



CONEXIÓN AGROECOLÓGICA

Agroecología, medioambiente y sostenibilidad



Imagen creada por IA bajo descripción de Dra. Yexenia Cárdenas Y.

AGUA Y AGRICULTURA: LA CONEXIÓN QUE ALIMENTA AL MUNDO

IMPORTANCIA DEL AGUA PARA LA AGRICULTURA



Por Dra. Yexenia Cárdenas Youngs

Aunque el 75% del planeta están cubiertas de agua, sólo 3,5% es agua dulce y de esta, cerca del 1% esta disponible para los seres vivos. Sabemos que el agua es indispensable desde el punto de vista biológico, pero también lo es desde el punto de vista agrícola.

El agua es un recurso indispensable para la agricultura, ya que el 70% (81 % en países con ingresos medios o bajos) del agua dulce extraída a nivel mundial se destina a este sector (FAO, 2021). Sin ella, la producción de alimentos colapsaría, afectando la seguridad alimentaria global. Además, el cambio climático está alterando los patrones de lluvia, haciendo urgente un uso más eficiente del agua en el campo.



Foto 1. Dra. Yexenia I Cárdenas Y.

El agua como recurso vital para los cultivos

El agua cumple funciones clave en la agricultura:

- **Transporte de nutrientes:** Las plantas absorben minerales disueltos en el agua (Taiz & Zeiger, 2010).
- **Fotosíntesis:** El agua es esencial para convertir la luz solar en energía.
- **Regulación térmica:** El agua en el suelo ayuda a mantener temperaturas estables, protegiendo raíces en climas extremos.

Verde y consciente

Problemas actuales: Escasez y contaminación

La escasez y contaminación del agua son amenazas críticas para la agricultura, pero soluciones como el riego eficiente, políticas de conservación y prácticas sostenibles pueden marcar la diferencia.

"El agua es vida para el campo: Usarla bien hoy garantiza alimentos mañana."

- **Sequías:** Según la ONU, 2,300 millones de personas viven en zonas con estrés hídrico (UN Water, 2021).
- **Contaminación agrícola:** Fertilizantes y pesticidas contaminan ríos y acuíferos (WWAP, 2019), al igual que lo hacen las diferentes actividades agropecuarias que se realizan cerca de las fuentes de agua superficial o subterránea, ya sea por descarga directa o por filtración debido a la erosión del suelo.

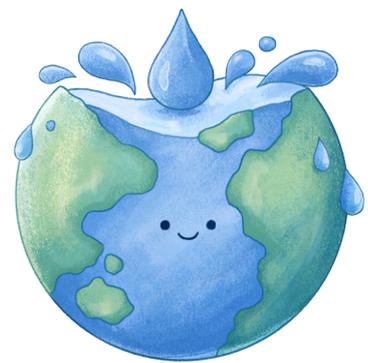


imagen de Canva Pro

Escasez de agua: La crisis que afecta al campo

La agricultura depende en gran medida del agua, pero este recurso se está volviendo cada vez más escaso debido a:

Causas de la escasez hídrica:

Cambio climático:

- Alteración de patrones de lluvia, sequías más prolongadas y evaporación acelerada (IPCC, 2022).
- **Ejemplo:** La megasequía en Chile (2010-2023), la peor en 1,000 años, redujo disponibilidad de agua para riego (CR2, 2023).

Sobreexplotación de acuíferos:

