

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/358545805>

INCLUSIÓN DE LAS LEGUMINOSAS EN LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS Y BIORESTAURACIÓN DE SUELOS

Chapter · February 2022

CITATIONS

0

READS

386

2 authors:



Renzo Alfredo Valdez Nuñez
Universidad Nacional de Barranca

45 PUBLICATIONS 158 CITATIONS

SEE PROFILE



Gregorio José Arone Gaspar
Universidad Nacional de Barranca, Lima, Perú.

8 PUBLICATIONS 11 CITATIONS

SEE PROFILE

INCLUSIÓN DE LAS LEGUMINOSAS EN LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS Y BIORESTAURACIÓN DE SUELOS*

Arone-Gaspar, Gregorio¹; Valdez-Núñez, Renzo²

¹ Departamento de Ingeniería, Universidad Nacional de Barranca, Lima-Perú,

² Departamento de Ciencias Básicas y Afines, Universidad Nacional de Barranca, Lima-Perú,

**Análisis de la consolidación temática del webinar: “Perspectivas de investigación en el empleo del microbioma de leguminosas”*

Está claro que las leguminosas cumplen un papel importante en el funcionamiento de los ecosistemas a nivel global, sin embargo, las incluimos cada vez menos en nuestros sistemas agrícolas, sea a nivel de policultivos, rotaciones y/o abonos verdes. El uso alimenticio de las leguminosas de grano en algunos países ha sido reemplazado por otros cultivos con mayor interés industrial, descuidando el potencial de seguridad alimentaria. Por otro lado, los factores abióticos, exacerbados por el cambio climático, reducen la productividad de los cultivos, y aunque las leguminosas de grano no son la excepción, suelen tolerar mejor los factores abióticos. Las leguminosas de grano en rotación traen una serie de ventajas como aporte de nitrógeno al suelo, quiebre en el ciclo de enfermedades, así como incrementos en el rendimiento de los cultivos sucesivos, pero faltan políticas agrarias que permitan “reconocer” los beneficios de las leguminosas a largo plazo.

Una de las variables de la ecuación que permite el adecuado rendimiento de los cultivos es la degradación de suelos, un inoculante efectivo a base de cepas de rizobios élite en la FBN, no es suficiente para alcanzar el potencial de rendimiento, por lo que antes de embarcarnos a buscar inoculantes efectivos, es necesario conocer la necesidad de inoculación, los factores limitantes y de nitrógeno potencial de las plantas, lo mismo sucede para las pasturas tropicales, cuya productividad depende grandemente de la degradación de suelos,

Los abonos verdes constituyen una de las mejores opciones para viabilizar la contribución de la FBN, las leguminosas al ser incorporadas en los ciclos agrícolas generan

un balance positivo de N fijado en el suelo, este puede llegar a ser de hasta el 11% del N fijado por hectárea, siempre y cuando se incorporen los rastrojos al suelo p.e: (asociación haba-papa). Asimismo, las leguminosas tienen un potencial de mitigación del efecto invernadero de la agricultura, a través de la sustitución parcial o total del N fertilizante y el aumento de la materia orgánica y el secuestro de carbono en el suelo.

Aporte de las leguminosas en la sostenibilidad de producción de cosechas

El aporte de las leguminosas en la sostenibilidad de producción de cosechas es milenario. Como ejemplo tenemos las siembras del maíz amiláceo en los Andes, la *saramama* (madre maíz), como parte importante de la cosmovisión andina.

En la región quechua de nuestro territorio se halla la mayor superficie de siembra de maíz amiláceo (mayor a 200 mil ha) cultivada en las chacras maiceras, estas se hallan localizadas en pendiente y otras modificadas en sistemas de andenería, en todos los casos, son suelos superficiales y están expuestos a erosión, a la variabilidad climática, son de media a baja fertilidad, pero allí en las *sara chacras* (chacras maiceras) se cultiva el maíz amiláceo en monocultivo.



Figura 6.2.1. Producción de maíz amiláceo con y sin cobertura de trébol andino en las chacras maiceras de Allpas, Huancavelica, Perú.

