

SEGUNDO

Informe del Panel Estatal de Expertos Agrícolas Resumen Ejecutivo

**Recomendaciones Independientes a la Junta Estatal
de Control de Recursos de Agua para el Programa
Regulador de Tierras de Regadío**

12 de junio de 2026



SEGUNDO

Informe del Panel Estatal de Expertos Agrícolas Resumen Ejecutivo



12 de junio de 2026

Imágenes de la portada: De izquierda a derecha, empezando arriba a la izquierda: Pozo de monitorización de aguas subterráneas en un huerto de almendros; Cultivo de lechuga con tractor; Producción asiática de hortalizas bajo túneles altos; Cultivo de cobertura invernal plantado en bancales; Vivero de contenedores de riego por goteo; Fresas cultivadas en bancales con mantillo plástico y riego por goteo. Fotos proporcionadas por Michael Cahn y Thomas Harter.



Resumen Ejecutivo

El Nitrógeno (N) es un nutriente esencial para los cultivos y suele ser el nutriente más limitante en los sistemas de cultivo. Aunque la falta de nitrógeno puede reducir el rendimiento y la rentabilidad, el exceso de nitrógeno puede perderse en el medio ambiente con impactos ambientales indeseados, y finalmente, en la salud humana. Aunque los fertilizantes de nitrógeno pueden aplicarse a los cultivos de manera que maximice la absorción de plantas y minimice las pérdidas por lixiviación, algunas pérdidas son inevitables debido a eventos de lluvia, la necesidad de filtrar sales acumuladas en el suelo, y otras circunstancias fuera del control de los agricultores.

La agricultura de California es muy diversa en cuanto a cultivos, sistemas de cultivo, y tamaño de operaciones. California es una región agrícola altamente productiva. Sin embargo, la filtración de nitratos procedente de sistemas intensivos de producción agrícola ha provocado un aumento en las concentraciones de nitratos en las aguas subterráneas, con una gran parte procedente de la aplicación de fertilizantes y estiércol a los cultivos.

El Primer Panel de Expertos Agrícolas, convocado por la Junta Estatal en 2014, recomendó adoptar un presupuesto simplificado del nitrógeno como principal métrica para evaluar el progreso en el control de fuentes, con impacto eventual en la calidad de las aguas subterráneas.

El enfoque recomendado fue calcular el nitrógeno aplicado sobre el nitrógeno eliminado (A/R).

Donde A incluye nitrógeno aplicado con fertilizante sintético (A_{FER}), enmiendas orgánicas ($A_{COMP} + A_{ORG}$) y agua de riego (A_{IRR}), mientras que R incluye nitrógeno eliminado mediante cosecha (R_{HARV}) y nitrógeno secuestrado en la madera permanente de cultivos perennes (R_{SEQ}).

En su revisión de la Orden de Calidad del Agua Agrícola de la Costa Central, la Junta Estatal de Agua afirmó que se han logrado avances sustanciales en la implementación de una regulación sostenible de tierras irrigadas a largo plazo, pero que aún queda mucho trabajo por hacer. En el 2025, la Junta Estatal de Agua convocó un Segundo Panel Estatal de Expertos Agrícolas para revisar las recomendaciones del Primer Panel de Expertos, identificar deficiencias críticas de datos en el enfoque del presupuesto de nitrógeno utilizado para el Programa Regulador de Tierras de Regadío (ILRP por sus siglas en inglés) y proporcionar asesoramiento experto a la Junta Estatal de Agua sobre el desarrollo de valores objetivo de nitrógeno aplicado/nitrógeno eliminado a varios años y valores nitrógeno aplicado - nitrógeno eliminado.

Más específicamente, se le pidió al Segundo Panel de Experto que respondiera a nueve preguntas (véase el Apéndice B). El Panel se reunió en numerosas ocasiones entre agosto de 2025 y mayo de 2026. Las respuestas y recomendaciones del Panel se resumen a continuación. Las preguntas se condensaron para el Resumen Ejecutivo.

