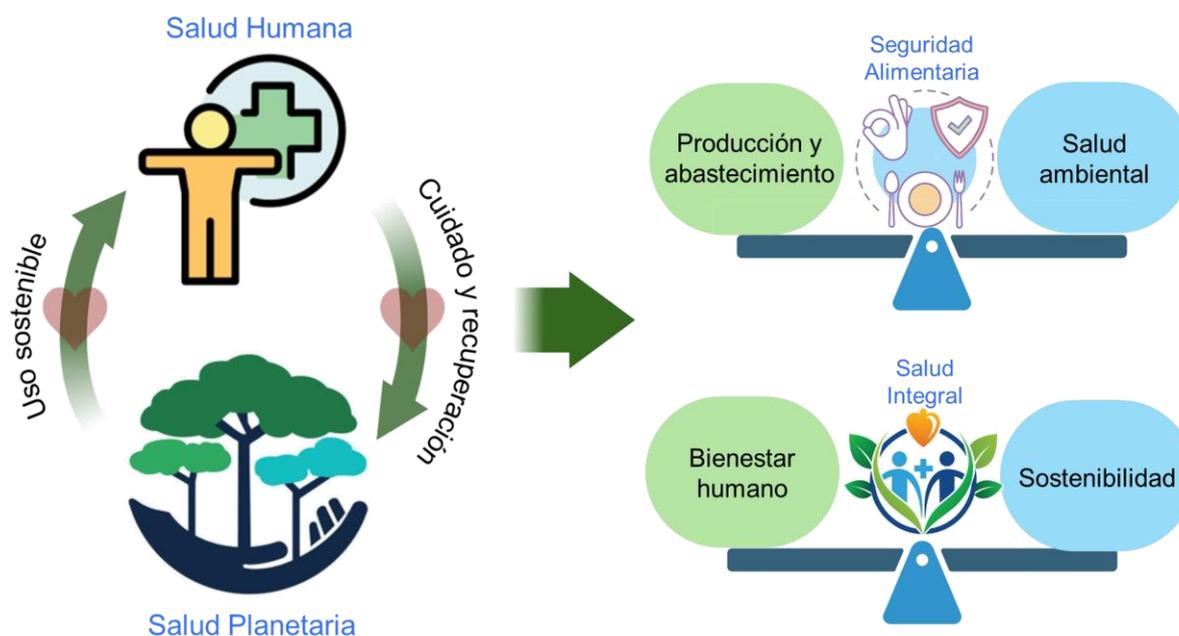


Figura 4. Adopción del enfoque *One Health* y su contribución en mitigar la tensión entre salud humana y salud planetaria. La adopción de políticas públicas que integren el enfoque *One Health* contribuyen a una relación armoniosa entre salud humana y salud planetaria, lo que puede llevar a recuperar los balances en seguridad alimentaria y salud integral.

Por supuesto que estas políticas deben tener una bajada específica para la discusión de políticas y la adopción de medidas concretas, por lo que hemos identificado nodos específicos para abordar en los fenómenos de cambio global de Seguridad Alimentaria y Salud Integral, los que serán discutidos a continuación.

Nodos temáticos en Seguridad Alimentaria y Salud Integral

El enfoque de abordaje integral para los fenómenos de cambio global en seguridad alimentaria y salud integral son fundamentales para tratarlos de forma eficiente en discusiones posteriores que no sólo tengan miradas desde el mundo de las ciencias biológicas, biomédicas, y de la salud, sino que también integre miradas desde el mundo de las ciencias sociales, de la tierra, de la ingeniería, políticas, entre otras. Esto es puesto de manifiesto en los reportes de anticipación internacionales y avalado por la literatura científica, y fue uno de los puntos de discusión más abordados en las entrevistas con los expertos que aportaron en este informe. Sin ánimo de desconocer esto (de hecho, volveremos a ello al final de este informe), es importante de todos modos hacer el ejercicio de identificar temas específicos de implicancia para nuestro país en estos fenómenos, que puedan ayudar a visualizar y discutir medidas concretas y específicas, las cuales en su conjunto puedan integrarse en una mirada global, como fue enunciado más arriba. Para esto, elaboramos un mapa de palabras con los conceptos más

relevantes que surgieron del análisis de reportes de anticipación nacionales (CTCI), internacionales, artículos en revistas científicas, y los apuntes tomados en 6 entrevistas a expertas y expertos nacionales, con trayectoria reconocida en seguridad alimentaria y salud integral. Este análisis reveló una gran cantidad de conceptos (Figura 5) que relevan temáticas que merecen ser tratadas y analizadas en una discusión de las implicancias en seguridad alimentaria y salud integral, pero que por su elevado número es necesario agruparlas en temáticas, que, aunque específicas, puedan abordar varios de estos conceptos, y de este modo podamos explicar sus implicancias, fortalezas y debilidades, factores de riesgo y oportunidad. A estas temáticas agrupadores las hemos denominado nodos, las cuales a su vez tributamos hacía seguridad alimentaria, salud integral, o ambos fenómenos combinados. En el presente informe identificamos 13 nodos, lo que representa nuestro tercer elemento de análisis (Figura 6), los cuales se presentan a continuación:

Nodos en Seguridad alimentaria:

- < Producción de alimentos
- < Abastecimiento de alimentos
- < Disminución de la biodiversidad
- < Educación alimentaria

Nodos en Salud Integral:

- < Servicios avanzados de tecnologías
- < Incremento de enfermedades
- < Envejecimiento.

Nodos transversales para seguridad alimentaria y salud integral:

- < Cambio climático
- < Ingeniería genética
- < Aumento del costo de la vida
- < Inteligencia artificial
- < Salud mental
- < Educación



Figura 5. Conceptos más frecuentes en el análisis de las implicancias par Chile en seguridad alimentaria y salud integral. Esta lista representa los conceptos más frecuentes recopilados en los informes de anticipación, artículos científicos, y entrevistas a expertos, excluyendo conceptos que, aunque no necesariamente menos importantes, aparecen con menos frecuencia. El tamaño de letra es directamente proporcional a la cantidad de veces que el concepto aparece en el análisis.

Los nodos identificados, se desglosan a su vez en una gran variedad de temáticas, tanto las incluidas en la Figura 5, como otras que a pesar de no aparecer en el análisis de frecuencia de conceptos (Figura 5), a raíz del análisis y las entrevistas con expertos, fueron considerados por su alta relevancia. La estrecha interconexión entre ambos temas significa que los nodos mencionados anteriormente no se limitan exclusivamente a la salud integral o a la seguridad alimentaria. Más bien, se han agrupado para facilitar un análisis diferenciado de cada fenómeno, lo que haremos en las próximas dos secciones de este análisis, aunque deben considerarse desde una perspectiva integrada que requiere un enfoque global, interdisciplinario y multidimensional, lo que será abordado en la última sección de este análisis.

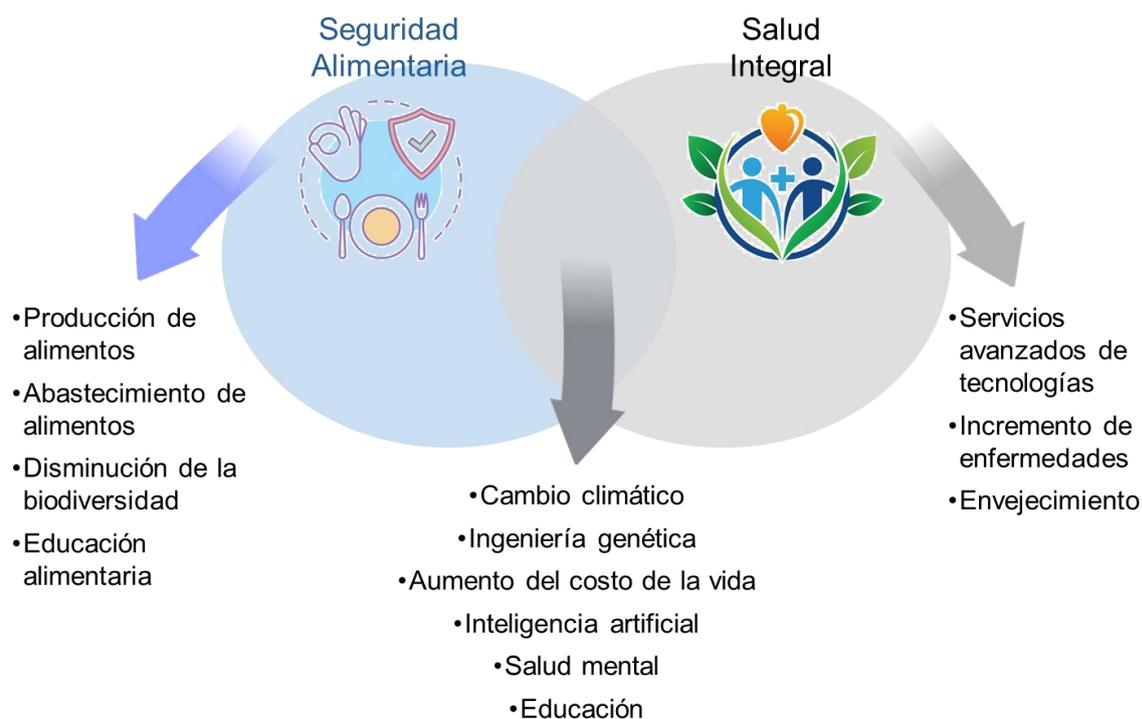


Figura 6. Nodos temáticos identificados para los fenómenos de seguridad alimentaria y salud integral. Estos nodos representan temáticas de interés específicas para seguridad alimentaria, específicas para salud integral, o transversales a ambos fenómenos.

Seguridad Alimentaria, desafíos y oportunidades

Asegurar la seguridad alimentaria es un desafío crucial para el desarrollo de Chile y, en el contexto latinoamericano, enfrentamos problemas estructurales similares, caracterizados por una profunda desigualdad en el acceso a alimentos variados y nutritivos, a pesar de nuestra alta biodiversidad. Esta paradoja pone de manifiesto la necesidad de abordar las brechas existentes en la distribución, el acceso y el consumo de alimentos, que afectan de manera desproporcionada a las comunidades más vulnerables. Por otro lado, la dependencia de la economía chilena en la exportación de materias primas alimentarias, como frutas, vino y productos del mar, genera una tensión adicional: satisfacer la demanda internacional mientras se garantiza el abastecimiento interno y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas.

El cambio climático y la subsecuente degradación ambiental hace que no solo peligre la producción para abastecer a nuestra población, sino que también pone en peligro nuestra economía, con las ya sabidas consecuencias negativas que esto trae. Eventos climáticos extremos, como sequías prolongadas y temperaturas inusualmente altas, ya están afectando la productividad en regiones clave, como el norte y centro de Chile. Estas alteraciones no sólo ponen en riesgo la capacidad de abastecer a nuestra población, sino

que también afectan la competitividad de nuestras exportaciones, lo que puede tener repercusiones económicas significativas, incluyendo la pérdida de empleos en el sector agrícola y agroindustrial. Estas dinámicas subrayan la urgencia de implementar estrategias integradas que permitan mitigar los impactos del cambio climático y promover una transición hacia sistemas alimentarios más resilientes y sostenibles.

En el presente análisis, identificamos cuatro nodos de especial interés que agrupan conceptos clave relacionados con los desafíos y oportunidades para garantizar la seguridad alimentaria en Chile y en Latinoamérica (Tabla 1). Estos nodos abarcan aspectos como la innovación tecnológica, la diversificación de la producción, la sostenibilidad ambiental y la equidad en el acceso a alimentos. Cada uno de ellos se desglosa en elementos específicos que reflejan tanto las barreras como las posibilidades para enfrentar el fenómeno de seguridad alimentaria, ofreciendo una guía estratégica para enfrentar los problemas actuales y aprovechar las fortalezas inherentes de nuestro país. Este enfoque multidimensional no solo busca abordar las tensiones inmediatas, sino también sentar las bases para un desarrollo sostenible a largo plazo.

