

AGRICULTURA TRADICIONAL DE ORILLADO EN EL CAUCE DE LAS
QUEBRADAS EN EL BOSQUE ESTACIONALMENTE SECO DE LA COSTA NORTE
DEL PERÚ: ESTUDIO DE CASO JAGUAY NEGRO Y CASITAS

Ana Sabogal Dunin Borkowski
<https://orcid.org/0000-0002-0816-2739>
Pontificia Universidad Católica del Perú
asabogal@pucp.pe

Fecha de aceptación: 26/04/2020

Fecha de aceptación: 18/05/2020

Resumen

En la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera del Noroeste, al norte del Perú, se practica una agricultura tradicional conocida como «orillado», en el cauce de las quebradas temporales que se forman en la época de avenida. Luego de las lluvias, cuando el cauce ha aminorado, se siembran aquí cultivos estacionales. Se trae la tierra de la pendiente de la quebrada, sobre la cual se desarrollan árboles de la familia *Fabaceae*, con esta se construyen los surcos. El suelo del surco es removido por el agua de avenida todos los años, y renovado antes de la siembra. Se plantea la siguiente hipótesis: el suelo utilizado en el orillado posee mayor contenido de nitrógeno y fósforo que el suelo del cauce, debido a la presencia de simbiosis microbiana característica de los árboles de la familia *Fabaceae* que crecen en la orilla de la quebrada: La metodología empleada es mixta, esta incluye entrevistas semiestructuradas y análisis de suelo. Las entrevistas fueron realizadas en los poblados de Jaguay Negro- El Papayo, donde se utiliza la técnica de orillado, y en Casitas-Cherrelisque, donde se cultiva directamente en el suelo de la quebrada. El suelo para los análisis fue colectado en los campos de los agricultores de ambos poblados. Los resultados confirman la hipótesis planteada. Los análisis de suelo muestran valores mayores para la zona de Jaguay Negro. Ello comprobaría la hipótesis de que la agricultura de orillado aprovecha la simbiosis microbiana y la de micorrizas y en tal sentido es una agricultura ecológica.

Palabras clave: bosque seco, agricultura tradicional, orillado, simbiosis microbiana, nitrificación, fertilidad del suelo.

Traditional Stream-Border Agriculture in the Dry Forest at the North Coast in Peru: Case Study Jaguay Negro and Casitas

ABSTRACT

The studied area is in the buffer zone of the Northwest Biosphere, in the Peruvian northwest. In this place, traditional agriculture is practiced in the riverbed during the flood time. After the rainy season, when the flood reduces, between April and June, crops are cultivated. The soil is translocated from the slope, where the *Prosopis* trees grow. The hypothesis is that the soil used for traditional agriculture includes more nitrogen and phosphorus, on the basis of the microbial and fungi symbiosis characteristic for the *Fabaceae* family. This soil will be removed by the flood. The study was conducted in Jaguay Negro, where the soil was transported from the slope, and in Casitas, where the agriculture uses soil from the gully. Interviews and soil fertility were analyzed. The result shows nitrogen and phosphorus in a middle level, which, as for the dry ecosystem, has a positive influence for the symbioses. This practice of *orillado* can be interpreted as a form of ecological agriculture since it uses the microbial symbiosis and mycorrhizal fungi. The *orillado* can be interesting as a resilient response from the local population to the Climate Change.

Keywords: Dry Forest, traditional agriculture, orillado, microbial symbiosis, nitrification, soil fertility.

1. INTRODUCCIÓN

El bosque seco norperuano constituye un ecosistema estacionalmente seco que se caracteriza por una marcada sequía y una abundante lluvia que se presenta solo durante los años en que se produce el evento de El Niño. El bosque seco conforma un ecosistema con elevada biodiversidad, razón por la cual, parte de este, conforma la «Reserva de la Biosfera del Noroeste». La reserva fue reconocida desde el año 1977 por la Unesco, como patrimonio de la humanidad. La Reserva de la Biosfera está conformada por el Parque Nacional Cerros de Amotape, el Coto de Caza El Angolo y la Reserva Nacional de Tumbes. La presente investigación fue realizada en el área de amortiguamiento de la reserva.