La sostenibilidad de su producción en monocultivo depende de la contribución de una leguminosa que los campesinos denominan trébol andino (*Medicago polymorpha* L, syn, *Medicago hispida*, Gaertn). Esta leguminosa emerge de manera espontánea en los campos de maíz después del segundo aporque y crece junto al maíz hasta la cosecha, otorgando diversas bondades al cultivo y al suelo, entre ellos la protección a la erosión, resguardo de humedad del suelo proveniente de la lluvia (agricultura de secano), reducción de temperatura del suelo, supresión de arvenses, refugio de insectos y aves, promueve población microbiana del suelo, produce abundante biomasa que se emplea como forraje y mediante la simbiosis con *Ensifer medicae* fija nitrógeno atmosférico y contribuye a restablecer la fertilidad natural del suelo (Figura 6.2.1).

Dada las bondades apreciadas en las siembras del maíz amiláceo, se ha logrado incluir el trébol en siembras de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild), un cultivo que actualmente forma parte del negocio en el mercado internacional y requiere su atención para la producir sostenidamente y sin acceder a los fertilizantes (Figura 6.2.2).

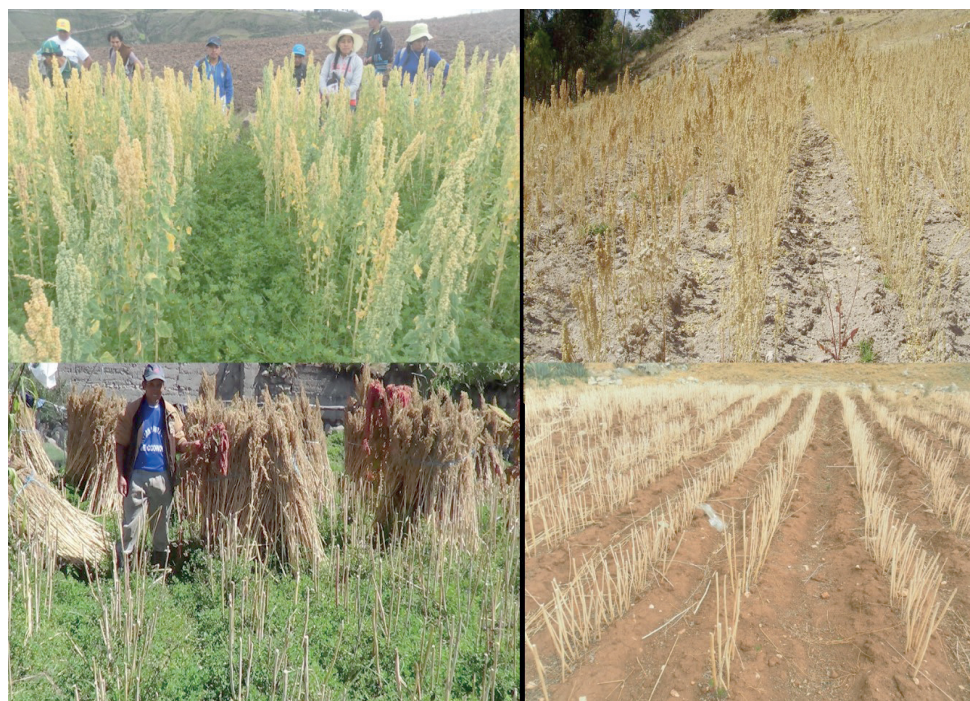


Figura 6.2.2. Producción de quinua con y sin cobertura de trébol andino en las chacras de Allpas, Huancavelica, Perú.

En la asociación del maíz amiláceo-trébol, cada planta promueve su propia población bacteriana y juntos generan un escudo de protección y de complementariedad,

por lo que son menos dependientes a los agroquímicos. Posiblemente las interacciones sinérgicas de los grupos y redes microbianas mediante su actividad como promotoras de crecimiento vegetal contribuyen sobre las propiedades del suelo, así como al restablecimiento de la fertilidad natural (solubilizadores de minerales), sanidad y sistema inmune de la planta, nutrición, tolerancia al estrés, los que hacen que las frágiles chacras puedan soportar cosechas en monocultivo con rendimientos de 3 a 7 t por ha.