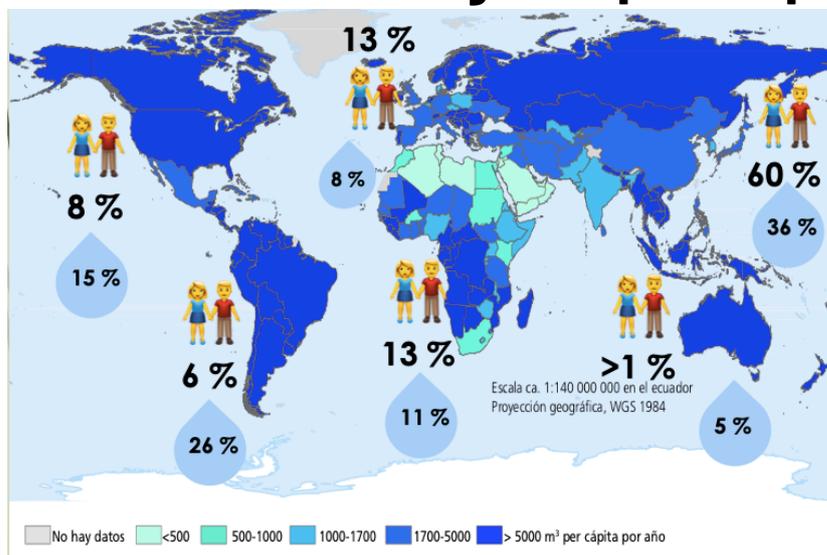
- En India, el 70% de los acuíferos están en riesgo por bombeo excesivo (World Bank, 2021).
- **Ejemplo:** En México, la Cuenca del Valle de México sufre sobreexplotación con una extracción 2 veces mayor a su recarga (CONAGUA, 2022).

Competencia por el agua:

- Conflictos entre agricultura, industria y consumo humano.
- **Ejemplo:** En España, la agricultura consume ~80% del agua disponible, generando tensiones en épocas de sequía (MITECO, 2023).

"Para 2050, se estima que el 52% de la población mundial vivirá en zonas con estrés hídrico" (World Resources Institute, 2023).

Cantidad de agua disponible para la población mundial



En un mundo donde los recursos hídricos enfrentan crecientes presiones, entender y mitigar los riesgos asociados a la Calidad del agua no es sólo un desafío técnico, sino también un compromiso con la seguridad alimentaria, la salud pública y el equilibrio ecológico.

El **agua es importante** para:

- desarrollo socioeconómico,
- energético,
- la producción alimentaria,
- para mantener la salud de los ecosistemas, y
- vincular las diferentes actividades del ser humano con el medio ambiente

Verde y consciente

Imagen modificada por Y. Cárdenas. Mapa Recursos hídricos renovables (m3 per cápita por año), 2014. Fuente FAO.org

Contaminación del agua: un problema silencioso

La agricultura no solo sufre por la falta de agua, sino que también contribuye a su contaminación:

Principales contaminantes agrícolas:

Fertilizantes químicos (nitratos y fosfatos):

- Provocan eutrofización en ríos y lagos (ej: Lago de Chapala, México).
- La UE reporta que ~40% de sus aguas superficiales están contaminadas por nitratos (EEA, 2022).

Pesticidas y herbicidas:

- El glifosato se ha detectado en aguas subterráneas en Argentina y EE.UU. (Bexfield, L.M. et al., 2021).
- En Europa, ~25% de los pozos tienen residuos de plaguicidas (EFSA, 2023).

Agua salinizada por riego ineficiente:

En Panamá, el 19 de septiembre de 2024, la Senacyt, realizó el Café Científico "Evaluación de acuíferos y cuencas hidrográficas en la provincia de Los Santos", en el Centro Regional Universitario de Azuero (CRUA), en el que investigadores científicos brindaron detalles de recientes proyectos desarrollados en esta región y explicaron la salificación de algunos pozos de agua subterránea de la zona. Los expositores fueron: el geólogo Alberto Ruiz y la Dra. Valentina Opolenko por Cathalac.

Consecuencias de la contaminación agrícola:

- Pérdida de biodiversidad (ej: muerte de peces por algas tóxicas).
- Riesgos para la salud humana (cáncer, enfermedades renales por nitratos).
- Degradación del suelo, reduciendo su productividad a largo plazo.



Imagen generada por IA en Canva por descripción de Dra. Yexenia Cárdenas Y.

Soluciones para reducir el impacto

Contra la escasez:

- **Tecnología de riego de precisión** (ej: Israel reutiliza el 90% de su agua con sistemas avanzados y España utiliza cerca del 71% del agua regenerada que produce).
- **Cultivos resistentes a sequía** (maíz biofortificado, quinua).

Contra la contaminación:

- **Agricultura orgánica y manejo integrado de plagas (MIP).**
- **Humedales artificiales** para filtrar aguas residuales agrícolas.



Foto 2. Finca en Paritilla, Los Santos. Foto: Dra. Yexenia Cárdenas Y.