El bosque seco ha sido utilizado por la población humana desde tiempos inmemoriales, tanto la cultura de los tallanes como la de los incas han usado los recursos del bosque seco (Hocquenghem, 1998). En los Cerros de Amotape, se han encontrado canales arqueológicos de irrigación que atraviesan el bosque seco (Hocquenghem, 1998). Luego de la conquista española, este espacio fue convertido en haciendas, parte del bosque fue utilizado para cultivar, y la otra para el pastoreo del ganado caprino y vacuno, ambas especies introducidas por los españoles (Sabogal, 2010). Luego de la reforma agraria, las haciendas se transforman en comunidades campesinas. Actualmente

los comuneros usan las tierras de la comunidad para la agricultura de forma privada, en extensiones que fluctúan entre ocho a diez hectáreas, y de forma comunal las tierras de pastoreo (Cuba, 1998).

El uso tradicional del espacio corresponde a un sistema de trashumancia, en el que se combinan la recolección de madera del bosque de Tumbes, la extracción de frutos del mar de los manglares de Tumbes y en el bosque Cerros de Amotape, el pastoreo caprino durante todo el año y, en la época húmeda, la agricultura de orillado en el cauce de quebrada y el pastoreo de ganado vacuno en el bosque. Ello incluye también una migración temporal, en la época seca, hacia el bosque de Tumbes. De esta manera, mientras que el ganado caprino permanece cerca de la población y se abastece con el alimento del bosque, el ganado vacuno migra en busca de alimento hacia el norte de la reserva, hasta llegar al bosque de Tumbes. Estos retornan una vez que el bosque de los Cerros de Amotape reverdece. La agricultura industrial a gran escala permite un ingreso asalariado adicional. Para ello, algunos miembros de la familia migran durante la época de cosecha, para complementar los ingresos familiares. Las lluvias y el evento de El Niño son factores que determinan la temporalidad y regulan el circuito de migración (Sabogal, 2011).

En la zona de amortiguamiento de la reserva, los pobladores practican una agricultura de orillado que les permite la resiliencia frente al ecosistema de bosque seco y permite su aprovechamiento. Esta técnica se practica en la zona desde tiempos inmemoriales. Para ello, el suelo del borde de la quebrada es trasladado al cauce, en donde se cultivan hortalizas.

Se plantean así las siguientes preguntas: ¿Cómo funciona el sistema? ¿Cómo funciona el sistema agrícola? ¿Es sostenible a largo plazo? ¿Existe una mayor cantidad de nitrógeno y fósforo en la pendiente de la quebrada, donde crecen los árboles de leguminosas, debido a la presencia de simbiosis con bacterias y hongos característica de las leguminosas (familia Fabaceae)? ¿Se trataría de una agricultura ecológica que aprovecha la simbiosis microbiana de los árboles para provecho de los cultivos en un suelo desertificado y lavado todos los años por la quebrada, aprovechando de esta manera al máximo el agua temporal y los nutrientes?

Se plantea así la siguiente hipótesis: las zonas de pendiente de la quebrada con presencia de leguminosas, de donde se traslada el suelo para el cultivo, poseen mayor contenido de fósforo y nitrógeno debido a la presencia de micorrizas y *Rhizobium* respectivamente. Estos nutrientes son utilizados por los cultivos estacionales al trasladarse la tierra de los bordes de la quebrada hacia el cauce de esta, tierra que, de otra manera, sería arrasada por la crecida. Se trataría de esta manera de una agricultura ecológica que aprovecha la simbiosis microbiana de los árboles para provecho de los cultivos en un suelo desertificado y lavado todos los años por la quebrada. De esta manera, se aprovecha al máximo el agua temporal y los nutrientes.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en dos espacios del área de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera del Noroeste, con el fin de comparar dos sistemas de producción. De esta manera, el estudio fue realizado en la comunidad campesina de Jaguay Negro, distrito de Lancones, provincia de Sullana, departamento de Piura; así como en el caserío El Papayo y sus alrededores, en el mismo distrito. La segunda localidad estudiada comprende los caseríos de Casitas y Cherrelique, distrito de Casitas, ubicado en la quebrada Bocapán. La forma de cultivo en estas dos localidades es diferente. Mientras que en Jaguay Negro se traslada el suelo del borde de la quebrada hacia el cauce, en el distrito de Casitas se cultiva directamente en el suelo de la quebrada (ver Figuras 1 y 2). Por ello, para poder realizar la comparación, se colectó suelo de los camellones de cultivo de ambas localidades, el primero proveniente del borde de la quebrada, y el segundo de la misma quebrada.

