Nuevas estrategias de gestión de riego para aguacates en el Caribe

A pesar de su tamaño reducido, la República Dominicana (RD) cuenta con una gran cantidad de huertos de aguacate, casi 22,000 hectáreas de árboles de aguacate destinados principalmente a la exportación a los Estados Unidos y Europa.

Según el Ministerio de Agricultura de la República Dominicana, el país produce 634,000 toneladas de aguacates cada año, lo que sitúa al país entre los 5 principales productores del mundo, detrás de México, Perú, Colombia e Indonesia. Estados Unidos es el principal mercado para el aguacate dominicano, con $37.5 millones de dólares en aguacates exportados en 2021 (aproximadamente el 48% del total exportado).

Sin embargo, el gran mercado del sector del aguacate ha creado sus propios desafíos para la población dominicana. Desde 2019, varios informes han arrojado luz sobre la creciente presencia de la producción de aguacate en áreas de reserva natural. Estos pequeños desarrollos suelen ser plantados y gestionados por agricultores de bajos ingresos con poco o ningún acceso a tierras de cultivo.

Una de las principales preocupaciones públicas es el efecto perjudicial que la deforestación y el establecimiento de cultivos de frutas en terrenos cercanos a nacimientos de acuíferos y fuentes de agua. Mientras que las grandes empresas agrícolas tienen acceso a conocimientos técnicos y tecnologías que les permiten gestionar las plantaciones de manera más eficiente, los agricultores pequeños y medianos tienen un acceso o conocimiento limitado de estos recursos.

En muchos casos, una mínima adición de conocimiento, como es la comprensión básica de los requisitos de riego de los cultivos tiene muchos beneficios potenciales, como son la mejora de la eficiencia en el uso del agua de riego (litros de agua consumidos por kilogramo de aguacate producido), la optimización del uso de fertilizantes al reducir la posible lixiviación y asegurar la humedad suficiente para que los fertilizantes estén disponibles, y la promoción de un equilibrio sostenible entre el cultivo de aguacate y la conservación del medio ambiente. Aunque esta información requiere ajustes para cada agricultor individual, la capacidad de estimar el consumo promedio de agua de los cultivos es un primer paso hacia una comprensión más profunda del uso real del agua y la mejora de las políticas de uso del agua en el país.

Los sensores de humedad del suelo son una herramienta útil utilizada para estimar las necesidades de agua de las plantas en función de las mediciones del contenido de humedad del suelo y complementar el conocimiento empírico del productor. Sin embargo, esta tecnología puede resultar costosa para los agricultores de pequeña escala e incluso en aquellos casos donde los productores accedan a la tecnología, existe la posibilidad de su mal funcionamiento, en aquellos casos donde el productor no tenga el conocimiento necesario para su correcto manejo. Las variaciones en las propiedades del suelo, las especies de cultivos y la etapa de crecimiento, y las condiciones atmosféricas también influirán en el uso de agua de las plantas y por tanto nuestra capacidad de estimación.

Dado esto, en 2019, el Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología de la República Dominicana, en colaboración con el Instituto Especializado de Estudios Superiores Loyola y docentes de Virginia Tech, inició un proyecto de varios años con el objetivo de identificar los requisitos de agua para aguacates en el Caribe y encontrar posibles aplicaciones de tecnologías de teledetección para la estimación de variaciones espaciales y temporales en las necesidades de agua.

El proyecto, "Determinación de la evapotranspiración del cultivo mediante la integración de datos de balance de energía para la optimización del riego de aguacate en la República Dominicana", se estableció por primera vez en una finca de aguacates orgánicos en la región suroeste del país. Se recopilaron datos de árboles de aguacate 'Hass' de 2.5 años, donde los investigadores establecieron cuatro tratamientos de riego basados en las prácticas de riego comerciales actuales de la República Dominicana. Los tratamientos consistieron en el 100% del régimen de riego normal, el 125% del régimen de riego como representación de un cultivo excesivamente irrigado, y el 75% y el 50% de riego como representación de un cultivo en deficiencia de riego. La hipótesis fue que, si las plantas se encontraban en condiciones excesivas de riego, los tratamientos con regímenes más bajos tendrían la misma respuesta productiva que los tratamientos con más irrigación, y el rendimiento de las plantas no se vería afectado. Los investigadores establecieron los cuatro tratamientos en un Diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones en una zona de estudio de 0.6 hectáreas.

