

Uso de abonos verdes locales y exóticos con maíz nativo en los Valles Centrales de Oaxaca

Estrategias agroecológicas para el mejoramiento de suelos y de la soberanía alimentaria campesina



Alexandre Beaupré, Ma. Fernanda Herce y Dr. Jaime Ruíz-Vega

La milpa y el maíz nativo en los valles de Oaxaca

La milpa en los Valles Centrales de Oaxaca se siembra año con año durante el periodo de lluvias en los ejidos, tierras comunales y pequeñas propiedades por los campesinos. El sistema milpa generalmente está asociado a una agricultura de subsistencia en la que se siembra maíz nativo, a veces en asociación con otras plantas, frecuentemente con algunos tipos de frijol.

Este tipo de agricultura trae muchos beneficios a los campesinos. Por un lado, los cultivos nativos están adaptados a las condiciones locales, por lo que son muy tolerantes al estrés y a las perturbaciones. Por otro lado, es una agricultura que necesita relativamente pocos insumos y produce bastante, por lo que hace un uso eficiente de los recursos. Además, muchos de estos insumos se producen localmente, muchas veces dentro de la familia campesina. También, la diversidad de cultivos provee de distintas fuentes de alimento a las familias campesinas, fundamentales para brindar seguridad alimentaria y para mantener la gastronomía local.

Sin embargo, la milpa está en riesgo. Está amenazada por la siembra de maíz en monocultivo, que ha ocasionado una degradación continua del suelo que se puede ver reflejado en la pérdida de suelo y en un bajo porcentaje de materia orgánica. Otros problemas que se han identificado en la práctica actual de la milpa de los Valles Centrales de Oaxaca son la variabilidad climática que se



Imagen 1. Milpa campesina en Zaachila, Oaxaca



Imagen 2. Diversidad de maíces nativos

manifiesta en canículas secas cada vez más largas, la baja productividad (aproximadamente 800 kg de maíz por hectárea) que eleva los costos de producción y obliga a los campesinos a adoptar paquetes tecnológicos .

Los costos ambientales de la producción en monocultivo se ven reflejados en grandes problemas en la salud humana y en los ecosistemas. Esto ha empujado a los productores, instituciones agropecuarias y otros actores a buscar nuevos caminos hacia una producción más sustentable que incluya los maíces nativos,

los conocimientos tradicionales y los nuevos aportes de la agroecología. La agricultura sustentable y agroecológica busca aumentar los rendimientos del maíz, mejorar el suelo en el largo plazo, conservar la agrobiodiversidad y generar resiliencia ante la sequía, al tiempo que contribuye a la seguridad alimentaria. El uso de abonos verdes puede ser una opción accesible y sencilla que ayude a reforzar las prácticas campesinas, al mismo tiempo que ayuda a caminar hacia una agricultura más sustentable.

La milpa campesina en los Valles Centrales de Oaxaca

Beneficios	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> ● Utiliza cultivos nativos muy tolerantes al estrés y a las perturbaciones. ● Requiere de pocos insumos. ● Usa los recursos eficientemente. ● Los insumos se producen localmente. ● Brinda seguridad alimentaria. ● Mantiene la gastronomía local. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Transformación en monocultivo. ● Degradación continua del suelo. ● Erosión o pérdida de suelo. ● Bajo porcentaje de materia orgánica. ● Canículas cada vez más largas. ● Baja productividad. ● Variabilidad climática. ● Costos de producción relativamente elevados.

¿Qué son los abonos verdes?

Los abonos verdes son plantas que se siembran con el propósito principal de reincorporarse al suelo, de forma que se vaya aumentando el porcentaje de materia orgánica y se mejore la fertilidad. Algunos abonos verdes también funcionan como cultivos de cobertura porque, como crecen de forma rastrera, ayudan a mantener la humedad del suelo y a evitar la erosión, especialmente en los meses en los que no se siembra ningún otro cultivo en la parcela.

Muchas de las plantas que se usan como abonos verdes son de la familia de las leguminosas. Esta familia incluye plantas de uso común como los frijoles, el cacahuate, la alfalfa, el guaje, el garbanzo, el chícharo y la soya. Algo muy especial de las leguminosas es que en sus raíces vive asociada una bacteria del género *Rizobium*, que se aloja en unas estructuras llamadas nódulos. Esta bacteria toma el nitrógeno de la atmósfera y lo fija en el suelo, de forma que queda disponible para que la misma planta lo use para crecer. De esta manera, las leguminosas producen materia orgánica rica en nitrógeno (N).