En la localidad de Casitas, donde se utiliza el suelo de la quebrada para formar el surco, este no tenía influencia de las leguminosas arbóreas ya que provenía directamente de la quebrada. En la localidad de Jaguay Negro, en cambio, el suelo provenía de los bordes de la quebrada, donde crecen los árboles de algarrobo que poseen simbiosis microbiana.

En cada uno de los espacios se tomaron diez muestras de suelo provenientes de parcelas diferentes. En cada parcela se tomaron entre cuatro y cinco muestras. Las muestras de cada parcela fueron homogeneizadas a fin de obtener un kilogramo de suelo de cada parcela y analizarlo. Todas las muestras se enviaron al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) donde se realizó en análisis de fertilidad de suelos. Finalmente, se compararon entre sí los promedios obtenidos de cada parámetro para cada una de las localidades, a fin de comprobar la influencia de las leguminosas arbóreas en el nivel de nutrientes del suelo.

Los parámetros analizados fueron los siguientes: macroelementos (nitrógeno, fósforo y potasio [N, P, K]), materia orgánica y relación carbono nitrógeno (C/N). Los resultados de los veinte análisis de suelos fueron analizados y comparados. Para interpretar los resultados, se utilizó la tabla de niveles de fertilidad para análisis de suelos de la UNALM que se indica al reverso de los análisis de suelos (ver Tabla 1).

Paralelamente se realizaron, cuatro entrevistas semiestructuradas a los agricultores de cada una de las localidades, sumando en total ocho. Las entrevistas semiestructuradas fueron dirigidas directamente a los agricultores que se encontraban en el momento de las entrevistas realizando las labores de cultivo.

El número aproximado de habitantes para el distrito de Casitas es de 2350, ubicado en la provincia de Contralmirante Villar, departamento de Tumbes (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2018) de los cuales 155 viven en el caserío de

Casitas (INEI, 2017). El número total de habitantes de la comunidad de Jaguay Negro ubicada en distrito de Lancones, provincia de Sullana, departamento de Piura, de 1200 (ProNaturaleza, 2001). Los habitantes del distrito de Lancones suman 13 119 (INEI, 2017). La población en ambas localidades se dedica en parte a la agricultura y en mayor proporción al comercio debido a la cercanía con la ciudad de Sullana. El objetivo de estas entrevistas fue investigar sobre la forma de preparar el suelo en cada localidad.

3. RESULTADOS

De las entrevistas semiestructuradas se concluye que en ambas localidades los pobladores usan el sistema de siembra en la quebrada. También, en ambas localidades se menciona que este tipo de cultivo se realiza desde hace varias generaciones. Mientras que en el distrito de Casitas se cultiva directamente en el cauce, sobre la arena del lugar, en Jaguay Negro el suelo se transporta desde los bordes de la quebrada hacia el cauce. En Jaguay Negro se denomina a este tipo de cultivo como «orillado», en Casitas simplemente se le llama «cultivo en la quebrada».

