Cultivo intercalado de arbustos autóctonos

Ibrahima Diedhiou, Univ. de Thies, Senegal Nathan Bogie, Univ. de California, Merced, USA Teamrat Ghezzehei, Univ. de California, Merced, USA Amanda Davey, Ohio State Univ., USA Richard Dick, Ohio State Univ., USA

Más de 4 millones de personas en las zonas sahelianas del África Occidental enfrentan dificultades tras períodos de sequía y el aumento del precio de los alimentos. En junio, la FAO envió casi US$10 millones en ayuda para los productores azotados por la sequía en la región, los cuales dependen de la agricultura de secano. Sequías recurrentes, poblaciones en aumento y paisajes degradados son amenazas en curso para la región semi-árida. A lo largo del Sahel, la producción total ha disminuido drásticamente en los últimos 50 años, llevando a una pérdida en resiliencia para las comunidades agrícolas. La tierra consiste de suelos pobres en nutrientes con bajos insumos de fertilizante. Los productores necesitan desesperadamente sistemas agrícolas que puedan mejorar rendimientos y conservar el suelo utilizando recursos disponibles localmente.

Figura 11. Mijo intercalado con Guiera senegalensis. *Fuente: Matthew Bright*

Afortunadamente, se ha validado científicamente un sistema de intercalado de arbustos que hace frente a los retos ecológicos y de seguridad alimentaria del Sahel. El sistema se basa en dos arbustos que dominan y coexisten con cultivos a lo largo del Sahel (aunque sus densidades son bajas): *Guiera senegalensis* y *Piliostigma reticulatum*. Aunque los productores reconocen el valor de los arbustos, por lo general los recortan en la primavera para limpiar los campos, luego queman los residuos, privando a los suelos de insumos orgánicos necesarios. Nuestra investigación, financiada por la *National Science Foundation*, ha mostrado los múltiples beneficios de una Sistema Optimizado de Arbustos (OSS por sus siglas en inglés; Figura 11) en el cual la densidad de los arbustos es aumentada a partir de los niveles actuales (<200-350 arbustos/ha) a alrededor de 1,500 arbustos/ha, en el cual la biomasa de arbustos recortados se incorpora anualmente al suelo. Con el

OSS hemos observado que se mejora la calidad del suelo, hay más captación de carbono (C), la diversidad y actividad microbiana aumentan, hay más disponibilidad de nutrientes, mejora la calidad del agua, y los rendimientos mejoran hasta tres veces más (28 artículos revisados por colegas [Ver la sección de lecturas adicionales para encontrar publicaciones que contienen más información sobre la manera en que se integraron los arbustos con cosechas de granos.]). Un hallazgo realmente importante, y el foco de este artículo, es que **los arbustos "bio-riegan" los cultivos vía ascenso hidráulico durante la noche;** esto, combinado con la mejora en la calidad del suelo reduce significativamente el estrés hídrico de la cosecha durante la sequía en la estación.

El proceso conocido como ascenso hidráulico (también conocido como redistribución hidráulica) ocurre cuando los arbustos mueven agua desde el subsuelo húmedo profundo a través de sus sistemas radiculares. Las raíces liberan agua en las capas secas superiores del suelo durante la noche cuando los estomas de las hojas se cierran y se detiene la fotosíntesis. Se ha encontrado ascenso hidráulico en ambientes que experimentan sequías periódicas. Este sistema ha demostrado que aumenta la capacidad de las raíces de poca profundidad para absorber nutrientes y para mantener niveles más altos de transpiración y fotosíntesis.

Figura 12. Mijo cultivado para un estudio de rastreo de ascenso hidráulico bajo irrigación, a mediados de la temporada 2014. Note el contraste entre el mijo cultivado sin (izquierda) y con (derecha) arbustos. *Fuente: Nathaniel Bogie*

Elaboramos la hipótesis de que cada día, los cultivos de mijo perla (*Pennisetum glaucum*) cercanos aprovechan algo del agua que es llevada a la superficie por los arbustos. Para probar nuestra hipótesis, llevamos a cabo un experimento en Senegal durante la estación seca. Esto nos permitió simular las condiciones secas y, ante la ausencia de lluvias, controlar con precisión los tiempos y cantidades de agua aportada vía riego de bajo volumen (Figura 12). Monitoreamos con sensores la humedad del suelo. Una vez que observamos el secado diurno y el re-humedecimiento nocturno del suelo que es característico del ascenso hidráulico, comenzamos nuestro estudio. Primero, colocamos botellas –con agua etiquetada con deuterio--- adheridas a las raíces profundas de los arbustos tal como se muestra en la Figura 13. El deuterio ("hidrógeno pesado") en el agua podía entonces medirse en los tejidos de las plantas para rastrear el movimiento del agua etiquetada. Luego, durante un período de cinco días, recolectamos muestras de hojas de los arbustos en la superficie y de las plantas adyacentes de mijo. Se analizaron las hojas en busca del rastreador (deuterio). Encontramos evidencia del rastreador en un arbusto el primer día luego de inyectar el agua etiquetada y solamente un día después encontramos el rastreador en el mijo de los alrededores. Este hallazgo confirma

que el agua ascendida hidráulicamente por los arbustos puede transferirse al cultivo de mijo adyacente. Aún no conocemos la ruta exacta que sigue el agua desde las raíces de los arbustos hasta el cultivo, pero tenemos la certeza de que existe una ruta. Aunque el ascenso hidráulico ha sido documentado en muchos ecosistemas, este estudio fue el primero en mostrar que especies leñosas cultivadas en forma intercalada en un campo de cultivos pueden "regar" los cultivos adyacentes con agua obtenida a través del ascenso hidráulica.