Principales asociaciones con leguminosas y empleo de abonos verdes

Las leguminosas son fuente de proteína vegetal y posee diversos usos. Se cultiva en rotación, asociación, como cultivo de cobertura, abono verde o en sistemas agroforestales. Las asociaciones de leguminosas (Alfalfa, tréboles, vicia, arveja, kudzú, canavalia, centrosema, maní, caupí, frijol, pallar, haba, arveja, etc), involucran a otras especies (Rye grass, avena forrajera, dactylis, cebada, brachiaria, panicum, sorgo, maíz, camote, etc.) y otros (yuca, plátano, café, palto, cítricos, etc) y se cultiva según las necesidades e interés.

Los cultivos múltiples es una estrategia de producción tradicional donde se emplean diversas leguminosas en diferentes patrones de siembra, con arreglos y sin arreglos espaciales y cronológicos. Para su instalación sean cultivos anuales o perennes se toman en consideración la experiencia sobre los diferentes niveles de interacción entre cultivos, dado que dichas interacciones pueden ser negativas o positivas, sobre esta base se diseñan sistemas de producción orientadas a optimizar la producción de cosechas, existiendo diversos tipos, donde la asociación maíz-frijol es una tradición y modelo, y se cultiva tomando en cuenta su adaptación, hábito de crecimiento, estación, pendiente y fertilidad del suelo, temperatura, altitud, cantidad de precipitación, radiación, riego, objetivos familiares y área de producción. Estos sistemas de producción han permitido minimizar riesgos y permanecen vigentes con incidencia en la agricultura familiar.

Asimismo, el empleo de las leguminosas forrajeras en la asociación es una alternativa muy valorada, donde las leguminosas mediante la fijación simbiótica proveen de nitrógeno a la gramínea, además sus raíces pivotantes mejoraran las condiciones del suelo y promueve aumento en la producción de biomasa vegetal e incrementan la carga animal por unidad de superficie, a su vez el pasto asociado mejora la calidad del forraje convirtiendo en una dieta rica en energía y proteína.

En estos tiempos donde el cambio global es más notorio en los andes, en especial con los deshielos de las nieves perpetuas, obliga reducir entre otros el empleo de los fertilizantes nitrogenados y como alternativa se posee el empleo de los abonos verdes

y cultivos de cobertura, que al ser incorporadas al suelo mejoran la fertilidad y calidad del suelo e incrementan las cosechas.

El empleo de los abonos verdes en sistemas de agricultura familiar es vital para recuperar la fertilidad natural de los suelos y depender menos de insumos externos. Sobre sus bondades se han descrito ampliamente y se enfatiza que los abonos verdes incrementan el contenido de materia orgánica del suelo lo que favorece a la actividad microbiana, asimismo mejora la estructura del suelo, ayuda a la disponibilidad de macro y micronutrientes, aumenta la capacidad de retención de agua y la capacidad de amortiguación del suelo y también al control de plagas, malezas y enfermedades debido a sus efectos alelopáticos o nematicidas (Tabla 6.2). Asimismo, la descomposición de esta materia orgánica depende de la presencia de la humedad y su relación C/N, donde una relación más baja (17-18) favorece mayor tasa de suministro de N que aquellas con una relación más alta (> 33). Estos patrones se toman en cuenta para su empleo y hacer coincidir el tiempo de descomposición con el requerimiento de nutrientes para el cultivo instalado, por esta razón los cultivos empleados como abono verde se deben incorporar antes de la floración (Tabla 6.1).

El uso intensivo de nuestros suelos viene agotando su capacidad productiva, por lo que es de urgencia incluir prácticas complementarias de empleo de abonos verdes, cuyos efectos es bastante visible y reconocido en diversos cultivos. Pero, dada la diversidad de climas que poseemos se deben adecuar e instalar según la temporada y leguminosas adecuada sean de clima cálido o frío, y con ello se contribuirá a restablecer los suelos erosionados y degradados y también reducir gastos por compra de fertilizantes y los impactos ambientales.