De las entrevistas semiestructuradas realizadas entre la comunidad campesina de Jaguay Negro y El Papayo, se puede inferir que para la preparación del suelo para el cultivo se traslada el suelo de la orilla al cauce y se mezcla con el guano de cabra. Los cultivos que se siembran con mayor frecuencia son: cebolla, ajo, camote, arroz, haba, zanahoria o pallar. El orillado se practica entre mayo y octubre, una vez que el cauce ha amainado, aprovechando la humedad del suelo de la quebrada. Según los agricultores de la zona, esta forma de cultivo se realiza «desde inicios del mundo» y ha sido practicado por sus abuelos y bisabuelos. El trabajo es arduo, para una poza de un quintal de arroz cosechado o bien dos quintales de semilla de cebolla, se requiere 200 sacos de tierra de borde de quebrada. En la parte lateral de la quebrada, en las zonas cercanas al cauce se cultiva, además, el sen (*Cassia angustifolia* Vahl.), que puede realizarse durante todo el año, aprovechando la humedad del suelo.

En Casitas y Cherrelique, se forman camellones en el lecho de la quebrada. Para ello, se coloca una capa de guano de cabra que se recubre con la arena. Este cultivo se realiza a lo ancho de toda la quebrada, incluyendo las zonas de desborde esporádico del río, que son solo cubiertas con agua durante los años de mayor avenida. La preparación del terreno se realiza antes de las lluvias, entre marzo y abril, dependiendo del final de estas. Cabe resaltar que el espacio de cultivo en la quebrada en la zona de Casitas es mucho más amplio que en Jaguay Negro, por lo que se cultiva no solo para el autoconsumo sino también para la venta. Los cultivos que se siembran aquí para la venta son principalmente tomate y pimiento, por ser los más comerciales. Otros cultivos que se siembran en menor proporción, principalmente para autoconsumo, son: culantro, cebolla y cebolla china. La preparación del terreno, al igual que en Jaguay

Negro, se realiza entre marzo y mayo y el cultivo desde mayo hasta diciembre. El terreno se prepara aumentando mayor cantidad de guano de cabra a razón de tres sacos de guano por surco. Según los agricultores de Casitas este tipo de cultivo se realiza desde el tiempo de sus ancestros.

En la Tabla 1, se muestran los resultados del análisis de suelos para ambas localidades. Como podemos observar el suelo de Jaguay Negro-El Papayo posee en general una mejor fertilidad de suelo debido el pH neutro (6,56), mientras que el pH del suelo para la localidad de Casitas-Cherrelisque es moderadamente alcalino (8,07). La conductividad eléctrica, si bien es muy ligeramente salina para ambas localidades, es mucho más elevada para Casitas). La cantidad de carbonato de calcio para ambas localidades es muy baja, siendo nula para Jaguay Negro. La materia orgánica se encuentra en baja cantidad para los dos espacios estudiados. La baja cantidad de carbonato de calcio y de materia orgánica encontrada en ambas localidades, influyen en que el nitrógeno total del suelo sea bajo, al no retenerlo (Blume et al., 2010).

El nitrógeno del suelo se encuentra en baja cantidad, teniendo en cuenta la tabla de interpretación de resultados de la Universidad Nacional Agraria La Molina (ver Tabla 1). En el suelo de ambas localidades este parámetro está por debajo de 1%; 0,0157% para Casitas y 0,0697% para Jaguay Negro, siendo, sin embargo, tres veces mayor para Jaguay Negro que para Casitas (ver Tabla 1).

En ambas localidades existe baja cantidad de materia orgánica en el suelo (0,18% en el suelo de Casitas y 1,21 metros en el de Jaguay Negro), lo que es normal para un ecosistema árido de textura arenosa. Cabe resaltar que la textura del suelo en Jaguay Negro es areno-arcillosa (Sabogal, 2011). La disponibilidad de fósforo y de potasio son bajas en el suelo de Casitas y medias en el de Jaguay Negro (ver Tabla 1). Finalmente, en ambas localidades la conductividad eléctrica del suelo es muy ligeramente salina, siendo algo mayor en Casitas. En ninguna de las dos localidades se encontró aluminio disponible.