LA PREGUNTA 1 se centró en los límites específicos de cultivos relacionados con el nitrógeno que protegen la calidad del agua subterránea.

- La pregunta 1 se refería al desarrollo de límites, pero en esta respuesta, el Panel de Expertos también utilizará el concepto de objetivos. Los límites pueden proporcionar un peso regulatorio efectivo porque conllevan la amenaza de sanciones en casos de incumplimiento. Sin embargo, los objetivos, especialmente cuando se usan junto con los esfuerzos educativos, también pueden ayudar a la industria agrícola a mejorar la reducción de la carga de nitrógeno a pesar de la ausencia de sanciones.
- En algunas regiones existen datos suficientes y herramientas analíticas para establecer objetivos/límites específicos a largo plazo para la descarga de nitratos de tierras agrícolas que protejan la calidad del agua. Otras regiones necesitan más tiempo para recopilar y analizar datos para asesorar los riesgos de las aguas subterráneas derivadas del nitrato; sin embargo, esto no debería impedir que estas regiones recopilen datos sobre el nitrógeno aplicado e implementen objetivos/límites.
- Los objetivos/límites necesitan abordarse a nivel local o regional. La diversidad de los sistemas de producción agrícola en el estado hace imposible imponer un enfoque único para todos en el proceso regulatorio.
- Los objetivos y límites pueden referirse a métricas que cuantifican la carga potencial de nitrato en el agua subterránea, incluyendo nitrógeno aplicado (A) menos nitrógeno eliminado (R), o nitrógeno aplicado donde no hay datos de nitrógeno eliminado disponibles. Sin embargo, el desarrollo de valores de nitrógeno eliminado para las materias primas debe seguir siendo una prioridad. Además, se pueden utilizar modelos de suelo-planta-agua, zona vadosa e hidrogeológicos para evaluar los impactos posibles y futuros de la descarga de nitratos de la agricultura sobre la concentración de nitrato en aguas subterráneas, teniendo en cuenta otros procesos no capturados con nitrógeno aplicado y nitrógeno eliminado.
- Los objetivos y límites pueden aplicarse a un cultivo específico, a un sistema de cultivo múltiple concreto, o a una superficie de tierra concreta.
- El Panel coincide en que hay un punto en el que las descargas de nitrógeno a las aguas subterráneas son excesivas y que las Juntas Regionales pueden establecer límites iniciales que todos los productores deberían poder cumplir dentro de un plazo razonable (de 3 a 5 años). Estos límites deberían ser considerados por las Juntas Regionales individuales, pero no como un requisito precedente a nivel estatal
- El Panel recomienda que solo se utilicen promedios móviles de tres años de las métricas seleccionadas para la aplicación regulatoria, para tener en cuenta diversas interrupciones y problemas que ocurren en los sistemas agrícolas.

LA PREGUNTA 2, se centró en límites provisionales cada vez más protectores relacionados con el nitrógeno se puede establecer ahora para garantizar que todos los productores avancen hacia límites relacionados con el nitrógeno, que protejan la calidad de las aguas subterráneas.

- El Panel de Expertos coincide en que se pueden establecer objetivos o límites para nitrógeno aplicado - nitrógeno eliminado (u otras métricas equivalentes a la descarga de nitratos) y proporciona un esquema para reducir las descargas de nitratos en regiones donde el agua subterránea está en riesgo de contaminación por nitratos. Los objetivos/límites provisionales no necesariamente necesitan

alcanzar inmediatamente el nivel máximo de contaminante (MCL por sus siglas en inglés) de 10 ppm de nitrato-N. Sin embargo, un proceso iterativo que acerca gradualmente las referencias de calidad del agua al objetivo operativo de calidad del agua de forma constante y medida, que sea beneficiosa para el medioambiente y agronómicamente viable, sería el camino deseado.