 SEGURIDAD ALIMENTARIA			
Producción de alimentos	Abastecimiento de alimentos	Disminución biodiversidad	Educación alimentaria
datos satelitales costo de la vida aumento población herramientas digitales adaptación agrícola plant-based mejoramiento genético innovación tecnológica ómicas agricultura de precisión inteligencia artificial sub-productos	zonas rurales desperdicio de alimentos innovación tecnológica herramientas digitales distribución de alimentos infraestructura zoonosis desabastecimiento	cambio climático desastres naturales contaminación biodiversidad agrícola mejoramiento genético	nutrición y salud nutrición y enfermedad ley de etiquetados regulación vs desarrollo salud mental one-health alimentación sostenible alimentos ultraprocesados cruce interministerial educación comunitaria

Tabla 1. Principales nodos en Seguridad Alimentaria, y sus conceptos claves asociados.

Producción de alimentos

La producción de alimentos en Chile, en el contexto latinoamericano, enfrenta desafíos críticos que combinan el aumento poblacional, el incremento del costo de la vida y los efectos del cambio climático sobre los sistemas agrícolas. Estos factores están transformando las dinámicas de la seguridad alimentaria, exigiendo soluciones

innovadoras y sostenibles que permitan satisfacer la creciente demanda de alimentos sin comprometer los recursos naturales ni exacerbar las desigualdades sociales. Chile, con su diversidad climática y su posición estratégica en la exportación agrícola, tiene una oportunidad única para liderar estas transformaciones dentro de la región, adoptando un enfoque basado en la innovación tecnológica, las herramientas avanzadas y la sostenibilidad. En este contexto, el uso de datos satelitales y la agricultura de precisión está redefiniendo la manera en que se gestionan los cultivos y los recursos en Chile. Estas tecnologías permiten monitorear en tiempo real el estado de los suelos, las condiciones climáticas y la salud de los cultivos, optimizando el uso de agua, fertilizantes y pesticidas. Esto es especialmente crucial en un país donde la escasez hídrica afecta significativamente la productividad agrícola, particularmente en regiones como el norte y el centro del país. Al integrar estos datos con inteligencia artificial y herramientas digitales, los agricultores pueden anticipar problemas, mejorar la toma de decisiones y maximizar los rendimientos, reduciendo costos y desperdicios en el proceso. Por otro lado, la incorporación de tecnologías ómicas (genómica, proteómica, transcriptómica, metabolómica y el estudio del microbioma) ofrece una revolución en el manejo de cultivos y ganado. La genómica está permitiendo el desarrollo de variedades de cultivos mejoradas genéticamente para resistir sequías, plagas y enfermedades, mientras que la proteómica y la metabolómica ofrecen *insights* detallados sobre la fisiología de las plantas y su respuesta a factores de estrés. Por otro lado, el estudio del microbioma del suelo y las plantas abre la puerta a prácticas agrícolas que aprovechan microorganismos beneficiosos para mejorar la fertilidad del suelo y la salud de los cultivos, reduciendo la dependencia de agroquímicos. Estas innovaciones, combinadas con estrategias de adaptación agrícola, son fundamentales para enfrentar la variabilidad climática y los desafíos relacionados con la sostenibilidad.

En cuanto a las oportunidades para diversificar la producción alimentaria, la transición hacia dietas *plant-based* destaca como un cambio transformador. Este enfoque no solo responde a las demandas globales de alimentos más sostenibles, sino que también permite aprovechar mejor los recursos agrícolas y reducir el impacto ambiental asociado a la producción ganadera. Empresas chilenas están liderando este movimiento, desarrollando productos innovadores a base de plantas que están ganando reconocimiento internacional. Estos avances están alineados con la creciente necesidad de sistemas alimentarios que equilibren la producción con la salud ambiental y la accesibilidad económica. Además, la valorización de subproductos agrícolas e industriales representa una oportunidad significativa para fomentar una economía circular en Chile. Existen empresas chilenas que están demostrando cómo los residuos agrícolas pueden transformarse en insumos de alto valor para la alimentación, la energía y la industria farmacéutica. Este enfoque no solo reduce el desperdicio, sino que también

incrementa la rentabilidad de las cadenas de valor agrícola, posicionando a Chile como un líder en prácticas sostenibles.

La integración de estas tecnologías y estrategias también plantea la oportunidad de fortalecer la colaboración regional en Latinoamérica, compartiendo conocimientos y prácticas innovadoras para enfrentar desafíos comunes. Por ejemplo, la adopción de modelos de agricultura sostenible y el desarrollo de tecnologías de monitoreo avanzado pueden beneficiar a toda la región, elevando los estándares de producción y garantizando una mayor resiliencia frente a fenómenos globales como el cambio climático. Chile tiene el potencial de convertirse en un referente en la producción de alimentos para garantizar la seguridad alimentaria, integrando agricultura de precisión, enfoques basados en las tecnologías *ómicas*, prácticas sostenibles y la innovación tecnológica. Este enfoque no solo responde a los desafíos inmediatos de la sostenibilidad y la equidad, sino que también posiciona al país y a la región latinoamericana como líderes en la transición hacia sistemas alimentarios resilientes, inclusivos y orientados al futuro. La combinación de avances científicos, desarrollo empresarial y políticas públicas enfocadas en la sostenibilidad será clave para transformar estos desafíos en oportunidades, garantizando un desarrollo agrícola que priorice tanto el bienestar humano como la preservación ambiental.

Abastecimiento de alimentos

El abastecimiento de alimentos es un componente esencial de la seguridad alimentaria, y enfrenta en Chile y Latinoamérica una serie de desafíos que reflejan tensiones estructurales en la producción, distribución y consumo. En las zonas rurales, que son el motor principal de la producción agrícola en la región, la falta de infraestructura adecuada de transporte, almacenamiento y conectividad limita la capacidad de trasladar alimentos de manera eficiente hacia los centros urbanos. Esto no solo incrementa los riesgos de desabastecimiento, sino que también contribuye al desperdicio de alimentos, que representa una pérdida significativa de recursos económicos, naturales y sociales. En particular, las comunidades más vulnerables son las más afectadas, ya que enfrentan mayores barreras para acceder a alimentos frescos y nutritivos, lo que aumenta las desigualdades en la seguridad alimentaria. En este contexto, las oportunidades derivadas de la innovación tecnológica y las herramientas digitales son cruciales para transformar los sistemas de abastecimiento. Tecnologías como los sistemas de gestión basados en datos en tiempo real, el uso de sensores y el análisis predictivo mediante inteligencia artificial, pueden optimizar la distribución de alimentos al permitir una mejor planificación logística. Estas soluciones no solo reducen las pérdidas a lo largo de la cadena de suministro, sino que también aumentan la transparencia, la trazabilidad y la eficiencia operativa. Por ejemplo, plataformas digitales que conecten directamente a

productores rurales con mercados urbanos pueden reducir los intermediarios, mejorar los ingresos de los agricultores y ampliar el acceso de los consumidores a alimentos frescos a precios más asequibles.

Otro desafío relevante es la prevención y manejo de zoonosis, que no solo afecta la salud pública, sino que también puede desestabilizar las cadenas de abastecimiento de alimentos. Las enfermedades transmitidas de animales a humanos representan una amenaza creciente en un mundo donde la intensificación agrícola y la pérdida de biodiversidad aumentan las interacciones entre humanos y animales. En Chile, es fundamental fortalecer los sistemas de monitoreo y control sanitario a lo largo de toda la cadena de valor, implementando estándares más estrictos de bioseguridad y trazabilidad, y utilizando tecnologías avanzadas para detectar y mitigar brotes de manera temprana.

La integración de soluciones sostenibles en las zonas rurales es clave para abordar las ineficiencias actuales y aprovechar las oportunidades emergentes. Por ejemplo, la implementación de centros logísticos regionales equipados con tecnologías de almacenamiento en frío puede extender la vida útil de los productos perecederos, reduciendo el desperdicio de alimentos y mejorando la calidad del suministro. Además, el uso de tecnologías digitales como plataformas de comercio electrónico adaptadas a las necesidades locales puede facilitar el acceso a mercados tanto para pequeños como grandes productores, promoviendo cadenas de abastecimiento más inclusivas. Chile, en particular, tiene una ventaja estratégica en la implementación de estas soluciones debido a su capacidad para combinar avances tecnológicos con políticas públicas innovadoras. La integración de enfoques tecnológicos con estrategias de sostenibilidad y equidad no solo permite abordar los desafíos actuales, sino también sentar las bases para un sistema de abastecimiento resiliente. Este sistema debe ser capaz de adaptarse a los impactos del cambio climático, como las sequías y la disminución de la productividad agrícola, mientras asegura la estabilidad en el suministro de alimentos para todos los sectores de la población.

En términos de cooperación regional, Chile y Latinoamérica tienen la oportunidad de liderar iniciativas que combinen tecnología y sostenibilidad. La creación de redes de colaboración entre países podría permitir compartir mejores prácticas y recursos, fortaleciendo las cadenas de abastecimiento en toda la región. Esto es especialmente relevante en un contexto global donde las demandas por sistemas alimentarios más resilientes y sostenibles están en constante aumento. En última instancia, un sistema de abastecimiento transformado no solo debe responder a las necesidades locales, sino también posicionar a Chile como un referente en innovación y sostenibilidad en los

mercados globales. Este enfoque, que equilibra tecnología, inclusión y sostenibilidad, ofrece una hoja de ruta para enfrentar los desafíos actuales y futuros, mientras se fomenta una seguridad alimentaria más justa y sostenible.

Disminución de la biodiversidad

La disminución de la biodiversidad agrícola es un fenómeno crítico que afecta directamente la seguridad alimentaria en Chile y Latinoamérica, al limitar las opciones productivas y reducir la resiliencia de los sistemas agrícolas frente a los impactos del cambio climático y la intensificación de las actividades humanas. La biodiversidad agrícola no solo incluye la variedad de cultivos y sus razas tradicionales, sino también los ecosistemas y servicios ambientales que sustentan la producción, como la fertilidad del suelo, la regulación hídrica y la polinización. La pérdida de esta diversidad, exacerbada por la degradación ambiental y los desastres naturales más frecuentes, representa un desafío urgente que requiere un abordaje integral. En el contexto chileno, esta problemática se manifiesta de manera aguda en las regiones agrícolas clave del país. Por ejemplo, en el norte, la desertificación y la escasez hídrica afectan los cultivos tradicionales adaptados a estas condiciones extremas, mientras que en el centro-sur, el monocultivo intensivo de productos como el maíz y el trigo ha reducido drásticamente la diversidad genética local. Estos sistemas homogéneos son especialmente vulnerables a enfermedades y plagas, y dependen en gran medida de insumos externos, lo que aumenta los costos de producción y la vulnerabilidad frente a perturbaciones climáticas y económicas. En paralelo, la contaminación por agroquímicos y la expansión de la frontera agrícola hacia áreas sensibles están degradando los ecosistemas naturales, comprometiendo su capacidad para brindar servicios esenciales. Sin embargo, la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad agrícola presentan una oportunidad única para Chile y Latinoamérica. El mejoramiento genético, respaldado por avances en biotecnología y herramientas de análisis *ómicos* permite desarrollar variedades de cultivos que combinan resiliencia climática con altas cualidades nutricionales y productivas. Estas herramientas pueden ser utilizadas para recuperar y mejorar cultivos nativos, como la quinua, el maíz chilote o el frijol, que tienen un valor cultural, económico y ecológico significativo. Además, la biodiversidad agrícola puede actuar como un "banco genético" invaluable para futuras necesidades, especialmente en un contexto de incertidumbre climática.

La contaminación y la pérdida de biodiversidad también deben abordarse mediante políticas que incentiven prácticas agrícolas sostenibles. Esto incluye promover sistemas agroecológicos que integren la diversidad biológica como un componente central para mejorar la productividad y reducir la dependencia de insumos químicos. Por ejemplo, fomentar sistemas poli culturales y la rotación de cultivos no solo mejora la salud del

suelo, sino que también fortalece la resiliencia frente a eventos climáticos extremos. Chile, como líder en exportación agrícola, tiene la oportunidad de establecer estándares que demuestran cómo la productividad puede coexistir con la sostenibilidad, aprovechando su rica diversidad climática y biológica. En el contexto latinoamericano, la colaboración regional es fundamental para maximizar el potencial de la biodiversidad agrícola. Compartir tecnologías y conocimientos, como técnicas de mejoramiento genético y sistemas de monitoreo basados en datos *ómicos*, puede potenciar el desarrollo de sistemas alimentarios resilientes en toda la región. Iniciativas conjuntas para proteger y utilizar de manera sostenible la biodiversidad también fortalecerían la seguridad alimentaria y reducirían la dependencia de mercados internacionales para semillas y tecnologías agrícolas. La disminución de la biodiversidad agrícola no solo representa un desafío, sino también una oportunidad para replantear los sistemas alimentarios desde un enfoque integral. Al integrar prácticas sostenibles, fomentar la innovación tecnológica y fortalecer la colaboración regional, Chile y Latinoamérica pueden construir un modelo de seguridad alimentaria resiliente y sostenible que responda tanto a las demandas locales como a los desafíos globales. La protección de la biodiversidad agrícola es, en última instancia, una inversión en el futuro, no solo para garantizar la producción de alimentos, sino también para preservar los sistemas naturales que sustentan la vida en el planeta.