4. DISCUSIÓN

La especie vegetal más común en el bosque seco es *Prosopis pallida* (Sabogal, 2010). Esta especie se caracteriza por la presencia de simbiosis microbiana, la que le permite aumentar la extensión radicular y ocupar espacios diminutos donde la raíz no llegaría de otra forma, como resultado de ello aumenta la absorción de fósforo y de agua, lo que disminuye el estrés a la sequía (Blume et al., 2010). Cabe resaltar que las plantas fijadoras de nitrógeno aumentan su demanda de fósforo (Marschner, 1986 citado en Ferrari y Wall, 2004). Es por ello que estas poseen una interacción entre la simbiosis de *Rhizobium* y micorriza, de esta manera suplen la demanda de ambos nutrientes, nitrógeno y fósforo (Ferrari y Wall, 2004).

En zonas semiáridas se espera que con el cambio climático aumentarán las sequías y el calor (Altieri y Nicholls, 2009). Es por ello por lo que esta simbiosis resulta especialmente interesante. Además, el género *Prosopis* es resistente a la sequía, este produce nódulos en abundancia bajo condiciones de baja cantidad de agua (Ferrari y Wall, 2004). Esta especie podría así sobrevivir bajo condiciones de sequía y cambio climático, siendo una especie clave permitir la sobrevivencia del ecosistema.

La forma más difundida de simbiosis entre planta y hongo es la micorriza arbuscular (MA). Esta está presente en 80% de las plantas superiores (Smith y Read citado en Wang, Liu, Xia, Wu, Wang, y Dong, 2011). La micorriza arbuscular mejora la absorción de fósforo en suelos de trópicos y subtropicos, pobres en fósforo (Blume et al., 2010). En los suelos desérticos la micorriza arbuscular permite aumentar la resistencia a la sequía (Wang et al., 2011). Esto se logra al aumentar el área de absorción por medio del crecimiento del hongo y consiguiente aumento de la extensión radicular, como se menciona líneas arriba.

Los exudados de la raíz influyen en la movilización de los nutrientes (Carvalhais, Dennis, Fedoseyenko, Hajirezaei, Borriss, y von Wirén, 2011), aumentando el crecimiento de los microorganismos del suelo (Blume et al., 2010), algunos de ellos influyen en la formación de nódulos (Wang et al., 2008 citado en Carvalhais et al., 2011). La cantidad y el tipo de exudados se ve influenciada por la estructura del suelo (Berg et al., 2000 citado en Carvalhais et al., 2011) y la especie (Lesuffleur et al., 2007 citado en Carvalhais et al., 2011). Los exudados de la raíz son también un mecanismo de la planta para aumentar de esta manera la solubilidad de los nutrientes (Carvalhais, et al., 2011), lo que resulta de gran importancia en suelos de pH elevado como los de Casitas-Cherrelrique y bajo condiciones de sequía y cambio climático.

Entre las bacterias fijadoras de nitrógeno que forman simbiosis con las plantas de la familia *Fabaceae*, comúnmente conocidas como leguminosas, están las del género *Rhizobium* (Blume et al., 2010). Las bacterias nitrificantes, presentes en el suelo, aprovechan los exudados presentes en el suelo y en simbiosis con las plantas fijan el nitrógeno (Blume et al., 2010). Las bacterias simbióticas requieren suelos bien aireados, entre ligeramente ácidos a ligeramente alcalinos (Blume et al., 2010). Lo que coincide con los suelos de la zona de estudio, donde el pH de Casitas es moderadamente alcalino (8,07) y la textura arenosa, y el de Jaguay Negro neutro (6,56) y de textura areno-arcillosa. En climas templados y húmedos, la cantidad total de nitrógeno del suelo en el horizonte *Ap* está en un rango de 0,7-2 g/kg de suelo (Blume et al., 2010). Mientras que la cantidad de nitrógeno asimilado por las bacterias de vida libre asociadas a la raíz bajo condiciones tropicales está entre 20-100 kilogramos de nitrógeno por hectárea al año, las bacterias simbióticas con leguminosas pueden asimilar entre 20 y 350 kilogramos por hectárea al año de los cuales quedan como reserva del suelo entre 20 y 100 kilogramos de nitrógeno por hectárea al año (Blume et al., 2010 p. 403). Si comparamos