- La perspectiva del Panel es que tiene más sentido establecer límites en los objetivos de descarga de nitrógeno más altos, que son alcanzables agronómicamente por un alto porcentaje de productores. Las metas agronómicamente desafiantes de nitrógeno aplicado - nitrógeno eliminado que se implementarán en el futuro deberían clasificarse como metas para proporcionar flexibilidad a los productores para desarrollar, experimentar e implementar las prácticas necesarias que les permitan alcanzar estos objetivos de descarga de nitrógeno más restrictivos.
- Se debe llevar a cabo un extenso esfuerzo educativo y de alcance para ayudar a los agricultores a utilizar las mejores prácticas de gestión que mejoren la eficiencia en el uso de nitrógeno, avanzar rápidamente en la reducción de los valores de la métrica seleccionada, y para reducir la posible descarga de nitratos en las aguas subterráneas.

LA PREGUNTA 3 preguntaba si existen consideraciones científicas o técnicas recientes o avances que las futuras decisiones políticas deberían considerar.

- El Panel de Expertos coincide en que se han logrado algunos avances científicos para comprender el balance de masa de nitrógeno a nivel de campo, las tasas de transformación de nitrógeno, y los factores de filtración de nitratos. Sin embargo, se necesita más investigación para entender y tener en cuenta los procesos de transformación de nitrógeno en cada región. Los modelos de zona radicular y cultivos en suelo pueden utilizarse para contabilizar los procesos de transformación del nitrógeno.
- Cada región debería tener la flexibilidad para determinar la mejor métrica, modelo, o valor de la literatura para tener en cuenta los factores de tasa de transformación de nitrógeno.
- El Panel de Expertos recomienda el uso de pruebas de nitrato en suelo para medir los niveles de nitratos y aplicar esta información para reducir las aplicaciones de fertilizantes sin poner en riesgo los rendimientos de los cultivos.

LA PREGUNTA 4 se centró en métricas y métodos científicamente apropiados para evaluar y cuantificar las descargas de nitrógeno en aguas subterráneas.

- El Panel de Expertos coincide en que nitrógeno aplicado - nitrógeno eliminado es una métrica adecuada para evaluar y cuantificar los vertidos de nitrógeno en aguas subterráneas con fines regulatorios. El nitrógeno aplicado - nitrógeno eliminado puede calcularse para cultivos o sistemas de cultivo específicos y permite la comparación de diferentes campos o granjas/ranchos en una región.
- El nitrógeno aplicado/nitrógeno eliminado no es una métrica adecuada para evaluar la descarga de nitrógeno, pero sí es un indicador esencial para evaluar el rendimiento de los productores y el rancho.
- Aunque el nitrógeno aplicado y nitrógeno eliminado, tal y como propuso el primer Panel de Expertos, son una simplificación y pueden no ser lo suficientemente precisos para estudios científicos, se basan en datos que generalmente están fácilmente disponibles para los agricultores y que pueden determinarse con precisión en la mayoría de los casos a escala de campo o granja.

- El Panel de Expertos apoya el complemento de la métrica nitrógeno aplicado - nitrógeno eliminado con modelos informáticos de suelo-agua-cultivo, zona vadosa e hidrogeológicos para evaluaciones a mayor escala, por ejemplo, a escala de municipio o cuenca subterránea.
- Estos modelos también son buenas herramientas para informar objetivos y límites nitrógeno aplicado - nitrógeno eliminado que resultarían en una mejora de la calidad del agua subterránea en años futuros, teniendo en cuenta factores que los agricultores no proporcionan fácilmente, como la recarga de agua subterránea, la mineralización de nitrógeno o la desnitrificación.

LA PREGUNTA 5 se centró en las prácticas de colección e informes de datos incluidas en la Orden de Calidad del Agua del Este de San Joaquín, los procedimientos de aseguramiento de la calidad y las posibles mejoras.