Imagen 3. Parcela de maíz nativo con un abono verde



Imagen 4. Nódulos de *Rizobium* asociados a la raíz de *Crotalaria*, un abono verde exótico

¿Cuál es el papel de la materia orgánica en el suelo?

La materia orgánica en el suelo tiene un rol fundamental pues mejora las propiedades físicas como la textura, la estructura y la porosidad. Estas propiedades permiten una mayor retención de agua en el suelo y un mejor desarrollo de las raíces de las plantas.

También mejora las propiedades químicas del suelo al llevar el pH a valores entre 6.5 y 7, lo que mejora la capacidad de intercambio catiónico. Esto permite que los nutrientes estén más accesibles alrededor de las raíces de las plantas para que éstas puedan tomarlos más fácilmente.

El papel de la materia orgánica en la actividad biológica del suelo es esencial, dado que es el alimento de diferentes hongos, bacterias, insectos y lombrices que la van transformando en nutrientes para las plantas.

Los abonos verdes también brindan beneficios que responden a otras preocupaciones de los campesinos, como son su propia alimentación y la de sus animales. Algunos abonos verdes producen granos que ya están incorporados a y son parte fundamental de la dieta regional, como el frijol negro y el frijol trepador. Estos son una fuente accesible de proteínas que contribuye a la seguridad alimentaria de las familias campesinas y del pueblo mexicano en general. Además, cuando se siembran en asociación con el maíz nativo aumenta la agrobiodiversidad y la interacción entre las diferentes plantas evita que los nutrientes del suelo se agoten puesto que cada una los utiliza de distinta manera.

Por otro lado, la conservación de las semillas de abonos verdes, junto con la conservación de los maíces nativos, permite que los campesinos recuperen sus semillas en cada ciclo de siembra sin depender de comprar semillas híbridas ni agroquímicos, lo que fortalece aún más la agricultura campesina.



Imagen 6. Un abono verde exótico, *Crotalaria juncea*

Aspectos generales del uso y manejo de los abonos verdes

Hay distintas formas de manejar los abonos verdes. El que se elija una u otra variedad depende del tipo de suelo y de las características de la parcela, de si se siembra en asociación con maíz o no, además de las necesidades del campesino. Aquí sólo se mencionan cuestiones generales del manejo que reflejan la experiencia de algunos campesinos en la Villa de Zaachila, Oaxaca. En caso de que decidan usar los abonos verdes, el manejo deberá adecuarse a las características locales de las parcelas y al conocimiento local que haya sobre los cultivos, pero esperamos que este manual sirva como guía para empezar a experimentar.

Las pruebas con los abonos verdes en la Villa de Zaachila han demostrado que se pueden sembrar intercalados o en rotación con el maíz de lluvias. Si se intercalan, los abonos verdes se pueden sembrar al mismo tiempo que el maíz o en el momento del deshierbe. Cuando se siembran al mismo tiempo que el maíz, algunos abonos verdes necesitan al menos una poda para que no crezcan por encima del maíz y compitan con él.



Imagen 7. Siembra de abonos verdes junto con maíz Bolita en la Villa de Zaachila, Oaxaca

El principal objetivo de los abonos verdes es ser reincorporados al suelo para aumentar el porcentaje de materia orgánica. Para lograr esto, después de cortar el abono verde, éste se entierra a unos 15 cm de profundidad o puede ararse para mezclarlo con el suelo. El mejor momento para cortar y reincorporarlos es durante su floración, cuando las plantas tienen el máximo de nutrientes dentro de ellas. Sin embargo, si no es posible mantener las plantas hasta el momento de la floración, la reincorporación puede hacerse prácticamente en cualquier momento, lo que ayudará a que poco a poco se vaya acumulando materia orgánica en el suelo.

Si el abono verde se sembró intercalado con el maíz, se debe de coordinar el tiempo de la floración del abono verde para que suceda después de la cosecha del maíz o del cultivo principal. También, como con los frijoles locales, la biomasa seca se puede regresar al suelo después de que son cosechados.