Educación alimentaria

La educación alimentaria es un elemento clave para garantizar la seguridad alimentaria y la salud integral en Chile y Latinoamérica, al conectar de manera directa los hábitos alimenticios con la nutrición y salud, así como con la prevención de enfermedades crónicas y la promoción del bienestar general. En un contexto donde los alimentos ultra procesados dominan gran parte de la oferta alimentaria, la educación alimentaria no solo es un medio para informar a la población sobre la calidad de los alimentos, sino también una herramienta para empoderar a las personas, fomentar una alimentación sostenible y desarrollar una cultura alimentaria más consciente y saludable. Esto resulta crucial en un escenario donde las enfermedades relacionadas con la dieta, como obesidad, diabetes y enfermedades cardiovasculares, están en aumento, al igual que los efectos indirectos sobre la salud mental, incluyendo el impacto negativo de una dieta pobre en nutrientes esenciales.

En Chile, la implementación de políticas como la ley de etiquetados representa un avance importante para alertar a los consumidores sobre los riesgos asociados al consumo excesivo de azúcares, grasas, calorías y sodio. Sin embargo, la eficacia de esta normativa ha sido limitada debido a su enfoque generalizado, donde prácticamente todos los alimentos procesados (incluso aquellos con reconocidos beneficios nutricionales, como

el yogur natural o ciertos panes integrales) terminan marcados con sellos de advertencia. Esto ha generado confusión entre los consumidores, quienes en muchos casos no cuentan con la educación necesaria para interpretar estas etiquetas de manera crítica. En contraste, el modelo del Reino Unido, basado en un sistema de colores (rojo, amarillo y verde), permite una comparación visual más intuitiva de los niveles de nutrientes en los alimentos. Este enfoque no solo facilita decisiones informadas, sino que también evita demonizar productos intrínsecamente nutritivos, promoviendo un cambio de comportamiento más efectivo y equitativo. Por otro lado, la discusión en torno a la ley de alimentos ultra procesados presenta serias limitaciones en cuanto a sus definiciones y criterios. La inclusión de productos como el quesillo, un alimento bajo en grasas, rico en proteínas y con una larga tradición cultural en Chile, en la categoría de ultra procesados es un ejemplo preocupante de cómo una regulación simplista puede distorsionar el entendimiento público sobre los alimentos. Clasificar alimentos como el quesillo junto a productos realmente ultra procesados, como snacks empaquetados o bebidas azucaradas, no solo resulta injusto, sino que también desincentiva el consumo de opciones saludables y locales. Estas inconsistencias reflejan una desconexión entre la normativa, la evidencia científica y las prácticas alimentarias culturales, destacando la necesidad de un enfoque regulatorio más matizado y basado en evidencia.

En este escenario, la educación alimentaria se posiciona como una herramienta indispensable para abordar estas brechas. En los colegios, integrar programas de educación alimentaria en los currículos escolares puede transformar la relación de las nuevas generaciones con la comida. Estas iniciativas no deben limitarse a enseñar qué alimentos evitar, sino que deben centrarse en promover una comprensión profunda sobre el impacto de los alimentos en la nutrición y enfermedad, el rol de una dieta equilibrada en la salud mental, y la importancia de elegir alimentos alineados con los principios de la alimentación sostenible. Actividades prácticas como huertos escolares y talleres de cocina pueden complementar el aprendizaje teórico, conectando a los estudiantes con los procesos de producción de alimentos y fomentando una valoración de los productos locales y frescos. A nivel comunitario, la educación comunitaria es clave para enfrentar desigualdades en el acceso a alimentos saludables. En comunidades vulnerables, donde los alimentos ultra procesados suelen ser más accesibles económicamente que las opciones frescas, los programas educativos pueden empoderar a las personas con herramientas para planificar comidas nutritivas dentro de sus limitaciones presupuestarias. Además, la integración de enfoques intersectoriales, a través de un cruce interministerial entre Salud, Educación y Agricultura, puede fortalecer la coherencia y el impacto de estas iniciativas, alineándolas con enfoque *One Health* que conecta la salud humana, animal y ambiental.

Las oportunidades para Chile en este ámbito son significativas. El país tiene la posibilidad de liderar un cambio transformador al combinar educación alimentaria con ajustes en sus políticas regulatorias. Refinar la ley de etiquetados para hacerla más intuitiva y específica, inspirándose en modelos como el británico, y revisar críticamente los criterios de la ley de ultra procesados para evitar errores conceptuales como la clasificación del queso, son pasos necesarios para construir un sistema alimentario más justo y efectivo. Complementar estas regulaciones con programas de educación alimentaria bien diseñados, tanto en colegios como a nivel comunitario, permitirá garantizar que las políticas sean comprendidas y adoptadas de manera significativa por la población. En última instancia, un enfoque integral que combine regulación, educación y sostenibilidad no solo mejorará la seguridad alimentaria en Chile, sino que también sentará las bases para un desarrollo más equitativo y resiliente. La educación alimentaria, entendida como un puente entre las políticas públicas y las prácticas individuales, tiene el potencial de transformar el sistema alimentario hacia un modelo más saludable, sostenible y culturalmente relevante para las necesidades de Chile y Latinoamérica.

Salud Integral, desafíos y oportunidades

La salud integral constituye un desafío central para el desarrollo de Chile y de Latinoamérica, especialmente en un contexto donde convergen problemas estructurales relacionados con el acceso desigual a servicios de salud, el envejecimiento de la población, el incremento de enfermedades crónicas no transmisibles y las tensiones asociadas al cambio climático. Estas dinámicas complejas reflejan la necesidad de abordar las brechas existentes en la provisión de servicios, la educación sanitaria y el diseño de políticas públicas que permitan no solo prevenir enfermedades, sino también fomentar el bienestar físico, mental y social de la población. Esta visión integral demanda un enfoque intersectorial que integre dimensiones ambientales, sociales y económicas en la planificación de estrategias efectivas.

Por otro lado, el contexto global, marcado por las transformaciones tecnológicas y la crisis ambiental, ha intensificado los desafíos para garantizar la salud integral. La contaminación del aire en las grandes urbes, el estrés asociado a la incertidumbre económica y los efectos del cambio climático incrementan la prevalencia de enfermedades respiratorias, crónicas no transmisibles y de salud mental. Estas problemáticas no solo afectan a las poblaciones más vulnerables, sino que también generan una presión creciente sobre los sistemas de salud pública, poniendo en evidencia la necesidad de fortalecer su resiliencia y capacidad de respuesta.

En el presente análisis, identificamos tres nodos de especial interés que agrupan conceptos clave relacionados con los desafíos y oportunidades para garantizar una salud integral en Chile y en Latinoamérica (Tabla 2). Cada uno de estos nodos se desglosa en elementos específicos que reflejan tanto los desafíos como las oportunidades para que la salud integral pueda asegurar inclusión y sostenibilidad, ofreciendo una guía estratégica que permita enfrentar los problemas actuales mientras se aprovechan las fortalezas únicas de nuestro país. A continuación, desglosaremos los principales nodos identificados, expandiendo el análisis hacia sus desafíos y oportunidades.

		
Servicios avanzados de tecnologías genómica proteómica transcriptómica metabolómica microbioma bioterios biobancos colaboración LATAM inteligencia artificial facilities país producción local capacidades GMP ciencia de datos	Incremento de enfermedades cáncer hipertensión diabetes obesidad epidemias y pandemias enf cardiovasculares enf neurológicas autoinmunidad inflamación alergias medicina personalizada salud mental terapia génica telemedicina	Envejecimiento telemedicina vacunas senescencia biológica enfermedades crónicas enfermedades infecciosas alimentación soledad telemedicina

Tabla 2. Principales nodos en Salud Integral, y sus conceptos claves asociados.

Servicios avanzados de tecnologías

Los servicios avanzados de tecnologías son un pilar fundamental para impulsar la salud integral en Chile y Latinoamérica, ya que habilitan herramientas innovadoras para la investigación biomédica, el diagnóstico, el tratamiento y la prevención de enfermedades. Tecnologías *ómicas* como la genómica, proteómica, transcriptómica, metabolómica y el análisis del microbioma están revolucionando nuestra comprensión de los sistemas biológicos, permitiendo un enfoque más preciso y personalizado en el manejo de enfermedades crónicas, infecciosas y de salud mental. Estas plataformas tecnológicas permiten identificar biomarcadores clave, desarrollar terapias específicas y adaptar tratamientos a las características genéticas y metabólicas de cada paciente, transformando el paradigma de la atención médica desde un enfoque reactivo a uno predictivo y preventivo. En Chile, el desarrollo de *facilities* de equipamiento nacionales, como laboratorios avanzados y centros de investigación con acceso a tecnología de

punta, ha sido clave para posicionar al país como un referente regional en innovación biomédica. Estas instalaciones permiten realizar investigaciones de alta complejidad, apoyadas por infraestructuras complementarias como bioterios y biobancos, esenciales para conservar y estudiar muestras biológicas de manera estandarizada. Sin embargo, persisten desafíos significativos, entre los que destacan la desigualdad en el acceso a estas tecnologías, la dificultad de mantener el equipamiento a largo plazo, la renovación de este, la concentración de capacidades en grandes centros urbanos y la falta de integración efectiva entre las instituciones de investigación y los sistemas de salud pública. Esto hace necesario discutir acerca de la necesidad de una inversión constante para garantizar el acceso, mantenimiento y renovación de estas tecnologías, pensando quizás en *facilities* centralizados nacionales, y fondos especiales para poder acceder a su óptima utilización.

Un área de particular relevancia es el impulso de la producción local de vacunas y biológicos, un objetivo estratégico para garantizar la soberanía sanitaria de Chile y Latinoamérica. La implementación de capacidades GMP (Buenas Prácticas de Manufactura) es crucial para avanzar en la fabricación de productos biológicos a escala nacional, desde vacunas hasta terapias celulares o basadas en anticuerpos monoclonales. Esto no solo reduciría la dependencia de las importaciones, sino que también permitiría responder de manera ágil a emergencias sanitarias como pandemias, además de fortalecer la capacidad de investigación clínica local.

La ciencia de datos y la inteligencia artificial están transformando la manera en que analizamos y aplicamos los datos generados por estas tecnologías avanzadas. Por ejemplo, el uso de algoritmos de aprendizaje automático para integrar datos genómicos, transcriptómicos y clínicos puede acelerar la identificación de factores de riesgo y predecir resultados de tratamientos, optimizando los recursos en salud pública. Este enfoque es particularmente relevante en el contexto chileno, donde el acceso limitado a servicios de salud en áreas rurales y comunidades vulnerables exige soluciones eficientes y personalizadas que maximicen el impacto de las intervenciones.

La colaboración con otros países de la región representa una oportunidad única para abordar estos desafíos de manera conjunta, compartiendo recursos y experiencia en investigación biomédica y facilitando el acceso a tecnologías avanzadas en toda la región. Una red regional integrada podría potenciar el desarrollo de infraestructura compartida, como biobancos y centros de datos, mientras promueve proyectos colaborativos en áreas clave como enfermedades tropicales desatendidas y el impacto del cambio climático en la salud. Esta cooperación no solo reforzaría las capacidades tecnológicas de

cada país, sino que también posicionaría a Latinoamérica como un actor relevante en el ámbito de la innovación biomédica global.