- El Panel considera que las tablas de resumen requeridas por la Orden de Calidad del Agua del Este de San Joaquín son apropiadas para estimar la descarga de nitrógeno en aguas subterráneas. Sin embargo, el Panel recomienda que se reporten datos adicionales para facilitar el análisis por parte del público.
- El Panel de Expertos recomienda las siguientes adiciones:
 - El tamaño del campo o parcela individual como característica categórica.
 - Información simplificada sobre la serie predominante de suelos.
 - Una tabla de resumen preparada por región, que enumera, para cada cultivo o sistema de cultivo en basado en la superficie, acres totales, promedio y distribución de nitrógeno aplicado, nitrógeno eliminado, y otros términos de balance de masa de nitrógeno reportados por los cultivadores.
 - En regiones donde se utilizan modelos suelo-cultivo: el promedio y distribución de los valores anuales modelados para diferentes fuentes de nitrógeno aplicado, nitrógeno por deposición atmosférica y fijación biológica, nitrógeno eliminado, nitrógeno en tejido leñoso permanente, nitrógeno en pérdidas por escorrentía y atmosféricas, así como cambio en el contenido de nitrógeno de materia orgánica en el suelo.
- El Panel de Expertos recomienda el desarrollo de una tabla estandarizada de nombres de cultivos, grupos de cultivos, y denominación de grupos de cultivos.
- El Panel recomienda desarrollar requisitos de documentación estandarizados sobre cómo los productores llegaron a la cantidad reportada de nitrógeno aplicado, la proporción de nitrógeno mineralizado a partir de fertilizantes y compost orgánicos y cómo midieron el producto cosechado.
- Se deben evaluar procesos efectivos de verificación y auditoría para garantizar que las reducciones en nitrógeno aplicado - nitrógeno eliminado sean validadas y duraderas.
- Durante los primeros 2-3 años de colección de datos, se cometen muchos errores y faltas que deben corregirse. Las auditorías durante este periodo no deben dar lugar a acciones de cumplimiento. Tras la fase inicial, el nivel de auditoría depende principalmente de la calidad de los datos.
- Una comparación y evaluación exhaustiva de las ventas de fertilizantes en California frente a las tasas estatales de aplicación de fertilizantes reportadas por el Programa Regulador de Tierras de Regadío puede proporcionar una verificación a gran escala de los datos de aplicación de fertilizantes reportados por el Programa Regulador de Tierras de Regadío.
- Otra forma importante de verificación es la evaluación de la descarga de nitratos del paisaje mediante concentraciones medidas de nitrato de agua subterránea.

LA PREGUNTA 6 se centró en los límites de aplicación de fertilizantes de nitrógeno (A_{FER}), establecidos en la Orden de Agricultura de la Costa Central de 2021.

- Además de los fertilizantes sintéticos (A_{FER}), el nitrógeno Aplicado (A) incluye aportaciones de fertilizantes orgánicos (AORG), compostajes (A_{COMP}) y agua de riego (A_{IRR}). Los objetivos/límites sobre fertilizantes sintéticos no tienen en cuenta las contribuciones de estas otras entradas de nitrógeno, así como la relación eliminada con nitrógeno (R). Por lo tanto, los fertilizantes sintéticos por sí solos proporcionan una evaluación incompleta del riesgo de pérdidas de nitrógeno.
- El Panel considera que los límites de fertilizantes sintéticos tienen beneficios cuestionables. Por lo tanto, el Panel de Expertos concluye que el enfoque debe centrarse en determinar objetivos/límites o para nitrógeno aplicado y nitrógeno aplicado - nitrógeno eliminado. En lugar de desarrollar objetivos/límites específicos de fertilizantes sintéticos, los recursos se utilizan mejor para determinar la eliminación específica de nitrógeno por cultivo, las curvas de absorción de nitrógeno, y para el alcance de los cultivadores sobre prácticas que mejoren la eficiencia del uso de nitrógeno.