Imagen 8. *Lablab* en parcelas 10 meses después de su siembra

Por otro lado, para usarse como cultivo de cobertura, el abono verde se puede dejar hasta el siguiente ciclo de cultivo. En este caso, entonces, los abonos verdes deben de reincorporarse antes de la siembra del maíz de lluvias. En experimentos realizados en parcelas experimentales en la Villa de Zaachila se observó que un abono verde exótico, el *Lablab*, todavía estaba en floración en mayo, después de un ciclo de 10 meses. Esto demuestra que este abono verde puede resistir los periodos secos y evita que el suelo quede desnudo y expuesto.

Los abonos verdes también sirven como *mulch* o cobertura vegetal. Para lograr esto, las plantas se cortan y se dejan en la superficie del suelo para formar una capa de materia seca. Esta capa beneficia al cultivo principal porque mantiene la humedad, lo que, a su vez, favorece la actividad microbiana y la participación de insectos descomponedores en la superficie del suelo. El proceso va liberando poco a poco los nutrientes

de la materia seca, abonando el suelo y aumentando su fertilidad.

Algunos campesinos en la Villa de Zaachila han probado los abonos verdes con cultivos perennes, como árboles de aguacate que asociaron con *Lablab*, del cual se hablará más adelante. En estos casos, la capa de biomasa que se va formando mantiene la humedad, lo cual reduce drásticamente la necesidad de riego.

Para obtener semillas para el siguiente ciclo de siembra, basta con reservar una fracción de la parcela cultivada con abonos verdes. El tamaño de esta fracción dependerá de la cantidad de semilla que se quiera obtener. En este pedazo de la parcela se puede reincorporar la biomasa seca después de la cosecha de los granos.

Abonos verdes en los Valles Centrales de Oaxaca

En los Valles Centrales de Oaxaca hay leguminosas nativas que, por su naturaleza, pueden ser usadas como abonos verdes. Tal es el caso del frijol negro, el frijol trepador y el frijol ayocote. También hay especies exóticas que se han empezado a incorporar a la agricultura sustentable de los Valles Centrales como el *Lablab purpureus* y *Crotalaria juncea*.

Con el objetivo de evaluar cómo se desarrolló cada uno de estos abonos verdes en asociación con una variedad de maíz nativo, se realizaron experimentos en la Villa de Zaachila en las temporadas de siembra de lluvias de 2017 y 2018. Estos experimentos se llevaron a cabo en dos zonas: en parcelas que estaban en planicies con suelos profundos y en parcelas en lomeríos con suelos erosionados. La variedad de maíz nativo que se sembró fue Bolita pues es la más usada en la zona. Se evaluó el desempeño del maíz en asociación con cada tipo de abono verde, así como la contribución que cada uno tenía al mejoramiento del suelo y a la alimentación de las familias campesinas.

Es importante aclarar que ninguno de los experimentos arrojó evidencia de que los

abonos verdes compitieron con el maíz o le afectaron negativamente. De hecho, en todos los casos, se encontró que los desempeños del maíz y el abono verde son mejores cuando se siembran en asociación que cuando se siembra cada uno por su parte. Esto fue confirmado al calcular el índice de Eficiencia Relativa de la Tierra (LER, por sus siglas en inglés).

Además, fue posible llevar a cabo un experimento “natural”, ya que la canícula de la temporada de siembra del 2018 fue excepcionalmente larga, de forma que los resultados de los experimentos permiten comparar la eficiencia y los beneficios de los distintos abonos verdes en condiciones de sequía y plantear estrategias ante este tipo de situaciones que son cada vez más comunes.

A continuación, se presentan los resultados del estudio realizado en la Villa de Zaachila, Oaxaca para cada una de las cinco leguminosas con potencial de manejarse como abono verde. Se muestran los principales atributos productivos, así como su aportación a la vida campesina en aspectos como la economía y las alimentaciones humana y animal. También se incluye una valoración del potencial de cada leguminosa como abono verde y recomendaciones para su manejo.

Frijol Negro

El frijol negro delgado (*Phaseolus vulgaris*) es la leguminosa más sembrada en la Villa de Zaachila. Este frijol tiene un alto valor económico, pues es fundamental en la gastronomía local tradicional. Se siembra en dos temporadas: en febrero y en agosto.