Chile tiene la posibilidad de liderar iniciativas estratégicas al aprovechar su creciente capacidad en investigación científica y su infraestructura tecnológica emergente. Sin embargo, para maximizar estas oportunidades, es necesario abordar desafíos estructurales como la inversión sostenida en equipamiento avanzado, la capacitación de recursos humanos altamente especializados y la creación de políticas públicas que incentiven la transferencia tecnológica hacia el sistema de salud y las industrias locales. Además, se requiere una visión a largo plazo que integre los servicios avanzados de tecnologías con los principios de sostenibilidad y equidad, garantizando que los beneficios de estas innovaciones lleguen a toda la población. En última instancia, los servicios avanzados de tecnologías no solo tienen el potencial de transformar la salud integral en Chile y Latinoamérica, sino que también ofrecen un camino hacia un sistema de salud más resiliente, inclusivo y preparado para enfrentar los desafíos del futuro. La convergencia de avances en biotecnología, inteligencia artificial y colaboración regional representa una oportunidad histórica para redefinir la salud integral, alineándose con las necesidades específicas de la región y posicionándose como un modelo de referencia en innovación y equidad en salud.

Incremento de enfermedades

El incremento de enfermedades crónicas e infecciosas se ha convertido en uno de los desafíos más apremiantes para la salud integral en Chile y Latinoamérica. Condiciones como el cáncer, la hipertensión, la diabetes, la obesidad y las enfermedades cardiovasculares han aumentado de manera alarmante en las últimas décadas, impulsadas por factores como el envejecimiento poblacional, los cambios en los estilos de vida, la urbanización descontrolada y las desigualdades socioeconómicas. Paralelamente, enfermedades emergentes relacionadas con epidemias y pandemias, como el COVID-19, han puesto en evidencia las limitaciones estructurales de los sistemas de salud en la región. Además, el aumento en la incidencia de enfermedades neurológicas, condiciones de autoinmunidad, y procesos inflamatorios crónicos, así como el impacto de las alergias, refuerzan la urgencia de adoptar un enfoque integral que aborde las interacciones entre estas patologías y sus factores de riesgo.

La creciente prevalencia de enfermedades crónicas y complejas no solo genera una carga económica significativa para los sistemas de salud, sino que también afecta profundamente la calidad de vida de las personas y la cohesión social. En este contexto, herramientas como la medicina personalizada y tecnologías avanzadas como la terapia génica representan oportunidades transformadoras. La medicina personalizada,

apoyada en datos genómicos, proteómicos y metabolómicos, permite desarrollar tratamientos adaptados a las características individuales de los pacientes. Por ejemplo, en el caso del cáncer, el análisis de mutaciones genéticas específicas guía el diseño de terapias dirigidas, mejorando la eficacia del tratamiento y reduciendo efectos adversos. En enfermedades cardiovasculares y autoinmunes, estas tecnologías ofrecen oportunidades para identificar factores de riesgo y aplicar intervenciones preventivas más precisas y efectivas. Sin embargo, la integración de estas innovaciones en el sistema de salud enfrenta barreras significativas. Entre ellas, destacan la falta de acceso equitativo a tecnologías avanzadas, la insuficiencia en infraestructura médica especializada y la necesidad de formar personal altamente capacitado. En este sentido, la implementación de la telemedicina, que tuvo un auge durante la pandemia, surge como una solución para superar barreras geográficas y llevar servicios de salud especializados a comunidades rurales y marginadas. La telemedicina puede facilitar el diagnóstico temprano, el seguimiento de enfermedades crónicas como la obesidad y la diabetes, y la atención de patologías neurológicas que requieren manejo continuo y especializado.

La salud mental es otra dimensión crítica que requiere atención urgente. El aumento de trastornos como la depresión, la ansiedad y el estrés postraumático, a menudo asociados con enfermedades crónicas y los desafíos del estilo de vida moderno, resalta la necesidad de integrar servicios de apoyo psicológico en la atención primaria. Este enfoque debe ir acompañado de campañas de educación sanitaria que promuevan la prevención y el manejo temprano de estas condiciones, así como de estrategias comunitarias que reduzcan el estigma asociado a la salud mental y mejoren el acceso a tratamientos efectivos.

A nivel estratégico, Chile tiene la oportunidad de liderar en Latinoamérica la integración de innovaciones como la medicina personalizada, la terapia génica y la telemedicina en su sistema de salud. No obstante, esto requiere superar desafíos estructurales como la desigualdad en el acceso a servicios de salud avanzados y la concentración de recursos en áreas urbanas. La inversión en infraestructura médica, la creación de políticas públicas que prioricen la equidad y la sostenibilidad, y la colaboración con otros países de la región son fundamentales para maximizar el impacto de estas tecnologías. La colaboración regional puede ser clave para enfrentar este panorama. Una red latinoamericana que comparta recursos, capacidades de investigación y datos epidemiológicos podría fortalecer la respuesta ante desafíos comunes como pandemias, enfermedades emergentes y el incremento de enfermedades crónicas. Este enfoque colaborativo también permitiría un uso más eficiente de las tecnologías avanzadas, como la

inteligencia artificial aplicada a la medicina personalizada y la gestión de datos de salud a gran escala.

El incremento de enfermedades no solo representa un desafío, sino también una oportunidad para transformar el sistema de salud hacia un modelo más inclusivo, equitativo y resiliente. Al integrar tecnologías avanzadas, fortalecer la atención primaria y promover estrategias intersectoriales que aborden los determinantes sociales de la salud, Chile puede establecer un sistema de salud que no solo responda a las necesidades actuales, sino que también esté preparado para los desafíos futuros. Este enfoque no solo mejorará los resultados de salud en el país, sino que también posicionará a Chile como un referente regional en innovación y gestión de salud integral.

Envejecimiento

El envejecimiento de la población es un fenómeno cada vez más significativo en Chile y Latinoamérica, con profundas implicancias para la salud integral. A medida que la esperanza de vida aumenta, también lo hacen las enfermedades crónicas, como la hipertensión, la diabetes y las enfermedades cardiovasculares, que demandan una atención médica continua y especializada. Paralelamente, el sistema inmunológico envejecido incrementa la vulnerabilidad frente a enfermedades infecciosas, subrayando la importancia de estrategias preventivas como las vacunas en las personas mayores. Además, la senescencia biológica, que incluye el deterioro progresivo de las funciones físicas y cognitivas, plantea desafíos significativos para el diseño de sistemas de salud resilientes y adaptados a las necesidades de esta población. El envejecimiento no solo está relacionado con la salud física, sino también con factores sociales y emocionales que afectan profundamente el bienestar. La soledad, exacerbada por la fragmentación familiar y las barreras de acceso a actividades comunitarias, es un problema creciente entre las personas mayores, vinculado a un mayor riesgo de depresión, ansiedad y deterioro cognitivo. Por otro lado, la alimentación también juega un rol crucial en la calidad de vida de los adultos mayores, ya que las dietas inadecuadas pueden agravar condiciones crónicas y contribuir a la fragilidad física.

En este contexto, herramientas como la telemedicina representan una oportunidad clave para enfrentar los desafíos del envejecimiento. La telemedicina permite llevar atención médica especializada a comunidades remotas y marginadas, mejorando el acceso y la continuidad del cuidado. También facilita el monitoreo a distancia de enfermedades crónicas y la promoción de hábitos saludables, como una alimentación adecuada y la adherencia a esquemas de vacunación. Sin embargo, su implementación requiere superar barreras tecnológicas y culturales, especialmente entre las generaciones mayores, donde la alfabetización digital suele ser limitada.

Para Chile, el envejecimiento poblacional presenta tanto desafíos como oportunidades. Entre los desafíos destacan la necesidad de fortalecer los sistemas de atención primaria, garantizar la equidad en el acceso a servicios de salud, y abordar los determinantes sociales de la salud en los adultos mayores. Al mismo tiempo, el país tiene la oportunidad de liderar en la región mediante la integración de innovaciones como la telemedicina y la promoción de políticas intersectoriales que combinen atención médica, programas de vacunación, educación nutricional y estrategias para combatir la soledad. Este enfoque holístico puede posicionar a Chile como un referente en la gestión del envejecimiento en Latinoamérica, garantizando no solo una mayor longevidad, sino también una mejor calidad de vida para su población mayor.

Desafíos y oportunidades transversales en Seguridad Alimentaria y Salud Integral

La relación entre la seguridad alimentaria y la salud integral es profundamente bidireccional. Una dieta inadecuada, caracterizada por la insuficiencia calórica o la malnutrición, tiene un impacto directo en la salud física y salud mental de las personas, aumentando la vulnerabilidad a enfermedades infecciosas, diabetes e hipertensión. Por otro lado, la falta de acceso a servicios de salud integrales puede limitar la capacidad de las comunidades para abordar desafíos alimentarios, perpetuando un ciclo de pobreza y enfermedad. En Latinoamérica, la obesidad y la desnutrición coexisten, creando un fenómeno conocido como la doble carga de la malnutrición, que afecta desproporcionadamente a las poblaciones más vulnerables. Esta relación estrecha entre seguridad alimentaria y salud integral nos llevó a que en esta última sección del análisis identificáramos 6 nodos transversales para ambos fenómenos de cambio global (Tabla 3), de los cuales sus implicancias, desafíos y oportunidades nos referiremos a continuación.

 SEGURIDAD ALIMENTARIA Y SALUD INTEGRAL 					
Cambio climático	Ingeniería genética	Costo de la vida	Inteligencia artificial	Salud mental	Educación
innovación tecnológica desastres naturales datos satelitales agricultura producción alimentos enfermedades por vectores biodiversidad terrenos cultivables colaboración LATAM contaminación	tecnologías ómicas terapia génica mejoramiento genético CRISPR	salud alimentos vivienda educación inflación globalización importaciones/exportaciones envejecimiento	integración IA aplicada IA generativa machine learning ciencia de datos telemedicina diagnóstico de precisión regulación	integración estigmatización soledad ansiedad climática hábitos inversión telemedicina atención primaria relación con enfermedades relación con alimentación hábitos	educación alimentaria one health integración planificación largo plazo inteligencia colectiva ciencia ciudadana innovación y riesgo regulación vs desarrollo

Tabla 3. Principales nodos transversales para Seguridad Alimentaria y Salud Integral, y sus conceptos claves asociados.

Cambio climático

El cambio climático es un fenómeno transversal que impacta directamente la seguridad alimentaria y la salud integral, planteando desafíos significativos para Chile y Latinoamérica. Los efectos del cambio climático, como el aumento de la frecuencia e intensidad de los desastres naturales (sequías, inundaciones y olas de calor), están reduciendo la disponibilidad de terrenos cultivables y afectando la producción de alimentos. Esto genera tensiones en los sistemas agrícolas, disminuyendo la capacidad de garantizar el acceso equitativo a alimentos nutritivos y seguros. La pérdida de biodiversidad agrava aún más la situación, al reducir la resiliencia de los ecosistemas agrícolas frente a plagas y enfermedades, y limitar las opciones de adaptación para los productores.

En el ámbito de la salud integral, el cambio climático está relacionado con el aumento de enfermedades transmitidas por vectores, como el dengue y la malaria, debido a la expansión de los hábitats de insectos transmisores hacia nuevas áreas. Asimismo, la contaminación ambiental, exacerbada por actividades agrícolas intensivas y la quema de combustibles fósiles, tiene efectos negativos en la salud respiratoria y cardiovascular de las poblaciones, especialmente las más vulnerables.

A pesar de estos desafíos, el cambio climático también presenta oportunidades para la innovación tecnológica y la colaboración regional. El uso de datos satelitales en la agricultura permite monitorear el estado de los cultivos, predecir eventos climáticos extremos y optimizar el uso de recursos como el agua y los fertilizantes. Este enfoque, combinado con prácticas agrícolas sostenibles, puede ayudar a mitigar los impactos del cambio climático en la producción de alimentos. Además, la colaboración Latinoamericana ofrece un marco para compartir tecnologías, conocimientos y estrategias, fortaleciendo la resiliencia regional frente a los efectos del cambio climático.

Para Chile, abordar estas interacciones entre cambio climático, seguridad alimentaria y salud integral requiere una visión integradora que combine la protección de la biodiversidad, la innovación tecnológica y la creación de políticas públicas alineadas con los principios de sostenibilidad. Al liderar la implementación de soluciones basadas en la tecnología y la cooperación regional, Chile puede no solo adaptarse a los desafíos del cambio climático, sino también posicionarse como un referente en la transición hacia sistemas alimentarios y de salud resilientes en Latinoamérica.