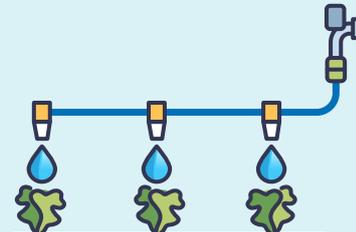


Foto 3. Dr. Anovel Barba

La escasez y contaminación del agua son amenazas críticas para la agricultura, pero soluciones como el riego eficiente, políticas de conservación y prácticas sostenibles pueden marcar la diferencia.

"El agua es vida para el campo: Usarla bien hoy garantiza alimentos mañana."

Verde y consciente

Técnicas de Riego Eficiente: Optimizando Cada Gota

La agricultura consume ~70% del agua dulce mundial, pero gran parte se desperdicia por métodos obsoletos. Implementar técnicas de riego eficiente puede ahorrar hasta un 60% de agua mientras aumenta la productividad. A continuación, un análisis detallado de las principales tecnologías y estrategias:



imagen de Canva Pro

1. Riego por Goteo (Microirrigación)

- Suministra agua directamente a la raíz mediante tuberías con emisores.
- Usa caudales bajos (2-8 litros/hora) para evitar evaporación.

Beneficios:

- **Ahorro de agua:** Reduce el consumo entre 30-60% vs riego por inundación (FAO, 2021).
- **Mayor rendimiento:** Mejora la productividad en cultivos como vid, olivo y hortalizas (ej: +25% en tomate, INIA, 2021).
- **Menos malezas y enfermedades:** Al mojar solo la zona radicular.

2. Riego por Aspersión

- Simula la lluvia mediante aspersores (fijos o móviles).

Beneficios:

- Ideal para cultivos extensivos (trigo, pastos).
- Eficiencia del sistema de riego por aspersión del 85% ahorrando agua, (León-Ruiz, J.E., 2022).

Innovaciones:

- Aspersores de baja presión: Reducen pérdidas por evaporación.
- Sistemas automatizados: Se activan con datos de humedad del suelo.

Limitaciones:

- No recomendado en zonas ventosas (deriva de agua).
- Mayor consumo energético que el goteo.



imagen de Canva Pro



imagen de Canva Pro

3. Riego Subterráneo (Subsurface Drip Irrigation - SDI)

- Tuberías enterradas que liberan agua bajo el suelo.

Ventajas clave:

Evita el 100% de la evaporación superficial.

Ideal para cultivos sensibles (ej: algodón en Texas, EE.UU., con ahorros del 40%, Texas A&M, 2023).

Barreras:

- Instalación compleja (requiere maquinaria especializada).
- Riesgo de obstrucción de raíces.

Verde y consciente



imagen de Canva Pro



<https://cropx.com/es/>

4. Agricultura de Precisión + IoT

Tecnologías complementarias para maximizar eficiencia:

- **Sensores de humedad del suelo:**
- Miden agua en tiempo real (ej: tecnología TDR o capacitancia).
- Empresas como Netafim integran estos datos con riego automatizado.
- **Imágenes satelitales y drones:**
- Identifican zonas con estrés hídrico (ej: NDVI para detectar falta de riego).
- **IA y big data:**
- Plataformas como CropX analizan clima, suelo y cultivo para optimizar riego.
- **Ejemplo práctico:**
- Uso de drones para la fertilización en cultivos de maíz (*Zea mays*).
- También se pueden usar sensores + IA para irrigar con el porcentaje necesario para no afectar la producción.

5. Técnicas Ancestrales Modernizadas

Cosecha de agua lluvia:

- Almacenamiento en tanques o aljibes (ej: proyecto "1 Millón de Cisternas" en Brasil).

Surcos alternos:

- Riego intermitente en arrozales para ahorrar 30% de agua (IRRI, Filipinas).