LA PREGUNTA 7 preguntó si los factores de descuento para nitrógeno aplicado, componentes adicionales de nitrógeno eliminado incluyendo la Orden Agrícola de la Costa Central de 2021, así como la exclusión de nitrógeno en el agua de riego en el cálculo del total de nitrógeno aplicado, son adiciones apropiadas.

- El uso de cultivos de cobertura invernales y enmiendas de alto contenido en carbono previene la pérdida de nitratos durante el barbecho invernal, cuando el nitrato residual del suelo está más en riesgo de filtración debido a lluvias invernales incontroladas. El Panel de Expertos apoya los créditos para la eliminación de nitrógeno en estas prácticas, ya que ofrecen incentivos para que los productores las implementen, que no solo ayudan a reducir la filtración de nitratos, sino que también aportan multitud de otros beneficios para la operación, la salud del suelo, y el medio ambiente.
- $R_{SCAVENGE}$ debería ampliarse para incluir otras estrategias de cultivos de cobertura que hayan demostrado reducir la filtración de nitratos durante el barbecho invernal, como los cultivos de cobertura de otoño, las prácticas de cultivos de cobertura de bajo residuo, y las mezclas de cultivos de cobertura de cereales y legumbres.
- La re-liberación del nitrógeno recuperado al cultivo posterior necesita una investigación adicional para saber cuánto puede afectar el cálculo de los valores nitrógeno aplicado - nitrógeno eliminado de futuros cultivos. El uso de pruebas rápidas de nitrato en suelo para guiar la fertilización de los cultivos es actualmente la mejor práctica de manejo para tener en cuenta el nitrógeno mineralizado de la biomasa de cultivos de cobertura.
- Investigaciones recientes han documentado la cantidad de nitrógeno lábil que se mineraliza de los composts y fertilizantes orgánicos durante el periodo del ciclo del cultivo. Otorgar un crédito a la fracción lábil de nitrógeno proveniente del compost y los fertilizantes orgánicos no penaliza a los cultivadores por todo el nitrógeno presente en estos materiales e incentiva su uso.
- El Panel apoya el principio fundamental de “bombear y fertilizar”. Está claro que cuanto más fertilizante sintético u orgánico pueda ser reemplazado por nitrógeno en el agua de riego, mejor. Siempre debe fomentarse el uso máximo de nitratos en el agua de riego, ya sea mediante educación, incentivos, o regulación.

- El Panel de Expertos recomienda que el A_{IRR} se calcule en función al volumen igual a la evapotranspiración del cultivo o del volumen de agua aplicada por riego, lo que sea menor. La suposición es que el nitrógeno en el volumen evapotranspirado es la cantidad que un cultivo absorbe durante la temporada y descuenta el agua extra necesaria para la preparación del suelo, la filtración de sal, y para compensar la no-uniformidad del sistema de riego y otras ineficiencias.
- Para efectos de modelado y estimación de la carga potencial de nitrógeno en el acuífero, los productores podrían estar obligados a informar de todo el nitrógeno aplicado por el agua de riego, pero estos valores no deben usarse para cumplir con los objetivos/límites nitrógeno aplicado - nitrógeno eliminado.

LA PREGUNTA 8 preguntaba si los datos científicos sugieren que las granjas pequeñas y/o granjas pequeñas y diversificadas se gestionan de manera fundamentalmente diferente, lo que resulta en un impacto menor en la calidad del agua en comparación con las granjas más grandes, por acre.