estas cifras con la cantidad de nitrógeno encontrada en la zona de estudio, vemos que la cantidad de nitrógeno presente es muy baja, siendo por lo mismo esenciales las bacterias nitrificantes. La disponibilidad del nitrógeno del suelo está directamente relacionada con el contenido de carbono orgánico y de carbonato de calcio (Blume et al., 2010). Bajo la relación carbono nitrógeno de veinticinco no existe liberación de nitrógeno, mientras que valores de carbono y nitrógeno de diez (como se encuentran en las raíces de leguminosas), sí liberan nitrógeno disponible (Blume et al., 2010). En los suelos estudiados, al existir muy baja cantidad de carbonatos y baja cantidad de materia orgánica y nitrógeno, la relación carbono nitrógeno es elevada, ello podría explicar los bajos valores de nitrógeno. Además, en suelos de pH alto las emisiones de nitrógeno son elevadas, sobre todo en suelos calcáreos activos (Blume et al., 2010). Adicionalmente existe una relación directa entre la temperatura y las emisiones de nitrógeno (Blume et al., 2010). Todo ello explicaría los bajos valores de nitrógeno encontrados en la zona de estudio.

La fuerte diferencia en el contenido de nitrógeno, entre ambos espacios, podría deberse a que el suelo de los surcos de Jaguay Negro proviene de la zona donde se encuentran los árboles de algarrobo (*Prosopis pallida*), de la familia *Fabaceae* que, como es sabido, poseen bacterias del género *Rhizobium* (Ferrari y Wall, 2004) y en la que las micorrizas cumplen una función importante en la nutrición (Manguiat et al., 1990 citado en Ferrari y Wall, 2004). Cabe resaltar que si bien en Jaguay Negro, los niveles de nitrógeno resultan bajos y los de fósforo resultan medios, en ambos casos el contenido de ambos nutrientes es más de tres veces mayor que en la localidad de Casitas. Cabe resaltar, de igual modo, que la MA, aumenta la absorción de fósforo y es una endomicorriza, lo que explica que no se observe el aumento de fósforo en el suelo, existiendo además un aumento en la demanda de fósforo, como se explicó líneas arriba. La práctica de orillado parece así aumentar la cantidad de nitrógeno y de fósforo debido a la presencia de simbiosis microbiana.

El suelo de la zona de Jaguay Negro es areno-arcilloso, con un pH ligeramente ácido de 6,5 (Sabogal, 2011). En las quebradas se encuentra, a causa de la erosión, suelos arcillosos profundos y a lo largo del curso de los ríos se ubican fluvisoles, formados por materiales depositados recientemente (CDC y UNALM, 1992).

La baja cantidad de materia orgánica del suelo de ambas localidades (0,18% para Casitas y 1,21% para Jaguay Negro), se explica por la aridez del espacio. Como se menciona líneas arriba, el suelo de Jaguay Negro es areno-arcilloso, la de Casitas arenoso. Los suelos arcillosos retienen mayor cantidad de materia orgánica que los arenosos (Jassink, 1994 citado en Matus y Maire, 2000). Ello se debe a que en estos suelos la materia orgánica es adherida a la partícula del suelo (Golchin et al., citado en Matus y Maire, 2000) lo cual evita su degradación (Elliott y Coleman, 1988, citado en Matus y Maire, 2000); de ese modo, ocurre lo contrario en suelos arenosos como son los suelos de la zona de estudio.

Las tasas de mineralización del suelo no dependen solo de la textura y de la cantidad de materia orgánica, sino también del déficit de la saturación del suelo con materia orgánica (Matus y Maire, 2000). Sin embargo, la mineralización del suelo depende más del grado de saturación de carbono del suelo que de la textura (Matus y Maire, 2000). Para este tipo de suelos la saturación de carbono es baja. Por otro lado, la absorción del humus depende de la disponibilidad de espacios disponibles en superficie de las partículas de arcilla y limo y en los sitios de adsorción de las moléculas orgánicas (McLaren y Peterson, 1965, citado en Matus y Maire, 2000). Asimismo, depende de la cantidad de humus producida que, debido a la aridez, es baja para este espacio. De esta manera los suelos tienen una capacidad de almacenar materia orgánica que depende de la textura y de la composición de la materia orgánica (Matus et al., 1998 citado en Matus y Maire, 2000). A la baja cantidad de nitrógeno encontrado en el suelo podría también contribuir la baja cantidad de materia orgánica del suelo, la baja mineralización y la textura del suelo.