El balance de agua del suelo se midió utilizando sensores de humedad del suelo establecidos en dos direcciones, uno en la misma dirección que el lecho de siembra y el otro en dirección al lecho de siembra adyacente. Los sensores se establecieron a tres profundidades y distancias del tronco. En cada una de las direcciones, los sensores se establecieron a 20 pulgadas del tronco y 12 pulgadas de profundidad, a 40 pulgadas del tronco y 24 pulgadas de profundidad y a 60 pulgadas del tronco y 48 pulgadas de profundidad, respectivamente. Además, se establecieron dos sensores a 60 pulgadas del árbol y 12 pulgadas de profundidad como representación del área de perdida de agua. El estudio conto con un total de 16 registradores de datos y 128 sensores.

Para evaluar el rendimiento de las plantas, los investigadores midieron el número de hojas por unidad de área, conocido como el Índice de Área Foliar, como una estimación de la biomasa de las plantas. Este índice mide la extensión de las hojas por metro cuadrado. Además, se capturaron fotos aéreas de los cultivos utilizando un vehículo aéreo no tripulado (dron) a una altura de 100 pies. Las fotos se tomaron con una cámara multiespectral, la cual es capaz de reconocer longitudes de onda de luz más allá de lo que un ser humano puede ver. Esta técnica puede recopilar información única, como la medición de la salud de las plantas a través de la reflectancia de la luz infrarroja y la luz cercana al infrarrojo.

A partir de las imágenes, los investigadores calcularon múltiples Índices de Vegetación para estimar el rendimiento de las plantas. Un Índice de Vegetación se calcula convirtiendo datos de diferentes bandas de color en una imagen. Esta evaluación resalta la vegetación verde, distinguiéndola de otros aspectos de la imagen. La conversión de datos de esta manera puede ayudar a determinar cuánta cobertura vegetal hay, cuán saludables están las plantas y qué tan grandes son las hojas de las plantas.

Después del análisis de la información recopilada, los investigadores identificaron cinco hallazgos clave:

1. Un solo árbol de aguacate de tres años en el sureste de la República Dominicana requiere un promedio de 41 litros por día de agua. Este número representa el agua necesaria para la transpiración y el agua que se retendrá y se perderá más tarde por evaporación en el suelo alrededor del árbol. Esta estimación está de acuerdo con las mediciones de Lahav y Whiley en 2002, que afirmaron que los árboles de aguacate de tres años necesitaban de 30 a 50 litros por día en climas mediterráneos.
2. Los agricultores de aguacate en la República Dominicana están sobreirrigando. Los datos no mostraron diferencias significativas en el Índice de Área Foliar y en múltiples Índices de Vegetación entre los tratamientos de riego. Esto indica que los árboles de aguacate estudiados funcionaron igual de bien con solo la mitad de la cantidad de agua aplicada. Por lo tanto, los agricultores de aguacate utilizan en promedio 2,377 galones adicionales por hectárea de agua de la necesaria para sus plantas. Estos hallazgos representan un esfuerzo inicial para medir la eficiencia en el uso del agua en los aguacates dominicanos que podría replicarse en otras ubicaciones del país.
3. Los Índices de Vegetación, que se utilizan para evaluar varios aspectos de la salud de las plantas, el crecimiento y las condiciones ambientales al analizar la reflectancia de la luz desde las copas de las plantas, son herramientas excelentes para estimar el rendimiento de las plantas y el estado del agua. Estos índices ofrecen información valiosa para una amplia gama de aplicaciones en agricultura, silvicultura, ecología y monitoreo ambiental. Además, los Índices de Vegetación se emplean comúnmente para estimar el estado del agua de las plantas. Un índice frecuentemente utilizado para este propósito es el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), que compara la reflectancia de la luz infrarroja cercana y la luz roja. El NDVI se utiliza a menudo para evaluar la salud general de las plantas, incluida la presencia de estrés hídrico. En términos más sencillos, los valores del NDVI suelen variar de -1.0 a 1.0. Los valores negativos a menudo indican la presencia de nubes (en el caso de imágenes satelitales) o agua, mientras que los valores cercanos a cero y positivos sugieren suelo desnudo. Valores de NDVI positivos más altos pueden reflejar diferentes niveles de crecimiento de las plantas, desde un poco de vegetación (0.1 - 0.5) hasta vegetación abundante y saludable (0.6 y superiores). Los Índices de Vegetación tienen un valor significativo para los agricultores, ya que proporcionan información precisa y oportuna sobre la salud y condición de sus cultivos.
4. Aún se necesita investigación para desarrollar un programa eficiente de gestión del agua en ;a República Dominicana. Por ejemplo, las recomendaciones desarrolladas para la producción de aguacates en este proyecto solo son aplicables a suelos de texturas arcillosas, como los del lugar de estudio. Además, la información solo es relevante para árboles de edad similar a los utilizados en el estudio. En última instancia, los resultados de este proyecto, que surgieron de los esfuerzos de múltiples instituciones nacionales e internacionales, demuestran la importancia de la investigación agrícola y la colaboración entre organizaciones para crear soluciones sostenibles a los desafíos de conservación en todo el mundo.
5. La investigación sobre el uso del agua en cultivos específicos puede tener una influencia significativa en las decisiones de políticas relacionadas con la gestión del agua, prácticas agrícolas y sostenibilidad ambiental. La investigación dirigida a cuantificar con precisión los requisitos de agua de los cultivos puede proporcionar información esencial para diseñar políticas de asignación de agua. Estas políticas pueden priorizar la distribución del agua a los cultivos en función de su eficiencia en el uso del agua y su valor económico. Los cultivos que se consideren intensivos en el uso del agua podrían estar sujetos a regulaciones más estrictas o incentivos para fomentar prácticas de riego más eficientes. Del mismo modo, comprender las necesidades de agua de los cultivos puede llevar al desarrollo de regulaciones de riego que se alineen con el uso sostenible del agua. Por ejemplo, los gobiernos nacionales y regionales podrían exigir el uso de técnicas de riego más eficientes, como el riego por goteo, la aplicación de teledetección o sensores de humedad del suelo de bajo costo para el monitoreo en áreas donde los recursos hídricos son escasos. Los hallazgos de la investigación también podrían dar lugar al establecimiento de programas de incentivos destinados a alentar a los agricultores a adoptar prácticas que promuevan la eficiencia en el uso del agua y los fertilizantes. Estos incentivos podrían incluir apoyo financiero para la adquisición de equipos modernos de riego, monitoreo de humedad del suelo y análisis de nutrientes del suelo, o la adopción de tecnologías agrícolas avanzadas.

Las políticas a nivel nacional deben seguir priorizando fondos para la investigación con el fin de mejorar la eficiencia en el uso del agua en la agricultura. El establecimiento de políticas basadas en resultados de investigación puede contribuir al desarrollo de estrategias nacionales de gestión de sequías y a la sostenibilidad a largo plazo de los recursos hídricos, fertilizantes, productividad agrícola y seguridad alimentaria. No obstante a esto, los resultados de investigación deben, en última instancia, siempre estar dirigidos al usuario final, el agricultor, ya sea a través de servicios de extensión agrícola, talleres, o programas de capacitación. Educar a los agricultores sobre prácticas eficientes de riego y las necesidades de agua de cultivos específicos llevará directamente a la adopción de métodos de agricultura más sostenibles.

Agradecimiento:

Este estudio fue financiado por el Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología de la República Dominicana - FONDOCyT 2018-2019-2D5-221.

Autores Dr. Emmanuel Torres, Dr. Gabriel González, Arturo Bisonó, Willy Maurer, Jorge Mancebo y Dr. Félix Rondón.