El frijol negro se desempeña bien en parcelas de planicie con suelos profundos. En asociación con maíz nativo y bajo condiciones benignas, esta leguminosa puede producir, en promedio, 4.6 ton/ha de biomasa seca en parcelas con suelos profundos y 1.8 ton/ha de biomasa seca en parcelas con suelos poco profundas. Junto con el frijol trepador, esta leguminosa tuvo la mejor producción de grano (1.18 ton/ha) en el año de canícula corta.

Este frijol presenta algunas desventajas respecto a otros posibles abonos verdes, como una baja capacidad de fijación de nitrógeno, alta susceptibilidad al estrés hídrico y una alta incidencia de plagas y enfermedades. Además, fue el abono verde que tuvo la menor descomposición en el suelo tras dos meses de haberlo reincorporado, por lo que su efecto en la fertilidad del suelo puede ser relativamente bajo y lento.

Por estas razones, a pesar de no ser ideal como abono verde o como cultivo de cobertura, su siembra asegura la producción de un grano central en la alimentación básica y la economía de las familias campesinas.



Imagen 9. Maíz Bolita en asociación con frijol negro

Manejo del frijol negro *Phaseolus vulgaris*

Densidad de siembra

- Se recomienda sembrar a una densidad de 100,000 plantas por hectárea con 20,000 plantas de maíz por hectárea.

Tiempo de floración

- Alrededor de 2 meses.

Uso sugerido

- Reincorporar la biomasa seca al suelo después de la cosecha del grano.

Frijol trepador

El frijol trepador o frijol de guía (*Phaseolus vulgaris*) se siembra tradicionalmente en asociación con el maíz de lluvias para obtener el grano o los ejotes verdes. Este frijol es parte muy importante de la gastronomía local tradicional.

El frijol trepador se desempeña bien en parcelas de planicie con suelos profundos. En asociación con maíz nativo y bajo condiciones benignas, puede producir, en promedio, 5.1 ton/ha de biomasa seca en parcelas con suelos profundos y 2.5 ton/ha de biomasa seca en parcelas con suelos poco profundos. Fue el abono verde con mejor desempeño en el año de canícula corta (1.46 ton/ha de grano).

En las parcelas de los lomeríos, este frijol mostró ser susceptible al estrés hídrico y a las plagas. Además, tuvo valores bajos para la tasa de descomposición en el suelo tras dos meses de haberlo reincorporado.

Al igual que el frijol negro, su utilización como abono verde o como cultivo de cobertura no es idónea, pero su siembra asegura la producción de un grano central en la alimentación básica y la economía de las familias campesinas.



Imagen 10. Maíz nativo asociado con frijol trepador

Manejo del frijol trepador *Phaseolus vulgaris*

Densidad de siembra

- Se recomienda sembrar a una densidad de 30,000-40,000 plantas por hectárea con 37,000 plantas de maíz por hectárea.

Tiempo de floración

- Alrededor de 2 meses.

Uso sugerido

- Reincorporar la biomasa seca al suelo después de la cosecha del grano.

Frijol ayocote

El frijol ayocote (*Phaseolus coccineus*) también forma parte de la dieta local, además de que consistentemente tiene precios altos en el mercado. Es resistente a plagas y tolerante al estrés hídrico. En asociación con maíz nativo y bajo condiciones benignas, puede producir, en promedio, 11.5 ton/ha de biomasa seca en parcelas con suelos profundos, aunque su producción de biomasa es muy inferior en los suelos poco profundos de lomeríos (2.8 ton/ha).

Fue el abono verde que más aumentó el rendimiento del maíz Bolita (hasta 1.9 ton/ha) en las parcelas de planicies con suelos profundos. Además, presentó valores altos en la tasa de descomposición después de dos meses de ser reincorporado a suelos profundos y a suelos erosionados.

De las leguminosas locales, es la que ha demostrado mayor potencial como abono verde por su resistencia a la sequía y su tasa de descomposición que, con el tiempo, se reflejará en un alto porcentaje de materia orgánica en el suelo y un aumento en su fertilidad. Además, su valor en el mercado contribuye a mejorar las condiciones económicas de la familia campesina y contribuye a la seguridad alimentaria.