Ingeniería genética

La ingeniería genética está transformando tanto la seguridad alimentaria como la salud integral, al ofrecer herramientas innovadoras para abordar desafíos complejos relacionados con la producción de alimentos y la gestión de enfermedades. En el ámbito

agrícola, el mejoramiento genético y tecnologías como CRISPR permiten desarrollar cultivos más resilientes frente a condiciones climáticas adversas, como sequías y plagas, aumentando la productividad de los sistemas agrícolas y reduciendo la necesidad de insumos químicos. Estos avances no solo contribuyen a garantizar el acceso a alimentos seguros y nutritivos, sino que también promueven prácticas sostenibles al minimizar el impacto ambiental de la agricultura. En Chile, estas tecnologías tienen un potencial significativo para mejorar cultivos clave como el trigo, el maíz y las frutas exportadas, posicionando al país como un líder regional en innovación agrícola.

En el ámbito de la salud integral, las tecnologías *ómicas* y la terapia génica están revolucionando la medicina al ofrecer tratamientos personalizados para enfermedades genéticas, autoinmunes y crónicas. Estas herramientas permiten identificar mutaciones específicas y diseñar terapias dirigidas, aumentando la eficacia de los tratamientos y reduciendo los efectos adversos. La aplicación de CRISPR en la edición genética está abriendo nuevas posibilidades para corregir defectos genéticos subyacentes a diversas enfermedades, desde trastornos metabólicos hasta condiciones autoinmunes, mejorando significativamente la calidad de vida de los pacientes.

Sin embargo, la implementación de estas tecnologías enfrenta desafíos importantes, como la necesidad de infraestructura avanzada, la capacitación de profesionales especializados y la regulación ética y social de su uso. En el contexto latinoamericano, donde las desigualdades en el acceso a tecnología e innovación son marcadas, es crucial desarrollar marcos regulatorios inclusivos y fortalecer la colaboración regional para compartir conocimientos y recursos. Chile tiene la oportunidad de liderar este esfuerzo al consolidar su capacidad en investigación biomédica y biotecnológica, potenciando el uso de tecnologías como CRISPR y la terapia génica tanto en agricultura como en salud.

La integración de la ingeniería genética en la seguridad alimentaria y la salud integral representa una oportunidad única para abordar problemas globales y regionales. Al promover la sostenibilidad, la equidad y la innovación, estas tecnologías pueden posicionar a Chile como un referente en el desarrollo de soluciones basadas en la ciencia, alineadas con las necesidades de su población y su entorno.

Costo de la vida

El costo de la vida es un factor determinante que interrelaciona profundamente la seguridad alimentaria y la salud integral, afectando la capacidad de las personas para acceder a recursos básicos como alimentos, vivienda, educación y servicios de salud. En Chile y Latinoamérica, el aumento sostenido de la inflación, impulsado por las dinámicas de la globalización y las fluctuaciones en los mercados internacionales, ha encarecido

significativamente los alimentos, especialmente aquellos importados, lo que limita su accesibilidad para los sectores más vulnerables. Esta situación no solo exacerba la inseguridad alimentaria, sino que también obliga a muchas familias a optar por productos ultra procesados de menor costo, pero de baja calidad nutricional, lo que incrementa las tasas de enfermedades crónicas como obesidad, diabetes y cardiovasculares.

El envejecimiento poblacional añade otra capa de complejidad, ya que una proporción cada vez mayor de la población requiere dietas específicas y atención médica continua, aumentando la presión sobre los sistemas de salud y los presupuestos familiares. Por otro lado, la dependencia de las importaciones/exportaciones en el sector alimentario también representa un desafío, ya que las fluctuaciones en los precios globales afectan tanto a los consumidores locales como a los productores nacionales, quienes enfrentan dificultades para competir en mercados cada vez más integrados.

Sin embargo, el costo de la vida también presenta oportunidades para impulsar políticas que promuevan la sostenibilidad y la equidad. La producción y el consumo de alimentos locales y frescos no sólo pueden reducir los costos asociados al transporte y la importación, sino también fortalecer la economía local y mejorar la calidad de la dieta. Asimismo, integrar programas de educación nutricional y financiera en los sistemas de educación puede capacitar a las personas para planificar sus recursos de manera más eficiente, promoviendo hábitos alimenticios saludables y sostenibles.

Para Chile, abordar la interrelación entre el costo de la vida, la seguridad alimentaria y la salud integral requiere un enfoque multidimensional que combine medidas económicas, educativas y sociales. Promover la producción local de alimentos, controlar los factores que impulsan la inflación, e invertir en programas que fortalezcan el acceso equitativo a salud y educación son pasos clave para garantizar que las familias puedan satisfacer sus necesidades básicas sin comprometer su bienestar. Este enfoque no solo mejorará la calidad de vida de la población, sino que también posicionará a Chile como un referente en la gestión de los desafíos asociados al costo de la vida en el contexto latinoamericano.

Inteligencia artificial

La inteligencia artificial (IA) probablemente ha sido la gran revolución del 2024. Si bien su uso comenzó hace varios años, su uso se extensivo para la población creció exponencialmente gracias a empresas que pusieron a disposición herramientas de uso libre como OpenAI (ChatGPT), Google (Gemini), Meta, Apple Intelligence, sólo por nombrar algunas. La IA está transformando profundamente los campos de la seguridad alimentaria y la salud integral, ofreciendo herramientas innovadoras para enfrentar

desafíos complejos y mejorar la calidad de vida de las personas en Chile y Latinoamérica. La IA aplicada y el *machine learning* permiten analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real, optimizando la ciencia de datos y potenciando la toma de decisiones informadas. En el ámbito de la seguridad alimentaria, estas tecnologías son esenciales para monitorear los sistemas de producción, predecir rendimientos de cultivos y gestionar recursos de manera más eficiente frente al cambio climático y la escasez hídrica. Por ejemplo, la IA puede analizar patrones climáticos y datos satelitales para anticipar eventos extremos, mejorando la resiliencia de los sistemas agrícolas y reduciendo las pérdidas por desastres naturales. En Chile, esto es especialmente relevante para fortalecer la sostenibilidad de los sectores exportadores y garantizar el abastecimiento interno de alimentos nutritivos y asequibles. En el campo de la salud integral, la IA está revolucionando áreas como el diagnóstico de precisión y la medicina personalizada, al identificar patrones complejos en datos genómicos, clínicos y de imágenes. Esto permite prever riesgos de enfermedades, desarrollar terapias específicas y optimizar tratamientos según las características individuales de los pacientes. Por otro lado, la IA generativa está abriendo nuevas posibilidades en el diseño de medicamentos y vacunas, acelerando los procesos de desarrollo y reduciendo costos, el cual es un tema con un incipiente impulso en Chile, y merece ser relevado a una discusión amplia para extender y regular su uso. La integración de IA en la telemedicina amplía significativamente el acceso a servicios de salud, especialmente en comunidades remotas, al proporcionar diagnósticos rápidos, monitoreo continuo y recomendaciones personalizadas. Sin embargo, el uso de estas tecnologías también plantea desafíos éticos y técnicos, como la protección de datos sensibles, la equidad en el acceso y la posible deshumanización de la atención médica.

La regulación de la IA es un elemento central para garantizar su uso ético y efectivo, especialmente en áreas tan sensibles como la seguridad alimentaria y la salud. Un marco regulatorio robusto debe abordar temas como la privacidad de los datos, la transparencia en los algoritmos y la rendición de cuentas en los sistemas automatizados. En el caso de la salud, es crucial asegurar que las decisiones basadas en IA sean validadas por profesionales médicos, manteniendo un equilibrio entre la tecnología y la humanidad en la atención. En el ámbito agrícola, la regulación debe fomentar el uso de IA para optimizar recursos y reducir el impacto ambiental, evitando que se convierta en una herramienta exclusiva de grandes corporaciones que limite la inclusión de pequeños agricultores. Es de gran relevancia entonces, comenzar discusiones sobre la creación/licenciamiento de tecnologías basadas en IA diseñada para temas específicos claves para el desarrollo del país y la decisión de disponibilizarla a través de organismos estatales.

Chile tiene una posición estratégica para liderar la integración y regulación de la IA en sistemas de salud y alimentación en Latinoamérica. Para lograrlo, es necesario desarrollar capacidades locales en investigación tecnológica, invertir en infraestructura digital y promover la formación de profesionales en áreas como *machine learning* y ciencia de datos. Además, fomentar colaboraciones regionales e internacionales permitirá compartir mejores prácticas y acelerar la adopción de soluciones innovadoras. La regulación inclusiva, que promueva tanto la innovación como la protección de los derechos de los usuarios, es clave para maximizar el impacto positivo de la IA. La IA no sólo tiene el potencial de optimizar procesos y mejorar resultados, sino también de redefinir las posibilidades de un desarrollo sostenible y equitativo. Integrar estas tecnologías en la seguridad alimentaria y la salud integral requiere una visión a largo plazo, donde la innovación esté alineada con principios éticos, la equidad y la sostenibilidad, asegurando que sus beneficios lleguen a toda la población y contribuyan a un futuro resiliente y justo para Chile y la región.

Salud mental

La salud mental es una dimensión fundamental de la salud integral, cuya interconexión con la seguridad alimentaria y los hábitos de vida resalta la necesidad de abordajes integrados y multidisciplinarios. En Chile y Latinoamérica, factores como la soledad, la ansiedad climática, el estrés asociado a la precariedad económica, y la estigmatización de los trastornos mentales afectan profundamente el bienestar emocional de las personas, con implicancias que se extienden a su salud física y su capacidad para mantener hábitos saludables. Por ejemplo, la inseguridad alimentaria, caracterizada por la falta de acceso constante a alimentos frescos y nutritivos, exacerba problemas de salud mental como la depresión y la ansiedad. Esto se debe a la relación directa entre una dieta desequilibrada y los déficits de nutrientes esenciales que impactan funciones neurológicas críticas. Del mismo modo, los hábitos de sueño inadecuados, a menudo resultado del estrés y la incertidumbre, agravan condiciones crónicas como obesidad, diabetes y enfermedades cardiovasculares, creando un ciclo perjudicial entre la salud mental y física.

La integración con otras áreas del sistema de salud, como la atención primaria, la nutrición y la prevención de enfermedades crónicas, es clave para abordar estos desafíos. En este contexto, la telemedicina emerge como una herramienta crucial, permitiendo que servicios de apoyo psicológico y psiquiátrico lleguen a comunidades rurales y marginadas donde el acceso a atención especializada es limitado. La implementación de plataformas digitales para la salud mental no sólo facilita el diagnóstico temprano, sino que también fomenta un monitoreo continuo y personalizado, especialmente en poblaciones vulnerables afectadas por la soledad y el aislamiento. Sin embargo, para que estas soluciones sean efectivas, es necesario superar barreras tecnológicas y culturales, como

la alfabetización digital y la aceptación del uso de tecnologías en el cuidado de la salud mental.

Los hábitos son un componente central en la conexión de la salud mental con seguridad alimentaria y salud mental, lo que se manifiesta en que patrones alimenticios poco saludables, derivados de la inseguridad alimentaria o de la exposición predominante a alimentos ultra procesados, no sólo contribuyen al deterioro de la salud física, sino que también tienen un impacto negativo en la salud mental. Una dieta baja en nutrientes esenciales, como por ejemplo vitaminas del complejo B, omega-3 y antioxidantes, está asociada con un mayor riesgo de depresión y ansiedad. Esto subraya la importancia de promover políticas públicas que garanticen el acceso equitativo a alimentos frescos y nutritivos, especialmente en comunidades vulnerables. Del mismo modo, los hábitos de sueño, la actividad física regular y la conexión social deben abordarse desde una perspectiva integral para mejorar el bienestar general.

La ansiedad climática, un fenómeno cada vez más presente en poblaciones expuestas a los efectos del cambio climático, como sequías, incendios y olas de calor, también debe considerarse en el enfoque integral de seguridad alimentaria y salud integral. Esta forma de estrés crónico afecta tanto la salud mental como la capacidad de las personas para mantener hábitos saludables y resiliencia frente a cambios abruptos en su entorno. Las políticas públicas deben incluir estrategias para abordar esta ansiedad, promoviendo la educación sobre el cambio climático, la adaptación comunitaria y la participación activa en soluciones sostenibles.