Estimación de la FBN de las principales leguminosas como abonos verdes

El consumo global de fertilizantes a mediados del siglo XX permitió incrementar el rendimiento de los principales cultivos a nivel mundial. Sin embargo, al ser una tecnología dependiente de la energía fósil, constituye una problemática, de manera natural la Fijación Biológica de Nitrógeno deposita cerca de 300 Tg N por año, el 30% proveniente de sistemas terrestres naturales y de sistemas agrícolas un 20% aproximadamente 60 millones de toneladas de nitrógeno por año. En América Latina existen dos ejemplos contrastantes respecto al éxito en el empleo de la FBN, la soya y el frejol común, Mientras que, en soya, las tecnologías a base de inoculantes han mejorado la dependencia de los fertilizantes nitrogenados, en frijol común no se ha obtenido lo mismo, probablemente esto se deba a la adaptación y coevolución de las plantas con sus microsimbiontes.

Tabla 6.1. Leguminosas empleadas como abono verde y su aporte de N

Leguminosas	Peso seco t/ha)	Fijación de N ₂ kg/ha)
Soya (<i>Glycine max</i> L.) Merr.)	2,8 - 5,8	31 - 174
Crotalaria (<i>Crotalaria juncea</i> L.)	0,9 - 11,1	23 - 279
Siratiro (<i>Macroptilium atropurpureum</i> Moc. & Sesse)	2,4 - 5,5	62 - 178
Mucuna (<i>Mucuna pruriens</i> L.)	1,7 - 9,3	53 - 183
Sesbania (<i>Sesbania rostrata</i>)	3,2 - 4,6	71 - 88
Vigna (<i>Vigna radiata</i> L.)	1,1 - 5,5	26 - 88
Caupí (<i>Vigna unguiculata</i> L.)	0,6 - 8,5	15 - 154
Alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.)	0,5 - 5,7	21 - 174
Barrel medic (<i>Medicago truncatula</i> Gaertn.)	1,0 - 4,5	37 - 131
Arveja (<i>Pisum sativum</i> L.)	3,2 - 7,6	107 - 230
Crimson clover (<i>Trifolium incarnatum</i> L.)	1,4 - 7,3	35 - 200
Trébol rojo (<i>Trifolium pratense</i> L.)	0,3 - 3,7	13 - 115
Trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L.)	0,6 - 25	17 - 592
Astragalus (<i>Astragalus sinicus</i> L.)	3,4 - 4,9	101 - 158
Vicia (<i>Vicia villosa</i> Roth)	1,5 - 10,0	58 - 257
Lenteja (<i>Lens culinaris</i> Medik)	0,9 - 2,7	53 - 64
Lupinus (<i>Lupinus angustifolius</i> L.)	1-6,7	36

Fuente: Cherr et al. (2006); Sato (2017).

Tabla 6.2. Leguminosas como abono verde y condiciones requeridas para su cultivo.

Leguminosas	Precipitación	Clima	pH	Clase textural	Tolerancia a sales
<i>Aeschynomene americana</i>	Alta	Cálido	4.0 - 8.0	Ligera a pesada	Baja
<i>Arachis hypogaea</i>	Baja	Cálido	4.5 - 8.5	Media	Baja
<i>Arachis pintoi</i>	Alta	Cálido	4.5 - 7.5	Ligera a pesada	Baja
<i>Cajanus cajan</i>	Baja	Cálido	4.5 - 8.4	Ligera a media	Moderada
<i>Canavalia ensiformis</i>	Alta	Cálido	4.3 - 8.0	Ligera a pesada	Moderada
<i>Canavalia gladiata</i>	Alta	Cálido	4.3 - 8.3	Ligera a pesada	Moderada
<i>Centrosema pascuorum</i>	Baja	Cálido	5.0 - 8.5	Ligera a pesada	Baja
<i>Clitoria tematea</i>	Alta	Cálido	4.5 - 9.0	Media	Moderada
<i>Crotalaria juncea</i>	Baja	Cálido	5.0 - 8.4	Media	Moderada
<i>Desmodium intortum</i>	Alta	Cálido	4.5 - 7.5	Media	Baja
<i>Lablab purpureus</i>	Baja	Cálido	4.5 - 8.0	Ligera a pesada	Baja
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Baja	Cálido	4.5 - 8.5	Ligera a pesada	Moderada
<i>Macrotyloma uniflorum</i>	Baja	Cálido	5.0 - 8.0	Ligera a media	Moderada
<i>Mucuna pruriens</i>	Alta	Cálido	4.0 - 8.0	Ligera a media	Baja
<i>Neonotonia wightii</i>	Alta	Cálido	5.8 - 8.9	Media a pesada	Moderada
<i>Sesbania rostrata</i>	Alta	Cálido	5.0 - 8.5	Media a pesada	Moderada