Imagen 11. Ayocote sembrado en monocultivo

Manejo del frijol ayocote *Phaseolus coccineus*

Densidad de siembra

- Se recomienda sembrar a una densidad de 30,000 plantas por hectárea con 37,000-40,000 plantas de maíz por hectárea.

Tiempo de floración

- Alrededor de 3 meses.

Uso sugerido

- Sembrar como cultivo de cobertura en la temporada en la que el suelo queda desnudo. Cortar y dejar como mulch. O reincorporar al suelo como biomasa verde después de la cosecha del cultivo principal.

Crotalaria juncea

Crotalaria juncea es una leguminosa originaria de Pakistán e India. Las semillas de la investigación desarrollada en la Villa de Zaachila se obtuvieron gracias al Dr. Ruiz Vega (CIIDIR, Oaxaca), quien ya había experimentado previamente con esta especie en los Valles Centrales. Este no es un cultivo exigente en agua y, ya que su floración coincide con la del maíz Bolita, sus flores atraen insectos polinizadores. También tiene potencial como forraje de alta calidad para el ganado por su alto contenido de proteína. Sin embargo, debido a la presencia de alcaloides pirrolizidínicos en los granos, el consumo de éstos es altamente tóxico tanto para los animales como para los humanos.

En asociación con maíz nativo y bajo condiciones benignas, este abono verde puede producir, en promedio, 15.4 ton/ha de biomasa seca en parcelas con suelos profundos y 12.9 ton/ha de biomasa seca en parcelas con suelos poco profundos. Es capaz de fijar hasta 200 kg/ha de nitrógeno. *Crotalaria* fue, junto con *Lablab*, el abono verde que mejor se desempeñó en la canícula larga (550 kg/ha de grano). Además, presentó valores altos en la tasa de descomposición después de dos meses de ser reincorporado al suelo.

Esta leguminosa tiene un alto potencial como abono verde por su alta producción de biomasa seca y su tasa de descomposición, además de que las hojas pueden aportar forraje para el ganado. Es muy importante recordar que los granos son altamente tóxicos, por lo que no pueden ser consumidos.



Imagen 12. *Crotalaria juncea* asociado a maíz nativo

Manejo de la leguminosa exótica *Crotalaria juncea*

Densidad de siembra

- Se recomienda sembrar a una densidad de 70,000-80,000 plantas por hectárea.

Tiempo de floración

- Alrededor de 2 meses.

Uso sugerido

- Sembrar como abono verde intercalado con el maíz. Cortar y dejar como mulch, o reincorporar al suelo como biomasa verde después de la cosecha del cultivo principal.

Lablab purpureus

El *Lablab purpureus* es una planta que proviene del sudeste de Asia y el noreste de África. Es muy resistente a la sequía por lo que está siendo sembrada en muchas partes del mundo como abono verde. También se utiliza como forraje porque tiene un alto contenido de proteína y el grano puede ser utilizado para consumo humano después de una correcta cocción.

¿Cómo se puede consumir el *Lablab purpureus*?

El *Lablab purpureus*, conocido comúnmente como frijol lablab por su nombre local, es una leguminosa que es muy consumida como grano en lugares como Nigeria, Kenia, Madagascar, Etiopía, India y el sudeste de Asia en general. El *Lablab* se come en ensaladas, sopas y platos fuertes como curry.

Debido a la presencia en altas concentraciones de inhibidores de tripsina y glucósidos cianogénicos en los granos, esta leguminosa puede ser tóxica si no se cocina correctamente. Sin embargo, basta con aplicar calor a los granos de manera adecuada para inhabilitar estas sustancias.

Lo primero que debe de hacerse es remojar los granos en mucha agua por al menos 8 horas, aunque se recomienda que se haga desde la noche anterior. Esta agua debe de ser desechada puesto que ahí se están concentrando los compuestos tóxicos. Después, se deben hervir los granos durante por lo menos una hora y media o hasta que estén muy suaves. Nuevamente, hay que desechar el agua en la que se cocieron. Se debe de considerar que entre más viejo esté el grano, éste se debe de hervir durante más tiempo. Si no es posible remojarlos, se pueden hervir dos veces, usando mucha agua y cambiándola para cada hervor. Se recomienda comer en cantidades moderadas.