Hemos realizado estudios de largo plazo sobre la *Guiera senegalensis* y *Piliostigma reticulatum* interplanted con una rotación de maní- mijo perla. Los cultivos intercalados con los arbustos han mostrado drásticos en rendimientos, con o sin adición de fertilizantes. El sistema también ayudó a rehabilitar los suelos degradados, tal como lo demuestra la duplicación del total de carbono en la capa vegetal luego de 10 años de cultivos intercalados con arbustos. La captación de carbono en el suelo es un mecanismo importante para capturar dióxido de carbono atmosférico y así contrarrestar el cambio climático mundial.

Ahora comprendemos muchos mecanismos fundamentals de la hidrología de la rizósfera y la microbiología del suelo del OSS. Con esa base de conocimientos estamos listos para hacer actividades piloto y comenzar a dimensionar el sistema. Con ese fin creamos Agro-Shrub Alliance (https://agroshrub.org/), una organización sin fines de lucro que brinda investigación en la fincas y capacitación técnica sobre agricultura basada en arbustos a familias de pequeños productores a lo largo del Sahel de África Occidental. Nuestra Alianza de investigadores, especialistas en extensión, y productores actualmente se encuentra trabajando en el diseño de Escuelas de Campo para Agricultores en OSS para efectuar por primera vez pruebas en la finca. En combinación con estas capacitaciones iniciales, realizaremos los análisis socioeconómicos necesarios e incorporaremos conocimientos autóctonos para OSS localmente adaptados. Nuestro objetivo en última instancia es trabajar en colaboración con los productores para desarrollar plataformas de extensión que permitan una amplia adaptación y adopción del OSS desde Senegal hasta el Chad con el potencial de llegar a 5 millones de familias de pequeños productores y

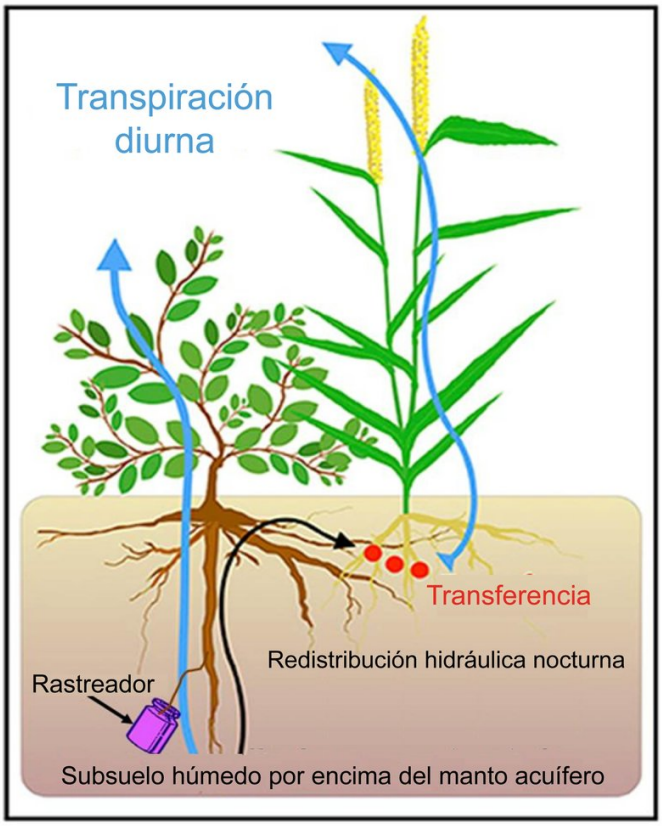

Figura 13. Diagrama que muestra el ascenso hidráulico y la transferencia hacia las plantas de mijo de agua etiquetada con deuterio desde una probeta adjuntada a las raíces del arbusto cerca de 1 metro por debajo de la superficie del suelo. *Fuente: Bogie et al. 2018*

regenerar la base de recursos naturales para las generaciones futuras. Por favor visite nuestro sitio en la red y los recursos mostrados a continuación para conocer más sobre OSS.

Lecturas adicionales:

Bogie, N.A, R. Bayala, I.Diedhiou, M.H. Conklin, M.L. Fogel, R.P. Dick, y T.A. Ghezzehei. 2018. Hydraulic Redistribution by Native Sahelian Shrubs: Bioirrigation to Resist In-Season Drought (https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2018.00098/full). *Front. Environ. Sci.* 6:98. Bright, M., I. Diedhiou, R. Bayala, K.

Assigbetse, L. Chapuis-Lardy, Y. Ndour, y R.P. Dick. 2017. Long-term *Piliostigma reticulatum* intercropping in the Sahel: Crop productivity, carbon sequestration, nutrient cycling, and soil quality. (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880917301263?via%3Dihub) *Agriculture, Ecosystems and Environment* 242:9–22. Dossa, E.L., I.

Diedhiou, M. Khouma, M. Sene, A. Lufafa, F. Kizito, S.A.N. Samba, A.N. Badiane, S. Diedhiou, y R.P. Dick. 2012. Crop Productivity and Nutrient Dynamics in a Shrub (*Guiera senegalensis*)–Based Farming System of the Sahel (https://dl.sciencesocieties.org/publications/aj/abstracts/104/5/1255). *Agron. J* 104:1255–1264.

© 2019 ECHO Inc. http://edn.link/mpjy2g