- Las prácticas de gestión de nutrientes pueden ser sustancialmente diferentes en granjas diversificadas a pequeña escala en comparación con granjas más grandes. Muchas de estas granjas gestionan nutrientes de forma completa para pequeñas parcelas de múltiples cultivos que pueden rotar y/o escalonarse, en lugar de por cultivo individual. Las pequeñas producciones diversificadas en California también incluyen la producción de viveros cultivados en contenedores, que funcionan de manera significativamente diferente a los cultivos de campo. Se necesitan requisitos de reporte con conexiones significativas con las prácticas de gestión para relacionar el cumplimiento y la educación con la reducción de los impactos en la calidad del agua en estos sistemas.
- Las prácticas de gestión de nutrientes también varían de un operador a otro. Las pequeñas granjas como categoría basada únicamente en la superficie probablemente no demuestren un impacto reducido en la calidad del agua por acre.
- Recomendamos una categoría como “pequeñas granjas de riesgo reducido” que podría definirse como que cumple varios criterios asociados con menor riesgo de filtración de nitratos.
- Esto podría combinarse con requisitos alternativos de reporte, asistencia técnica para el seguimiento de los niveles de nitrógeno en suelos y plantas, y educación. Se recomiendan requisitos alternativos de reporte, como el informe de nitrógeno aplicado para granja completa y el uso de valores de nitrógeno aplicado para identificar valores atípicos, para granjas diversificadas a pequeña escala que gestionan insumos de nitrógeno en una base de granja completa.

LA PREGUNTA 9 se centró en excepciones adicionales o métodos alternativos para cumplir con los requisitos precedentes de gestión del nitrógeno en la Orden de Calidad del Agua del Este de San Joaquín.

- El Panel considera que los viñedos de uva, la alfalfa, pasturas no fertilizadas, sistemas de vivero y producción floral, granjas de césped, y algunas granjas orgánicas o regenerativas son posibles candidatos para algún tipo de vía de cumplimiento de excepción o alternativa.

- Un enfoque alternativo de cumplimiento para estos sistemas de cultivo puede requerir algún tipo de reporte. Otra vía puede ser utilizar certificaciones o datos existentes para verificar prácticas que reducen la lixiviación de nitrógeno.
- Recomendamos considerar métodos alternativos de reporte para viveros, dada la dificultad para calcular con precisión nitrógeno eliminado para una gran variedad de especies ornamentales cultivadas en macetas que salen del vivero para la venta.
- Algunas granjas orgánicas, granjas diversificadas de todas las escalas, y granjas con prácticas regenerativas demostrables, podrían tener una filtración baja en nitratos, especialmente en cultivos con bajo consumo de nitrógeno, y/o con insumos orgánicos que acumulan carbono en el suelo con el tiempo. Dado que las prácticas de gestión de nutrientes varían según los diferentes enfoques de certificación orgánica, puede ser útil definir prácticas específicas de gestión orgánica y regenerativa de nutrientes asociadas a la filtración baja en nitratos, en lugar de depender únicamente de la certificación orgánica como categoría definitoria.
- En cuencas o cuencas hidrográficas donde el uso de aguas subterráneas es actualmente muy limitado, y/o donde el drenaje subterráneo de azulejos ingenierizados es extenso, y sistemas gestionados de drenaje superficial substancialmente modifican suposiciones convencionales sobre la recarga, interceptación de flujo, y vías de transporte de nutrientes, el Panel recomienda consideración de enfoques de monitorización e implementación adaptados regionalmente.
- Los requisitos alternativos de reporte en la Orden WQ 2023-0081 autorizó a las pequeñas granjas diversificadas a reportar inicialmente solo valores de nitrógeno aplicado, pero daban a las Juntas Regionales de Agua discreción para determinar cuándo o cómo debían reportarse los valores de nitrógeno eliminado. Puede ser más eficaz desarrollar vías alternativas de cumplimiento que utilicen eficazmente nitrógeno aplicado u otros métodos como soluciones a largo plazo.
- La reducción de los requisitos de reporte solo es posible cuando y donde tales excepciones y métodos alternativos de cumplimiento no aumentan el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas.

Además, el Panel ofrece una amplia lista de recomendaciones para prácticas efectivas de riego y gestión del nitrógeno, así como necesidades de alcance, investigación, evaluación, e implementación. El Panel también proporciona información detallada sobre el uso de modelos para evaluar los riesgos de contaminación por nitrato de pozos derivados de la agricultura.