Imagen 13. *Lablab purpureus* como cultivo de cobertura en temporada de secas

En asociación con maíz nativo y bajo condiciones benignas, esta leguminosa puede producir, en promedio, 13.3 ton/ha de biomasa seca en parcelas con suelos profundos y 9.7 ton/ha de biomasa seca en parcelas con suelos poco profundos. Además de que es capaz de fijar al menos 200 kg/ha de nitrógeno. Es el abono verde que más biomasa seca produjo en el año de canícula larga (1.3 ton/ha).

Fue el abono verde que tuvo el mayor rendimiento en suelos poco profundos de lomeríos (414 kg/ha de grano). Junto con *Crotalaria*, se desempeñó bien en el año de canícula larga (638 kg/ha de grano). De hecho, se observó que, en abril de 2018, tras 7 meses sin casi nada de lluvia, las plantas de *Lablab* estaban floreciendo en las parcelas de las planicies.

En los experimentos, esta leguminosa fue la que más aumentó el rendimiento promedio del maíz Bolita (hasta 2.7 ton/ha). Además, fue el abono verde que presentó los valores más altos en la tasa de descomposición después de dos meses de ser reincorporado al suelo.

Esta leguminosa tiene un alto potencial como abono verde por su alta producción de biomasa seca y su resistencia a condiciones adversas, como suelos poco profundos y canículas largas.

Su gran resistencia a la sequía revela el potencial del *Lablab* como cultivo de

cobertura para no dejar el suelo al desnudo en la temporada de secas. Además, puede aportar forraje para el ganado y el grano puede ser consumido por el humano tras una cocción adecuada.

Manejo de la leguminosa exótica *Lablab purpureus*

Densidad de siembra

- Se recomienda sembrar a una densidad de 20,000 plantas por hectárea.

Tiempo de floración

- Alrededor de 4 meses.

Uso sugerido

- Sembrar como abono verde al mismo tiempo que la siembra de maíz o al momento del deshierbe.

- Realizar una o dos podas durante el ciclo del maíz para evitar la competencia y que estorbe demasiado durante la cosecha.

- La poda se hace en las guías del *Lablab* que suben sobre el maíz, para evitar que siga creciendo hacia arriba y así permitir que se extienda hacia abajo hasta el momento de la cosecha del maíz.

- Cortar y dejar como mulch, o dejarlo crecer como cultivo de cobertura y reincorporarlo en mayo, antes del siguiente ciclo de siembra.

Ventajas y desventajas de los abonos verdes disponibles en los Valles Centrales de Oaxaca

Abonos locales

Frijol negro

- ✓ Alta importancia económica
- ✓ Alto valor en gastronomía local
- ✓ Buena producción de grano en canícula corta
- ✓ Buen desempeño en suelos profundos
- ✗ Baja producción de biomasa
- ✗ Baja capacidad de fijar N₂
- ✗ Susceptible a estrés hídrico
- ✗ Alta incidencia de plagas
- ✗ Baja tasa de descomposición
- ✗ Bajo desempeño en suelos poco profundos

Frijol trepador

- ✓ Alto valor en gastronomía local
- ✓ Buena producción de grano en canícula corta
- ✓ Buen desempeño en suelos profundos
- ✗ Baja producción de biomasa
- ✗ Baja capacidad de fijar N₂
- ✗ Susceptible a estrés hídrico
- ✗ Susceptible a plagas
- ✗ Baja tasa de descomposición
- ✗ Bajo desempeño en suelos poco profundos

Frijol ayocote

- ✓ Forma parte de la dieta local
- ✓ Altos precios en mercado
- ✓ Resistente a plagas
- ✓ Tolerante a estrés hídrico
- ✓ Alta producción de biomasa
- ✓ Aumento considerable de rendimiento de maíz en suelos profundos
- ✓ Alta tasa de descomposición
- ✗ Baja producción de biomasa en lomeríos
- ✗ Baja capacidad de fijar N₂

Abonos exóticos

Crotalaria juncea

- ✓ Forraje para ganado
- ✓ Requiere poca agua
- ✓ Alta producción de biomasa
- ✓ Buen fijador de N₂
- ✓ Buen desempeño en canícula larga
- ✓ Alta tasa de descomposición
- ✗ No forma parte de la dieta local
- ✗ No tiene valor económico