Fuente: Tapia (1997); Echo (2017).

Perspectivas de investigación

- El valor de las leguminosas como abonos verdes en el restablecimiento de la capacidad productiva de los suelos es conocida, sin embargo, su empleo en las chacras es aún restringida, por lo que se necesita realizar mayor difusión de su empleo, aprovechando como rotación o las ventanas entre cultivos y demostrar la mejora de la salud del suelo, ahorro de fertilizantes, ahorro de agua, aumento de productividad de los cultivos, etc.
- Actualmente contamos con herramientas muy potentes como la metagenómica, secuenciación de alto rendimiento y la bioinformática, que nos pueden acercar a obtener una mejor comprensión sobre los efectos de los abonos verdes hacia las comunidades microbianas del suelo y sus interacciones con las plantas, enzimas del suelo, etc. de manera se pueda tomar decisiones más cuidadosas y adecuadas en el proceso de producción de cosechas.
- En los diferentes ambientes y agroecosistemas de nuestro territorio se tiene especies de leguminosas silvestres (*Lupinus*, alfalfa, *crotalaria*, *Sesbania*, etc.) adaptadas a ambientes extremos (salinidad, sequía, inundación, plagas y

enfermedades, etc.), a cuyas plantas se les ha dado escasa atención, los que deben ser abordados para conocer su microbioma empleando herramientas de última generación.

- Evaluar el potencial abono verde de leguminosas silvestres en el Perú con cultivos de importancia agrícola, tales como *Tephrosia* sp. para cultivos de la costa árida, *Lupinus* sp. para cultivos de la sierra y *Sesbania* sp, *Rhynchosia* sp. para cultivos de la selva.
- Las asociaciones entre gramíneas-leguminosas en una cultura bien establecida en los Andes, sin embargo, aún no se conoce que porcentaje del N₂ fijado por la leguminosa se transfiere mediante las micorrizas o los septados oscuros nativos hacia las gramíneas. Asimismo, se hace necesario cuantificar el aporte de N de las nuevas variedades de leguminosas (alfalfa de diferentes dormancias), que en Costa y valles interandinos permiten cortes cada 35 a 45 días.

Referencias recomendadas

- Cherr, C. M., Scholberg, J. M. S., & McSorley, R. (2006). Green manure approaches to crop production: A synthesis. *Agronomy Journal*, 98(2), 302–319. <https://doi.org/10.2134/agronj2005.0035>
- Hasanuzzaman, M. (2019). Agronomic crops: Volume 2: Management practices. In *Agronomic Crops: Volume 2: Management Practices* (Vol. 2). <https://doi.org/10.1007/978-981-32-9783-8>
- Kakraliya, S. K., Singh, U., Bohra, A., Choudhary, K. K., Kumar, S., Meena, R. S., & Jat, M. L. (2018). Nitrogen and Legumes: A Meta-analysis. In *Legumes for Soil Health and Sustainable Management*. https://doi.org/10.1007/978-981-13-0253-4_9
- Martens, J. R. T., & Entz, M. H. (2011). Integrating green manure and grazing systems: A review. *Canadian Journal of Plant Science*, 91(5), 811–824. <https://doi.org/10.4141/cjps10177>
- Stagnari, F., Maggio, A., Galieni, A., & Pisante, M. (2017). Multiple benefits of legumes for agriculture sustainability: an overview, *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, (4 1), 2.