A pesar de estos desafíos, los que si no son abordados en el corto plazo pueden llegar a ser grandes amenazas para el desarrollo de nuestro país, las oportunidades para mejorar la salud mental y su relación con la seguridad alimentaria y la salud integral son significativas. Chile tiene la capacidad de liderar en Latinoamérica mediante el desarrollo de modelos de atención integrados que consideren tanto los determinantes sociales como los biológicos de la salud mental. Esto incluye inversiones en campañas educativas para reducir la estigmatización asociada a los trastornos mentales, la capacitación de profesionales en enfoques interdisciplinarios y el fortalecimiento de la infraestructura tecnológica para expandir el acceso a servicios de salud mental. Además, la integración de la salud mental en los programas de educación comunitaria y escolar puede tener un impacto duradero. Enseñar a las personas desde edades tempranas sobre la importancia de los hábitos alimenticios, el sueño adecuado, la actividad física y las estrategias para manejar el estrés no solo mejora su bienestar inmediato, sino que también contribuye a construir comunidades más resilientes y saludables. Este enfoque holístico, que conecta la salud mental con la seguridad alimentaria y los hábitos de vida, ofrece una visión

prometedora para enfrentar los desafíos actuales y garantizar un futuro más equitativo y sostenible en Chile y Latinoamérica. Chile cuenta actualmente con capital humano altamente calificado para enfrentar estos temas, siendo necesario aumentar su masa crítica, descentralizar, y adoptar políticas claras para la implementación de una política estatal de Salud Mental.

Educación

La educación es un eje central para articular la seguridad alimentaria y la salud integral, al establecer una base de conocimientos que permite comprender y abordar los desafíos multidisciplinares de estos fenómenos. En Chile y Latinoamérica, la educación alimentaria puede servir como una herramienta para empoderar a las comunidades, fomentando prácticas sostenibles y hábitos saludables que mejoren tanto el bienestar individual como la resiliencia de los sistemas alimentarios. Sin embargo, para que esta educación sea efectiva, debe estar alineada con el enfoque *One Health*, integrando la salud humana, animal y ambiental en una visión conjunta que permita enfrentar los desafíos globales, como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad, de manera holística. El diseño de estrategias educativas debe priorizar la integración de distintos sectores y disciplinas, facilitando la colaboración entre actores como el sector político, las comunidades locales, las instituciones educativas y los sectores productivos. Esta integración es esencial para abordar la complejidad de los sistemas alimentarios y de salud, garantizando que las soluciones sean sostenibles, equitativas y culturalmente relevantes. La planificación a largo plazo es otro desafío crítico en este contexto, donde debe asegurarse que las políticas y programas educativos no estén sujetos a los ciclos políticos, sino que deben construirse sobre marcos robustos que trasciendan los gobiernos de turno y prioricen el desarrollo sostenible y la equidad intergeneracional.

La incorporación de la ciencia ciudadana y la inteligencia colectiva (término acuñado a principios del siglo XX y usado extensivamente en Chile por Juvenal Hernández) en los procesos educativos ofrece una oportunidad significativa para fortalecer la participación activa de las comunidades en la identificación de problemas y la co-creación de soluciones. Este enfoque no sólo empodera a los ciudadanos, sino que también fomenta un sentido de corresponsabilidad que es esencial para abordar desafíos complejos como la sostenibilidad alimentaria y la atención integral en salud. En este sentido, parece ser necesario el reevaluar la educación científica de programas como EXPLORA, que pasaron desde un control y articulación central del Ministerio de Educación y posteriormente el Ministerio de Ciencias, a programas que controlados por este último ministerio provee de fondos concursables que dieron origen a los programas PAR EXPLORA. Es indiscutible el inmenso valor que han tenido los PAR EXPLORA en la divulgación científica y la vinculación ciudadana, pero es importante que convivan iniciativas concursables que

externalizan esta misión, donde las temáticas puedan nacer desde las propuestas de la comunidad científica, pero sin dejar de lado acciones que deben tener lineamientos y ejecución desde el propio ministerio. Del mismo modo, es importante fortalecer los fondos para realizar extensión, vinculación y educación de la ciencia realizada en otros programas como Fondecyt, Iniciativa Milenio, sólo por mencionar algunos, de modo de aumentar el acercamiento efectivo de los avances a la población.

La educación al sector político es también un componente crítico, ya que los tomadores de decisiones necesitan comprender la interconexión entre los sectores alimentarios, ambientales y de salud, así como el equilibrio entre regulación y desarrollo. Capacitar a los legisladores y líderes en conceptos como el enfoque *One Health*, la importancia de la educación alimentaria y las implicancias y riesgos de sobrerregular sectores en rápida evolución puede garantizar que las normativas promuevan la innovación sin comprometer la sostenibilidad o la equidad. La gestión de la innovación y el riesgo se presenta como un desafío clave, particularmente en contextos donde la sobrerregulación puede limitar el desarrollo de tecnologías disruptivas, como la biotecnología y la inteligencia artificial, que tienen el potencial de transformar positivamente la seguridad alimentaria y la salud integral. Este conocimiento es crucial para diseñar políticas públicas que incentiven prácticas sostenibles y fomenten la inversión en tecnologías emergentes, al tiempo que protegen los derechos y la salud de la población.

Para Chile, las oportunidades de desarrollo poniendo la educación como un pilar central, son significativas. La creación de programas educativos intersectoriales que integren la educación alimentaria con enfoques de salud integral puede posicionar al país como un referente regional en el manejo de desafíos complejos. La inversión en educación comunitaria y escolar, combinada con esfuerzos para capacitar a los líderes políticos, puede cerrar las brechas de conocimiento y garantizar que las decisiones se basen en evidencia científica y en principios de equidad. Además, el equilibrio entre regulación e innovación es fundamental para promover un entorno donde las tecnologías emergentes puedan florecer y contribuir a resolver los desafíos actuales. La educación, vista como un eje articulador entre seguridad alimentaria y salud integral, debe ser transformadora. Esto implica no sólo transmitir información, sino también empoderar a las personas y comunidades para actuar como agentes de cambio en sus propios contextos. Un enfoque educativo integrado y a largo plazo tiene el potencial de generar impactos positivos sostenibles, no solo en la salud y el bienestar, sino también en la cohesión social, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo equitativo en Chile y Latinoamérica.

Conclusiones

El presente informe deja de manifiesto que la seguridad alimentaria y la salud integral son desafíos fundamentales y complejos que requieren un enfoque integrado, multidisciplinario y orientado al largo plazo para garantizar el bienestar de la población y la sostenibilidad de los sistemas en Chile y Latinoamérica. A lo largo del análisis de los 13 nodos identificados, ha quedado claro que estos fenómenos no operan de forma aislada, sino que están interrelacionados, compartiendo determinantes comunes y generando impactos recíprocos. Este entendimiento es clave para diseñar estrategias efectivas que aborden tanto los desafíos inmediatos como los estructurales.

En el ámbito de la seguridad alimentaria, los principales desafíos incluyen la presión ejercida por el cambio climático, la pérdida de biodiversidad agrícola, y las desigualdades persistentes en el acceso a alimentos frescos, nutritivos y culturalmente apropiados. La variabilidad climática está afectando la productividad agrícola en regiones clave de Chile, mientras que la dependencia de monocultivos y la expansión de la frontera agrícola comprometen la resiliencia de los sistemas alimentarios. Sin embargo, emergen oportunidades significativas a través del uso de tecnologías como la agricultura de precisión, el mejoramiento genético y los enfoques agroecológicos, que permiten optimizar el uso de recursos, aumentar la productividad y minimizar el impacto ambiental. Estas soluciones pueden posicionar a Chile como un líder regional en sostenibilidad agrícola, siempre que se prioricen políticas públicas que equilibren las necesidades internas con las demandas de exportación y garanticen la equidad en el acceso a los beneficios de estas innovaciones.

En el ámbito de la salud integral, los desafíos son igualmente apremiantes. El envejecimiento de la población, el aumento de enfermedades crónicas, y los efectos del cambio climático en la salud humana (como la expansión de enfermedades por vectores) plantean una presión creciente sobre los sistemas de atención. La contaminación ambiental, la precariedad alimentaria y la falta de acceso equitativo a servicios avanzados de salud agravan estas problemáticas. Las tecnologías emergentes, como las herramientas *ómicas*, la medicina personalizada, la terapia génica y la telemedicina, ofrecen soluciones prometedoras que pueden transformar la atención médica hacia un modelo más preventivo, predictivo y personalizado. No obstante, la implementación efectiva de estas herramientas requiere superar barreras relacionadas con la infraestructura, la formación de personal especializado y la creación de un marco regulatorio que promueva la innovación sin comprometer la equidad y la seguridad.

Además, los nodos transversales identificados, como el aumento del costo de la vida, la educación alimentaria, la salud mental y la inteligencia artificial, subrayan la necesidad de adoptar estrategias integrales que consideren las interacciones complejas entre los sistemas alimentarios, de salud y económicos. Por ejemplo, el impacto de los hábitos alimenticios en la salud mental resalta la importancia de implementar programas educativos que promuevan la alimentación saludable desde una perspectiva comunitaria y escolar, mientras que la ansiedad climática y la soledad en poblaciones vulnerables demandan un enfoque que integre el bienestar emocional en las políticas de salud pública.

Una de las conclusiones más relevantes de este informe es que la solución de estos problemas requiere una planificación a largo plazo que trascienda los ciclos políticos y establezca bases sólidas para el desarrollo sostenible. Esto incluye inversiones sostenidas en infraestructura tecnológica, como biobancos, *Facilities* de investigación y capacidades de manufactura bajo buenas prácticas (GMP), que permitan a Chile consolidar su liderazgo en biotecnología y producción de biológicos. Asimismo, es necesario fortalecer la formación de capital humano especializado en áreas como agricultura sostenible, medicina de precisión e inteligencia artificial, para asegurar que las soluciones tecnológicas sean accesibles y efectivas.

La educación también juega un rol crucial en la planificación a largo plazo para abordar la seguridad alimentaria y la salud integral. Invertir en programas que integren la educación alimentaria y la salud integral no solo empoderará a las personas y comunidades para tomar decisiones informadas, sino que también fomentará un cambio cultural hacia prácticas más sostenibles y saludables. La incorporación de enfoques como la ciencia ciudadana y la inteligencia colectiva en estos procesos educativos puede ser un catalizador para la participación activa de las comunidades en la co-creación de soluciones. Además, es fundamental promover la educación al sector político, asegurando que los tomadores de decisiones comprendan las complejas interrelaciones entre seguridad alimentaria, salud integral y sostenibilidad, y sean capaces de diseñar políticas que equilibren la regulación con el fomento de la innovación.

En el contexto latinoamericano, la colaboración regional emerge como una estrategia clave para maximizar las capacidades y recursos de la región. La creación de redes de cooperación que compartan tecnologías, conocimientos y mejores prácticas puede fortalecer la resiliencia regional frente a desafíos globales como el cambio climático, las pandemias y las crisis alimentarias. En este contexto, Chile tiene la oportunidad de liderar iniciativas regionales, aprovechando su experiencia en investigación científica, biotecnología y producción agrícola sostenible.

En conclusión, la seguridad alimentaria y la salud integral no son metas aisladas, sino componentes esenciales de un desarrollo equitativo y sostenible. Este informe presenta una hoja de ruta basada en evidencia y adaptada a las necesidades locales y regionales, invitando a todos los actores involucrados a asumir un compromiso colectivo para transformar estos desafíos en oportunidades. Con una visión estratégica, planificación a largo plazo y colaboración efectiva, Chile puede posicionarse como un referente en la construcción de un futuro resiliente, inclusivo y sostenible para Latinoamérica. Para finalizar este análisis, dejaremos a continuación un análisis FODA, que pueda servir de insumo rápido para la discusión posterior que es necesario realizar en los fenómenos de seguridad alimentaria y salud integral.

Análisis FODA: Seguridad Alimentaria y Salud Integral para Chile

Fortalezas

1. Alta biodiversidad agrícola

- Chile cuenta con una rica diversidad de cultivos y ecosistemas que pueden ser utilizados para el desarrollo de prácticas agrícolas sostenibles y resilientes al cambio climático.
- Los conocimientos tradicionales en agroecología y la disponibilidad de cultivos nativos como la quinua y el maíz chilote ofrecen un punto de partida para diversificar la producción de alimentos.

2. Compromiso con la sostenibilidad

- La adopción del enfoque *One Health* en políticas públicas y proyectos permite un abordaje integral que conecta la salud humana, animal y ambiental.

3. Capital humano altamente capacitado

- La existencia de profesionales expertos en biotecnología, salud pública y producción agrícola avanzada proporciona una base sólida para implementar innovaciones.