Lablab purpureus

- ✓ Forraje para ganado
- ✓ Muy resistente a la sequía
- ✓ Potencial para consumo humano
- ✓ Alta producción de biomasa
- ✓ Buen fijador de N₂
- ✓ Buen desempeño en canícula larga y suelos poco profundos
- ✓ Alta tasa de descomposición
- ✓ Aumento considerable de rendimiento de maíz
- ✗ No forma parte de la dieta local
- ✗ No tiene valor económico

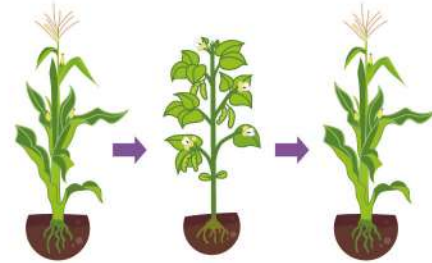
Modalidades de uso y manejo de los abonos verdes (av) asociados al cultivo de maíz

Siembra

Intercalados con el maíz de lluvias

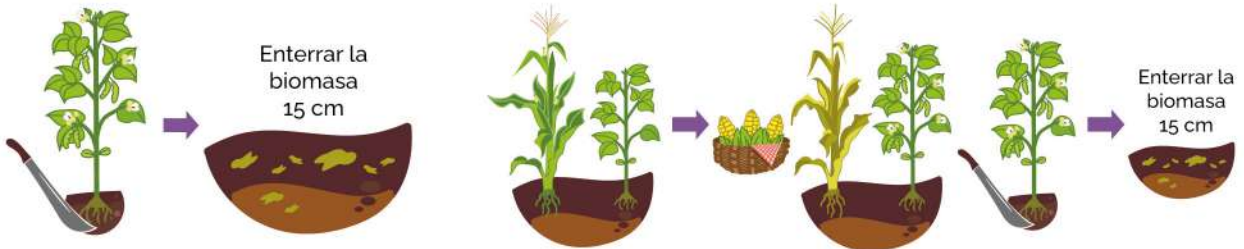


En rotación con el maíz de lluvias



Reincorporación para aumentar el porcentaje de materia orgánica: cortar el abono verde y enterrarlo unos 15 cm de profundidad.

Durante la floración del av. Cuando está intercalado con maíz, coordinar con la cosecha.



En cualquier momento del ciclo

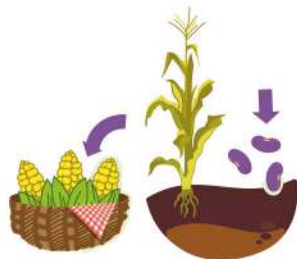


Tras la cosecha del grano



Como cultivo de cobertura para no dejar el suelo desnudo: dejar el av hasta el siguiente ciclo de cultivo

Sembrar tras la cosecha del cultivo principal



Reincorporar antes del siguiente ciclo de siembra



Como *mulch* o cobertura vegetal para mantener humedad y promover actividad biológica en la superficie del suelo: cortar el av y dejar en la superficie para formar una capa de materia sea.



¿Cómo elegir qué abono verde sembrar?

En vista de que la agricultura campesina se está viendo cada vez más amenazada, es importante generar estrategias que la fortalezcan haciéndola más adaptable a los constantes y múltiples retos a los que se enfrenta. Por ello, es importante que al momento de decidir qué abono verde sembrar se consideren los aspectos productivos, pero también otros aspectos que aseguran la autonomía de la vida campesina. De esta manera, las estrategias planteadas son complementarias, es decir, buscan abordar los temas de fertilidad del suelo y resistencia a la sequía, al tiempo que también atienden la alimentación y mejoran la economía.

Una forma de visualizar esto es mediante la multifuncionalidad, que refleja la capacidad de una leguminosa de cumplir con los atributos productivos propios de un abono verde, pero también de contribuir al sustento de la familia

campesina. Para calcular este valor, se toman en cuenta las cualidades que nos interesa que tenga un abono verde, por ejemplo, su capacidad de fijar nitrógeno y de reincorporar materia orgánica, su resistencia a la sequía y si funciona como cultivo de cobertura. Además de estos factores, se incluyen características que contribuyen a los modos de vida campesinos, tales como su utilización como alimento para consumo humano y forraje para los animales.