El contenido de potasio guarda relación con la textura del suelo, siendo menor en suelos arenosos y mayor a medida que aumenta su contenido de arcilla (Blume, et al., 2010). La disponibilidad de potasio es baja para Casitas (64 ppm), donde el suelo es arenoso; y media para Jaguay Negro (210 ppm), donde el suelo es areno-arcilloso, esta guarda relación con el mayor contenido de carbonato encontrado para Casitas.

La conductividad eléctrica es tres veces mayor en el suelo de Casitas; sin embargo, para ambas localidades se encuentra en el rango considerado muy ligeramente salino. La conductividad eléctrica guarda relación directa con el pH. Finalmente, como es de suponer debido a la textura areno-arcillosa y arenosa del suelo, no existe aluminio disponible en ninguna de las dos localidades.

El aprovechamiento de la simbiosis parece no ser exclusividad de la costa norte peruana, la agricultura tradicional de la tribu zai en Burkina Faso y Mali mezcla el cultivo de cereales con la siembra de árboles (Altieri y Nicholls, 2009).

En Jaguay Negro se denomina a este tipo de cultivo orillado, coincidiendo con el nombre utilizado al sur del Ecuador (Altieri y Nicholls, 2009); en Casitas, simplemente cultivo en la quebrada, aunque no se han encontrado reportes para este. Ello coincide con el nombre utilizado por la población durante las entrevistas realizadas en la zona. Quizá ello podría sugerir que en Jaguay el método de cultivo es más antiguo.

La agricultura tradicional combina cultivos estacionales, como maíz y leguminosas, en las pequeñas quebradas, con una pequeña proporción de cultivos para la venta como tomate o páprika en las zonas donde el cauce se expande. Para el cultivo en la quebrada, cada año en la época de avenida, cuando el agua del cauce ha aminorado, se traslada el suelo de la parte alta de la quebrada hacia el cauce. Los cultivos utilizan el agua del cauce, mientras que el suelo tiene que ser renovado cada año, ya que con las lluvias es arrastrado por la corriente. En el borde de la quebrada, de donde se lleva

el suelo hacia el surco, los árboles retienen el suelo con sus raíces. Cabe resaltar que se trata principalmente de árboles de la familia Fabaceae, principalmente del algarrobo (*Prosopis pallida*), cuyas raíces contienen simbiosis microbiana y fúngica manteniendo de esta manera un elevado el nivel de nitrógeno y fósforo de la planta. En la Tabla 2 se observa el resumen de esta discusión

La agricultura de quebrada a largo plazo podría influir negativamente en la conservación del suelo al trasladar el suelo de la quebrada hacia el cauce, produciendo su arrastre. Lo que se ve reflejado en la colmatación de la represa de Poechos y en la pérdida del suelo fértil superficial; ello, sin embargo, se produciría probablemente aun sin este tipo de agricultura a consecuencia de la avenida del río en la época de lluvia, y sobre todo en la época del evento de El Niño. Es así como el orillado sigue existiendo y produciendo cosechas.

5. CONCLUSIONES

La agricultura tradicional de orillado al borde del río estacionalmente seco parece influir en la productividad de los suelos, habiéndose encontrado más de tres veces más nitrógeno y fósforo en la zona de Jaguay Negro, donde se practica agricultura de orillado, que en Casitas, donde no se practica esta forma de agricultura. Por ello se concluye que esta forma técnica aprovecha la presencia de simbiosis microbiana y de micorrizas, provenientes del suelo donde crecen los árboles de algarrobo. Cabe resaltar que, si bien en Jaguay Negro los niveles de nitrógeno resultan bajos y los de fósforo resultan medios, el contenido de ambos nutrientes es en esta localidad más de tres veces mayor que en la localidad de Casitas. Ello podría comprobar la hipótesis de que el orillado aprovecha la simbiosis microbiana y la de micorrizas.