4. Posicionamiento como exportador agrícola

- La producción de frutas, vinos y productos del mar no solo impulsa la economía, sino que también ofrece oportunidades para implementar estándares sostenibles que refuercen la competitividad global.

Oportunidades

1. Innovación tecnológica

- La integración de herramientas como CRISPR, la inteligencia artificial y el *machine learning* en agricultura y salud tiene el potencial de transformar sistemas tradicionales, haciéndolos más eficientes y sostenibles.

- El uso de tecnologías digitales y datos satelitales para mejorar la agricultura de precisión puede optimizar recursos hídricos y proteger la biodiversidad.

2. Colaboración regional

- La creación de redes de cooperación en Latinoamérica puede facilitar la transferencia de conocimientos y tecnologías, fortaleciendo tanto la seguridad alimentaria como los sistemas de salud.

3. Promoción de la educación alimentaria

- La implementación de programas escolares y comunitarios para fomentar hábitos alimenticios saludables puede reducir la incidencia de enfermedades crónicas y mejorar la calidad de vida de la población.

4. Infraestructura tecnológica en salud

- El avance en tecnologías ómicas, bioterios y biobancos posiciona a Chile como un referente regional en innovación biomédica y en la implementación de servicios avanzados de tecnologías en salud, lo que debe tener mayor apoyo y posibilidad de redes nacionales que faciliten el acceso

5. Producción local de biológicos y vacunas

- Desarrollar capacidades de manufactura GMP para biológicos y vacunas no solo asegura la soberanía sanitaria, sino que también posiciona a Chile como líder en la región.

6. Expansión de la telemedicina

- La telemedicina ofrece oportunidades para cerrar brechas de acceso a servicios de salud, especialmente en comunidades rurales y marginadas.

Debilidades

1. Desigualdades socioeconómicas

- Las brechas en el acceso a alimentos nutritivos y servicios de salud limitan el impacto positivo de las políticas implementadas.
- Las comunidades rurales enfrentan mayores barreras en términos de infraestructura, conectividad y acceso a tecnologías avanzadas.

2. Falta de integración intersectorial

- La desconexión entre sectores clave como salud, educación y agricultura dificulta la implementación de estrategias integrales y sostenibles.

3. Dependencia de importaciones

- La vulnerabilidad del sistema alimentario chileno a las fluctuaciones de los mercados internacionales limita la capacidad del país para garantizar la seguridad alimentaria interna.

4. Sobrerregulación

- Las normativas excesivas en áreas como biotecnología, industria alimentaria, e inteligencia artificial, pueden frenar la innovación, obstaculizando el desarrollo de soluciones disruptivas.

5. Capacidades limitadas en manufactura

- La falta de infraestructura y recursos para la producción local de biológicos y vacunas representa un obstáculo significativo para la autosuficiencia en salud.

Amenazas

1. Cambio climático

- Las sequías prolongadas, las temperaturas extremas y la pérdida de biodiversidad agrícola amenazan la sostenibilidad de los sistemas alimentarios y la salud pública.

2. Aumento del costo de la vida

- La inflación y las presiones económicas globales dificultan el acceso a alimentos saludables y servicios de salud, especialmente para las poblaciones más vulnerables.

3. Crisis sanitarias globales

- Las pandemias y el aumento de enfermedades zoonóticas subrayan la necesidad de fortalecer la resiliencia del sistema de salud y los sistemas alimentarios.

4. Falta de educación al sector político

- La limitada comprensión de la relación entre seguridad alimentaria, salud integral y sostenibilidad puede llevar a decisiones políticas que no prioricen estas áreas críticas.

-

5. Desafíos éticos y regulatorios

- La implementación de tecnologías disruptivas como CRISPR e inteligencia artificial plantea dilemas éticos y requiere marcos regulatorios sólidos para evitar su mal uso o exclusión de grupos vulnerables.

Anexo Metodológico

Análisis de documentos

Para la elaboración de este informe se realizó un estudio detallado de los reportes de anticipación nacionales e internacionales, que se detallan en la sección de Referencias. Esto fue complementado con el estudio de artículos científicos nacionales, latinoamericanos, y globales, que también se detallan en la sección de Referencias.

Posteriormente a la lectura de los documentos se realizó un análisis manual para identificar las mayores implicancias para Chile, anotando estos conceptos y registrándolos en documentos Excel y Word. Este análisis fue complementado con las entrevistas a expertos (ver más abajo), donde surgieron nuevos conceptos que fueron registrados en los documentos mencionados. Posteriormente a esto, se diseñó un asistente de inteligencia artificial utilizando la plataforma ChatGPT 4o (versión de pago) para profundizar el análisis con definiciones y ampliaciones de temas específicos. Para la construcción de este asistente se utilizaron *prompts* para entrenar a ChatGPT 4o en las temáticas relevantes a este informe, y en las temáticas de *expertise* del autor, mediante el entrenamiento con los documentos referenciados en este informe, y documentos relacionados con los temas particulares de investigación del autor, incluyendo artículos científicos de su autoría. Con este asistente se complementó el análisis manual para identificar los conceptos claves, el que fue revisado manualmente por el autor, y el conjunto del análisis completo (manual y asistido) fue utilizado para generar mapas de conceptos mediante la plataforma WordItOut. Para la confección de figuras se utilizaron los softwares PowerPoint y BioRender. El análisis FODA fue realizado complementando un análisis manual y un análisis asistido por IA.

Para la redacción de este informe sólo se utilizó herramientas de inteligencia artificial para revisar redacción y revisar la existencia de posibles contradicciones no intencionales en los conceptos aquí escritos.

Entrevistas a expertos

Listado de expertos para entrevistas

Se seleccionaron los siguientes expertos para ser entrevistados, tomando como criterio de selección que tuvieran reconocida trayectoria en investigación y/o desarrollado de las temáticas en cuestión (seguridad alimentaria y salud integral).

Nombre	Área	Cargo / Institución	Fecha
Dr. Igor Pacheco	Seguridad alimentaria. Genómica y genética cuantitativa y su uso en el mejoramiento genético de variedades agroalimentarias	Profesor Asociado, Instituto de Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile	18-12-24
Dr. Rodrigo Contreras	Seguridad alimentaria. Experto en nuevas tecnologías de producción de alimentos, con énfasis en el uso de herramientas de inteligencia artificial.	Scientific Manager, The Not Company	18-12-24

Nombre	Área	Cargo / Institución	Fecha
Dr. Rodrigo Valenzuela	Seguridad alimentaria. Aspectos nutricionales, moleculares y efectos citoprotectores ácidos grasos polinsaturados de cadena larga.	Profesor Asociado, Director del Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad de Chile	20-12-24
Dra. Viviana Guajardo	Salud integral. Salud mental integral, enfoques para diagnóstico efectivo, prevención y tratamiento.	Profesora Asistente, Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Norte, Facultad de Medicina, Universidad de Chile	23-12-24
Dra. Maria Elena Santolaya	Salud integral. Infectología clínica, prevención y tratamiento de enfermedades infecciosas. Estudio de poblaciones pediátricas inmunocomprometidas.	Profesora Titular, Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Oriente, Facultad de Medicina, Universidad de Chile	23-12-24
Dr. Rodrigo Mancilla	Seguridad alimentaria. Producción de compuestos naturales y sintéticos con alto nivel nutritivo y valor agregado en la salud humana.	Director Comercial, ABIOgroup	25-12-24

Pauta de entrevista semiestructurada

Las entrevistas fueron de una hora aproximada de duración, y fueron grabadas previo consentimiento de las y los entrevistados. Las entrevistas fueron realizadas mediante la plataforma Zoom y se utilizó el asistente de inteligencia artificial para tomar notas de la reunión. La entrevista fue estructurada en 4 partes: 1) Bienvenida y contexto general, 2) Visión de los avances y desafíos más relevantes a nivel mundial, 3) Discusión de los avances más relevantes del área en Chile en el contexto latinoamericano y global, 4) Visiones de los desafíos y oportunidades más importantes para Chile, 5) Discusión final abierta.

1. Bienvenida y contexto general

Se dará la bienvenida y agradecerá la respuesta en tan poco plazo y el tiempo dedicado (con énfasis en agradecer la fecha difícil del año). Luego se explicará el contexto del análisis requerido por el Consejo CTCI, sus alcances y utilidad para la discusión en políticas públicas.

Posteriormente se relatará acerca del fenómeno de cambio global en salud alimentaria y salud integral, explicando que la elección para entrevista corresponde a su destacada

trayectoria y que sus opiniones son muy importantes en ambos temas, aunque busquemos énfasis en seguridad alimentaria o salud integral (según el experto entrevistado).

Finalmente, se les mostrará la lista de nodos identificados (ver páginas 2 y 3) y las figuras 1 y 2 (página 5) de modo de contextualizar y presentar el análisis individual y limitado realizado, poniendo especial énfasis en que no implica una intención de sesgo y el experto o experta puede estar en acuerdo, desacuerdo, complementar, o refutar información ahí declarada.

2. Visión de los avances y desafíos más relevantes a nivel mundial

Se discutirá en base a dos preguntas orientadoras (pueden surgir más preguntas a partir de éstas):

- ¿Cuáles han sido los avances más significativos y disruptivos para el desarrollo mundial en su especialidad (seguridad alimentaria o salud integral)?
- ¿Cuáles son, y cómo se han abordado los desafíos inherentes a estos avances, en una escala global?

3. Discusión de los avances más relevantes del área en Chile en el contexto latinoamericano y global

Se discutirá en base a las siguientes preguntas orientadoras (pueden surgir más preguntas a partir de éstas):

- ¿Cuáles han sido los avances más significativos y disruptivos en Chile en su especialidad (seguridad alimentaria o salud integral)?
- ¿Existen avances locales o globales que distingan a Chile por sobre el contexto latinoamericano y global?
- ¿Se abordan adecuadamente estos avances en el contexto de la investigación, desarrollo e innovación?
- ¿Existe una bajada real y efectiva hacia la población chilena de estos avances?

4. Visiones de los desafíos y oportunidades más importantes para Chile

Se discutirá en base a las siguientes preguntas orientadoras (pueden surgir más preguntas a partir de éstas):

- ¿Cuál es la relevancia de los principales avances para enfrentar los desafíos y problemáticas de Chile, y en el contexto latinoamericano (seguridad alimentaria o salud integral)?

- ¿Cuáles son las oportunidades para nuestro país con relación a estos avances?
- ¿Se han, se están, o existe un plan de implementación de estos avances para impactar el desarrollo y futuro del país?
- ¿Qué medidas son necesarias (o cuales adicionales si es que hubiera) son necesarias para implementar estos avances en el desarrollo país?

5. *Discusión final abierta*

Se agradecerá el tiempo y se cerrará la discusión en base a esta pregunta orientadora (pueden surgir más preguntas a partir de ésta):

- ¿Existe algo adicional que quisiera agregar o realizar algún comentario o pregunta?

Referencias

- Anahí Ruderman, Alejandra Núñez-de la Mora (2022). Asociación entre seguridad alimentaria, indicadores de estado nutricional y de salud en poblaciones de Latinoamérica: una revisión de la literatura 2011-2021. Runa /43.2 julio - diciembre. Doi: 10.34096/runa.v43i2.10675
- Anne W. Kepple, Ana Maria Segall-Correa (2017). Food security monitoring in Brazil and other Latin American countries: Support for governance with the participation of civil society. Global Food Security, Volume 14, 2017, Pages 79-86, ISSN 2211-9124. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.05.006>.
- Araujo, K., Garretón, V., Figueroa, A., Salazar, M., Piquer, J. (2023). Chile crea futuro: Reportes de expertos para cuatro grandes fenómenos de cambio. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (Consejo CTCI). Santiago, Chile. Disponible en <https://docs.consejoctci.cl/wp-content/uploads/2023/03/FINAL-Reporte-Anticipacion-CTCI-2023.pdf>
- Atif M, Azeem M, Sarwar MR, Bashir A. Zika virus disease: a current review of the literature. Infection. 2016 Dec;44(6):695-705. doi: 10.1007/s15010-016-0935-6. Epub 2016 Aug 10. PMID: 27510169.
- Cabieses B, Velázquez B, Blukacz A, Farante S, Bojórquez I, Mezones-Holguín E. Intersections between gender approaches, migration and health in Latin America and the Caribbean: a discussion based on a scoping review. Lancet Reg Health Am. 2023 Jun 20;40:100538. doi: 10.1016/j.lana.2023.100538. PMID: 39763495; PMCID: PMC11703582.