Imagen de Canva Pro

Comparativa de los diferentes tipos de métodos de riego, su eficiencia y para qué tipo de cultivo son recomendables:

Comparativa de Eficiencia Hídrica

Método	Eficiencia	Cultivos ideales
Riego por goteo	90-95%	Frutales, hortalizas
Riego subterráneo	85-90%	Maíz, algodón
Aspersión	70-80%	Cereales, pastos
Inundación	40-60%	Arroz, caña de azúcar

(Fuente: FAO, 2023)

Hacia una Agricultura Resiliente

Las técnicas de riego eficiente son clave para adaptarse al cambio climático. Mientras que el goteo y la agricultura de precisión lideran en ahorro, es crucial:

- Inversión en infraestructura (gobiernos y sector privado).
- Capacitación a agricultores (ej: programas de extensión rural).
- Políticas públicas que subsidien tecnologías sostenibles.

"El futuro de la comida depende de cómo usemos el agua hoy".



Agricultura Sostenible: Soluciones a Largo Plazo para un Uso Eficiente del Agua

Para garantizar la seguridad alimentaria sin agotar los recursos hídricos, estas son las estrategias clave:

1. Cultivos Resistentes a la Sequía

- Variedades mejoradas de maíz, trigo y frijol que requieren 30% menos agua (ej: maíz biofortificado en África, CGIAR).
- Recuperación de semillas ancestrales (como la quinua en los Andes).

2. Captación y Reciclaje de Agua

- Cosecha de lluvia: Sistemas de almacenamiento en tanques o pozos de infiltración.
- Aguas grises tratadas: Reúso en riego (ej: Israel recicla el 90% de sus aguas residuales y España el 71%).

3. Manejo Agroecológico del Suelo

- Coberturas vegetales (mulching) para reducir evaporación.
- Rotación de cultivos y abonos verdes que retienen humedad.

4. Políticas y Tecnología

- Subsidios para riego eficiente (ej: México con programas como PROAGUA).
- Sensores y big data para optimizar riego en tiempo real.

Bibliografía:

- **Bexfield, L.M. et al.** (2021) Pesticides and pesticide degradates in groundwater used for public supply across the United States: Occurrence and human-health context. *Environmental Science & Technology* 2021 55 (1), 362-372 DOI: 10.1021/acs.est.0c05793
- **CONAGUA.** (2022). Estadísticas del Agua en México. Comisión Nacional del Agua.
- **CGIAR.** (2021). Climate-Smart Crops for Drought-Prone Areas. Enlace: www.cgiar.org.
- **CR2.** (2023). *Informe Megasequía en Chile: 2010-2023*. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia.
- **EEA** (European Environment Agency). (2022). Nutrient Pollution in European Waters.
- **FAO.** (2021). El estado mundial de la agricultura y la alimentación (SOFA). Enlace: www.fao.org/3/cb4476es/cb4476es.pdf
- **IPCC.** (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Enlace: www.ipcc.ch/report/ar6/wg2
- **ICID.** (2020). Sustainable Irrigation in a Changing World. Enlace: www.icid.org
- **León-Ruíz, J.E., et al.** (2022). Diseño y aplicación del método de riego por aspersión en cultivo de papa en la estación experimental tunshi.
- **MITECO.** (2023). *Plan Hidrológico de España 2022-2027*. Ministerio para la Transición Ecológica.
- **Texas A&M AgriLife.** (2023). Subsurface Drip Irrigation Handbook.
- **UN Water.** (2021). World Water Development Report. Enlace: www.unwater.org/publications
- **OECD.** (2022). Water and Agriculture: Sustainability, Markets and Policies.
- **Taiz, L., & Zeiger, E.** (2010). *Plant Physiology* (5th ed.). Sinauer Associates.
- **World Bank.** (2021). Water Scarcity and Agriculture in India.
- **World Bank.** (2022). Water in Agriculture.
- **World Resources Institute.** (2023). Aqueduct Water Risk Atlas.
- **WWAP.** (2019). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. UNESCO.



Fotos: Dra. Yexenia Cárdenas Y.; Dr. Anovel Barba

Autora, editora y creativo: Dra. Yexenia Cárdenas Y.



Dra. Yexenia I. Cárdenas Youngs

Lic. en Biología con Orientación en Microbiología y Parasitología;
Máster en Microbiología Avanzada Especialista en Microbiología Sanitaria
Doctora en Biotecnología con especialidad en Microbiología Ambiental.
Docente con trayectoria en diferentes niveles académicos.
Gerente de Calidad Normas 17025
Microsoft Office Master Instructor
Investigadora y fundadora del CIAPCP-AIP

Verde y consciente