Se concluye que la práctica de orillado aumenta la cantidad de nitrógeno y de fósforo disponibles debido a la presencia de simbiosis microbiana y *Rhizobium*. Para un resultado exacto se recomienda realizar un análisis de micorrizas y *Rhizobium* en laboratorio.

En zonas semiáridas como la estudiada, donde el agua es el principal factor limitante, la agricultura de orillado representa una forma tradicional de adaptación al ecosistema. Además, esta técnica agrícola permite la resiliencia de la población frente al cambiante régimen hídrico, característico del evento de El Niño. De esta manera, la agricultura de orillado puede representar una interesante respuesta que permita la subsistencia bajo las condiciones cambiantes del clima debidas al cambio climático y la capacidad adaptativa de las poblaciones del lugar.

Agradecimientos

Agradezco a la población local por las entrevistas realizadas y la información brindada.

REFERENCIAS

- Altieri, M. y Nicholls, C. (2009). Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. *LEISA Revista de Agroecología*, 24(4), 5-8.
- Blume, H.P., Brümmer, G., Horn, R., Kandeler, E., Kögel-Kandeler, E., Kretzschmar, R., Stahr, K. y Wilke, B-M. (2010). *Scheffer/Schachtschabel Lehrbuch der Bodenkunde*. Berlín: Spektrum.
- Carvalhais, L.C., Dennis, P.G., Fedoseyenko, D., Hajirezaei, M.R., Borriss, R. y von Wirén, N. (2011). Root exudation of sugars, amino acids, and organic acids by maize as affected by nitrogen, phosphorus, potassium, and iron deficiency. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 174(1), 3-11.
- Centro de Datos para la Conservación de la Universidad Nacional Agraria La Molina (CDC y UNALM). (1992). Estado de la conservación de la diversidad natural de la región noroeste del Perú. Lima: CDC-UNALM.
- Cuba, A. (1998). Desarrollo rural sostenible en los bosques secos de la costa norte del Perú. En A. Silva y C. Cornejo (Eds.), *Bosques secos y desertificación* (pp. 41-61). Lima: INRENA-Proyecto Algarrobo. Lambayeque.
- Ferrari, A.E. y Wall, L.G. (2004). Utilización de árboles fijadores de nitrógeno para la revegetación de suelos degradados. *Revista de la Facultad de Agronomía (La Plata)*, 105(2), 63-87.
- Hocquenghem, A.M. (1998). Una historia del bosque seco. En A. Silva y C. Cornejo (Eds.), *Bosques secos y desertificación* (pp. 231-254). Lima: INRENA-Proyecto Algarrobo. Lambayeque.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2017). Censo 2017. Lima: INEI.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2018). Tumbes, resultados definitivos. Tomo 1. Lima: INEI.
- Matus, F.J. y Maire, C. (2000). Relación entre la materia orgánica del suelo, textura del suelo y tasas de mineralización de carbono y nitrógeno. *Agricultura Técnica*, 60(2), 112-126.
- ProNaturaleza. (2001). *Jagway Negro Plan de desarrollo comunitario*. Lima: ProNaturaleza.
- Sabogal, A. (2010). *Untersuchungen zu beweideten Trockenwäldern im Norden von Perú*. (tesis doctoral). Technische Universität Berlin, Fakultät VI - Planen Bauen Umwelt. Recuperado de <https://depositonce.tu-berlin.de/handle/11303/2136>
- Sabogal, A. (2011). *Estudio de la vegetación y el pastoreo en los bosques secos del norte del Perú con énfasis en la distribución de Ipomoea carnea Jack*. Lima: Sociedad Geográfica de Lima y Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Wang, P., Liu, J. H., Xia, R-X, Wu, Q-Sh, Wang, M. Y. y Dong, T. (2011). Arbuscular mycorrhizal development, glomalin – related soil protein (GRSP) content, and rhizospheric phosphatase activity in citrus orchards under different types of soil management. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 174(1), 65-72.