- Campos de Aldana MS, Moya Plata D, Mendoza Matajira JD, Duran Niño EY (2014). Las enfermedades crónicas no transmisibles y el uso de tecnologías de información y comunicación: revisión sistemática. *Rev Cuid*, 5(1): 661-9.
- CNIC. (2008). Hacia una Estrategia Nacional de Innovación para la Competitividad. Volúmen II. Disponible en <https://docs.consejoctci.cl/wp-content/uploads/2020/09/Hacia-una-Estrategia-Nacional-de-Innovacion-vol-II.pdf>
- CNIC. (2013). Orientaciones Estratégicas para la Innovación. Surfeando hacia el Futuro. Chile en el horizonte 2025. Disponible en <https://docs.consejoctci.cl/wp-content/uploads/2020/09/Surfeando-hacia-el-Futuro-1.pdf>
- Consejo Nacional de CTCI (2022). Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo del Chile. Santiago, Chile. Disponible en <https://docs.consejoctci.cl/wp-content/uploads/2022/06/ESTRATEGIA-CTCI-2022.pdf>
- Consejo Nacional de CTCI (2023). Chile crea Futuro al 2050: Informe final ejercicio de Anticipación. Santiago, Chile. Disponible en https://docs.consejoctci.cl/wp-content/uploads/2023/06/Chile-crea-Futuro-al-2050_web.pdf
- Cuartero CT, Carnegie AC, Cucunuba ZM, Cori A, Hollis SM, Van Gaalen RD, Baidjoe AY, Spina AF, Lees JA, Cauchemez S, Santos M, Umaña JD, Chen C, Gruson H, Gupte P, Tsui J, Shah AA, Millan GG, Quevedo DS, Batra N, Torneri A, Kucharski AJ. From the 100 Day Mission to 100 lines of software development: how to improve early outbreak analytics. *Lancet Digit Health*. 2024 Dec 20:S2589-7500(24)00218-8. doi: 10.1016/S2589-7500(24)00218-8. Epub ahead of print. PMID: 39709281.
- Del Luján Tosello, J. y Andreozzi, L. (2022). Enfermedades crónicas no transmisibles en Argentina: modelo y pronósticos por sexo y edad. *Población y Salud en Mesoamérica*, 20(1). Doi: 10.15517/psm.v20i1.49013
- Diana Marín, Xavier Basagaña, Ferney Amaya, Luis Miguel Aristizábal, Diego Alejandro Muñoz, Alan Domínguez, Francisco Molina, Carlos Daniel Ramos, Ricardo Morales-Betancourt, Roberto Hincapié, Laura Rodríguez-Villamizar, Yurley Rojas, Olga Morales, Martha Cuellar, Andrea Corredor, Milena Villamil-Osorio, María Alejandra Bejarano, Dolly Vidal, Diana M. Narváez, Helena Groot, Juan José Builes, Lucelly López, Enrique Antonio Henao, Verónica Lopera, Luis Jorge Hernández, Shrikant I. Bangdiwala, Beatriz Marín-Ochoa, Ana Isabel Oviedo, Oscar Eduardo Sánchez-García, María Victoria Toro, Will Riaño, Zulma Vanessa Rueda (2024), Early-life external exposome in children 2–5 years old in Colombia, *Environmental*

Research, Volume 252, Part 3, 2024, 118913, ISSN 0013-9351, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.118913>.

Edwards N, Walker S, Paddick SM, Prina AM, Chinnasamy M, Reddy N, Mboya IB, Mtei M, Varghese M, Nakkasuja N, Guerra M, Sapkota N, Dotchin C. Prevalence of depression and anxiety in older people in low- and middle- income countries in Africa, Asia and South America: A systematic review and meta-analysis. *J Affect Disord.* 2023 Mar 15;325:656-674. doi: 10.1016/j.jad.2023.01.068. Epub 2023 Jan 18. PMID: 36681304.

Edwards N, Walker S, Paddick SM, Prina AM, Chinnasamy M, Reddy N, Mboya IB, Mtei M, Varghese M, Nakkasuja N, Guerra M, Sapkota N, Dotchin C. Prevalence of depression and anxiety in older people in low- and middle- income countries in Africa, Asia and South America: A systematic review and meta-analysis. *J Affect Disord.* 2023 Mar 15;325:656-674. doi: 10.1016/j.jad.2023.01.068. Epub 2023 Jan 18. PMID: 36681304.

European Strategy and Policy Analysis System [ESPAS]. Comisión Europea. (2024). Global Trends to 2040. Choosing Europe's future. Disponible en https://www.eeas.europa.eu/eeas/global-trends-2040-choosing-europe%E2%80%99s-future-0_en

Flachsbarth, I., Willaarts, B., Xie, H., Pitois, G., Mueller, N. D., Ringler, C., & Garrido, A. (2015). The role of Latin America's land and water resources for global food security: environmental trade-offs of future food production pathways. *PLoS One*, 10(1), e0116733.

GBD 2019 Diabetes in the Americas Collaborators. Burden of diabetes and hyperglycaemia in adults in the Americas, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2022 Sep;10(9):655-667. doi: 10.1016/S2213-8587(22)00186-3. Epub 2022 Jul 15. PMID: 35850129; PMCID: PMC9399220.

Geneva Science Diplomacy Anticipator [GESDA]. (2023). The GESDA 2023 Science Breakthrough Radar. Disponible en <https://radar.gesda.global/>

Geneva Science Diplomacy Anticipator [GESDA]. (2024). The GESDA 2024 Science Breakthrough Radar. Disponible en <https://radar.gesda.global/>

González I, Villaroel K & Díaz S (2024) Reporte de Futuros – 2024. Cartografía de lo desconocido: Seis fenómenos de transformación global. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo. Santiago, Chile. Disponible en <https://docs.consejocctci.cl/documento/reportefuturos2024/>

- IBLAC (2023). International Business Leaders Advisory Council for the Mayor of Shanghai.
- Jaime Álvarez (2018). Reportes de Futuro. Tres Preocupaciones Urgentes para Chile. Documento de Trabajo N°6. Disponible en <https://docs.consejoctci.cl/wp-content/uploads/2020/10/Reportes-de-Futuro.pdf>
- Jaime Álvarez (2022). Reportes de Futuro - 2022. Documento Técnico. Disponible en <https://docs.consejoctci.cl/wp-content/uploads/2022/11/REPORTE-DE-FUTURO-2022.pdf>
- Jat, M. L., Dagar, J. C., Sapkota, T. B., Govaerts, B., Ridaura, S. L., Saharawat, Y. S., ... & Stirling, C. (2016). Climate change and agriculture: adaptation strategies and mitigation opportunities for food security in South Asia and Latin America. *Advances in agronomy*, 137, 127-235.
- Jessica K. Wallingford, Saskia de Pee, Anna W. Herforth, Sabrina Kuri, Yan Bai, William A. Masters. Measuring food access using least-cost diets: Results for global monitoring and targeting of interventions to improve food security, nutrition and health. *Global Food Security*, Volume 41, 2024, 100771, ISSN 2211-9124, <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2024.100771>.
- José G. Dórea (2021). Exposure to environmental neurotoxic substances and neurodevelopment in children from Latin America and the Caribbean, *Environmental Research*, Volume 192, 2021, 110199, ISSN 0013-9351, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110199>.
- Legetic B (Ed. et al. (2017). Las dimensiones económicas de las enfermedades no transmisibles en América Latina y el Caribe. Organización Panamericana de la Salud (<https://iris.paho.org/handle/10665.2/33994>).
- Mazariegos M, Zea MR (2015). Lactancia materna y enfermedades crónicas no transmisibles en la vida adulta. *Arch Latinoam Nutr*. 2015 Sep;65(3):143-51. Spanish. PMID: 26821485.
- McKinsey Digital. (2023). Technology Trends Outlook 2023. Disponible en <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-top-trends-in-tech#/>
- Mozumdar, L. (2012). Agricultural productivity and food security in the developing world. *Bangladesh Journal of Agricultural Economics*, 35, 53-69.

OECD (2021), *Global Scenarios 2035: Exploring Implications for the Future of Global Collaboration and the OECD*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/df7ebc33-en>.

OECD (2023), *OECD Contributions to the 2030 Agenda and Beyond: Shaping a Sustainable Future for All*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/69c94bd4-en>.

OECD (2024), *Development Co-operation Report 2024: Tackling Poverty and Inequalities through the Green Transition*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/357b63f7-en>.

Orozco-Levi M, Souza R, Bluro IM, Harley J, Hernández Oropeza JL, Lescano A, Meyer G, Pineda T, Ramirez A, Small M, Valencia A, Pulido T. Pathway to care, treatment and disease burden of pulmonary arterial hypertension: a real-world survey of physicians and patients in Latin America. *BMJ Open*. 2024 Dec 31;14(12):e087263. doi: 10.1136/bmjopen-2024-087263. PMID: 39740943.

Ordúñez P, Silva LC, Rodríguez MP, Robles S. Prevalence estimates for hypertension in Latin America and the Caribbean: are they useful for surveillance? *Rev Panam Salud Publica*. 2001 Oct;10(4):226-31. doi: 10.1590/s1020-49892001001000002. PMID: 11715168.

Paniagua-Avila, Alejandra et al (2024). Integrated programs for common mental illnesses within primary care and community settings in Latin America: a scoping review of components and implementation strategies. *Lancet Reg Health Am*. 2024. PMID: 39717430

Parra-Henao, G., Henao, E., & Escobar, J. P. (2023). Environmental health and infectious diseases: challenges and perspectives in Latin America. *Therapeutic Advances in Infectious Disease*, 10, 20499361231217812.

Rafael Pérez-Escamilla, Rosana Salles-Costa, Ana Maria Segall-Correa (2024). Food insecurity experience-based scales and food security governance: A case study from Brazil, *Global Food Security*, Volume 41, 2024, 100766, ISSN 2211-9124, <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2024.100766>.

Rivera JÁ, de Cossío TG, Pedraza LS, Aburto TC, Sánchez TG, Martorell R. Childhood and adolescent overweight and obesity in Latin America: a systematic review. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2014 Apr;2(4):321-332. doi: 10.1016/S2213-8587(13)70173-6. Epub 2013 Dec 13. PMID: 24703050.

Rivera JÁ, de Cossío TG, Pedraza LS, Aburto TC, Sánchez TG, Martorell R. Childhood and adolescent overweight and obesity in Latin America: a systematic review. *Lancet*

Diabetes Endocrinol. 2014 Apr;2(4):321-332. doi: 10.1016/S2213-8587(13)70173-6. Epub 2013 Dec 13. PMID: 24703050.

Rubinstein AL, Irazola VE, Calandrelli M, Chen CS, Gutierrez L, Lanas F, Manfredi JA, Mores N, Poggio R, Ponzo J, Seron P, Bazzano LA, He J. Prevalence, Awareness, Treatment, and Control of Hypertension in the Southern Cone of Latin America. *Am J Hypertens*. 2016 Dec 1;29(12):1343-1352. doi: 10.1093/ajh/hpw092. PMID: 27543330; PMCID: PMC5863773.

SITRA. (2023). Megatrends 2023. Understanding an era of surprises. Disponible en <https://www.sitra.fi/en/publications/megatrends-2023/>

United Nations Development Programme [UNDP]. (2024). Trends Report: The Landscape of Development. Disponible en <https://www.undp.org/future-development/publications/2024-undp-trends-report-landscape-development>

Valdez Morales, Maribel; Medina Godoy, Sergio; Chacón López, Martina Alejandra; Espinosa Alonso, Laura Gabriela (2016). Enfoque integral de la importancia de la dieta en las condiciones actuales de salud de la población mexicana. *Biotecnia*, vol. 18, núm. 1, pp. 22-31. Doi: 10.18633/bt.v18i1.247

World Economic Forum [WEF]. (2023). Future of Jobs Report. Insight Report. Disponible en <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/digest/#:~:text=The%20impact%20of%20most%20technologies,biggest%20drivers%20of%20job%20growth>

World Health Organization. (2003). Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas: Informe de una consulta mixta FAO/OMS de expertos. Organización Mundial de la Salud. <https://iris.who.int/handle/10665/42755>

A circular logo with a white background and a dark blue border, containing the acronym CTCI in bold, dark blue letters.

CTCI

CONSEJO NACIONAL
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN
PARA EL DESARROLLO