De esta manera, se va calificando a la leguminosa de acuerdo con su desempeño en cada uno de estos aspectos. Por cada valor positivo que obtiene (es decir, por cada valor de "sí" o "alto" que aparece en la tabla) se le otorga un punto. Al final, se considera el puntaje obtenido con respecto al total de puntos posibles y se le asigna la calificación, que es el valor de multifuncionalidad.

Multifuncionalidad de los abonos verdes

Abono verde	Fijación de N	Reincorporación de materia orgánica	Resistencia a la sequía	Cultivo de cobertura	Semillas comestibles	Forraje	Valor de multifuncionalidad
Frijol negro	Bajo	Baja	Baja	No	Sí	No	1 / 6 = 2
Frijol trepador	Bajo	Baja	Baja	No	Sí	No	1 / 6 = 2
Frijol acoyote	Bajo	Alta	Alta	No	Sí	No	3 / 6 = 5
<i>Crotalaria juncea</i>	Alto	Alta	Alta	No	No	Sí	4 / 6 = 7
<i>Lablab purpureus</i>	Alto	Alta	Alta	Sí	Posible	Sí	6 / 6 = 10

En este sentido, en nuestro caso las leguminosas exóticas *Crotalaria juncea* y *Lablab purpureus* son las que obtuvieron un mayor valor de multifuncionalidad. Esto refleja la diversidad de usos que se les puede dar, ya sea para restaurar el suelo como abonos verdes, para protegerlo como cultivos de cobertura, como alimento para el ganado o, potencialmente, para consumo humano (sólo en el caso de *Lablab*). De las leguminosas locales, el ayocote es un buen candidato para ser un abono verde y un cultivo de cobertura porque aporta mucha materia orgánica y es resistente a la sequía y a los suelos poco profundos.

Las otras leguminosas locales (frijol negro y frijol trepador) presentan valores bajos de multifuncionalidad, lo que significa que no tienen una diversidad de usos. **Sin embargo, tienen un papel muy importante en la alimentación local y en la economía campesina, por lo que se debe de buscar una estrategia de manejo complementaria que no las desplace.** Una propuesta es que se regrese la materia seca después del despegue de los granos, de forma que contribuyan a ir aumentando el porcentaje de materia orgánica en el suelo. También se pueden hacer combinaciones entre los abonos verdes exóticos y el frijol negro o trepador, sembrando el abono verde en mayo

y reincorporándolo antes de sembrar el frijol en agosto o en febrero.

El diseño de estrategias de manejo complementarias debe tomar en cuenta los aportes que cada leguminosa puede otorgar para lograr contrarrestar la variabilidad climática y aumentar la fertilidad del suelo, y al mismo tiempo fortalecer la vida campesina autónoma. Para contribuir con ello, el siguiente gráfico muestra el desempeño que las leguminosas disponibles en los Valles Centrales de Oaxaca mostraron en distintos rasgos puestos a prueba mediante la experimentación. Para cada característica se ordenan los abonos verdes de mayor a menor desempeño.

Algunas de estas características se han discutido ampliamente a lo largo del manual, como el potencial de aportar materia orgánica al suelo, el aumento del rendimiento del maíz, la multifuncionalidad y la aportación a la alimentación. Otros, como la eficiencia del intercalado maíz-abono verde y relación costo-beneficio, apenas se presentan.

La eficiencia del intercalado maíz-abono verde está dada por el índice de Eficiencia Relativa de la Tierra (LER, por sus siglas en inglés) y muestra cuánto aumenta la producción del maíz cuando se siembra en asociación con el abono verde en comparación con su siembra en monocultivo. La diferencia con respecto al rendimiento del maíz es que éste se refiere a cuánto contribuye la presencia del abono verde a aumentar de forma

neta la producción del maíz, sin comparar el valor con la producción en monocultivo.

Por otro lado, la relación costo-beneficio puede utilizarse como un indicador de equidad puesto que refleja la capacidad de los abonos verdes de mejorar las utilidades del sistema milpa. Esta relación se estimó como la relación entre los costos asociados a la producción del maíz nativo y el precio al que se podrían vender en el mercado local el maíz producido como grano y forraje y la semilla del abono verde. Cabe notar, sin embargo, que, en el caso de los abonos verdes exóticos, su venta en el mercado local todavía es hipotética.

Tipos de leguminosas

Acoyote
 Lablab
 Crotalaria
 Trepador
 Negro

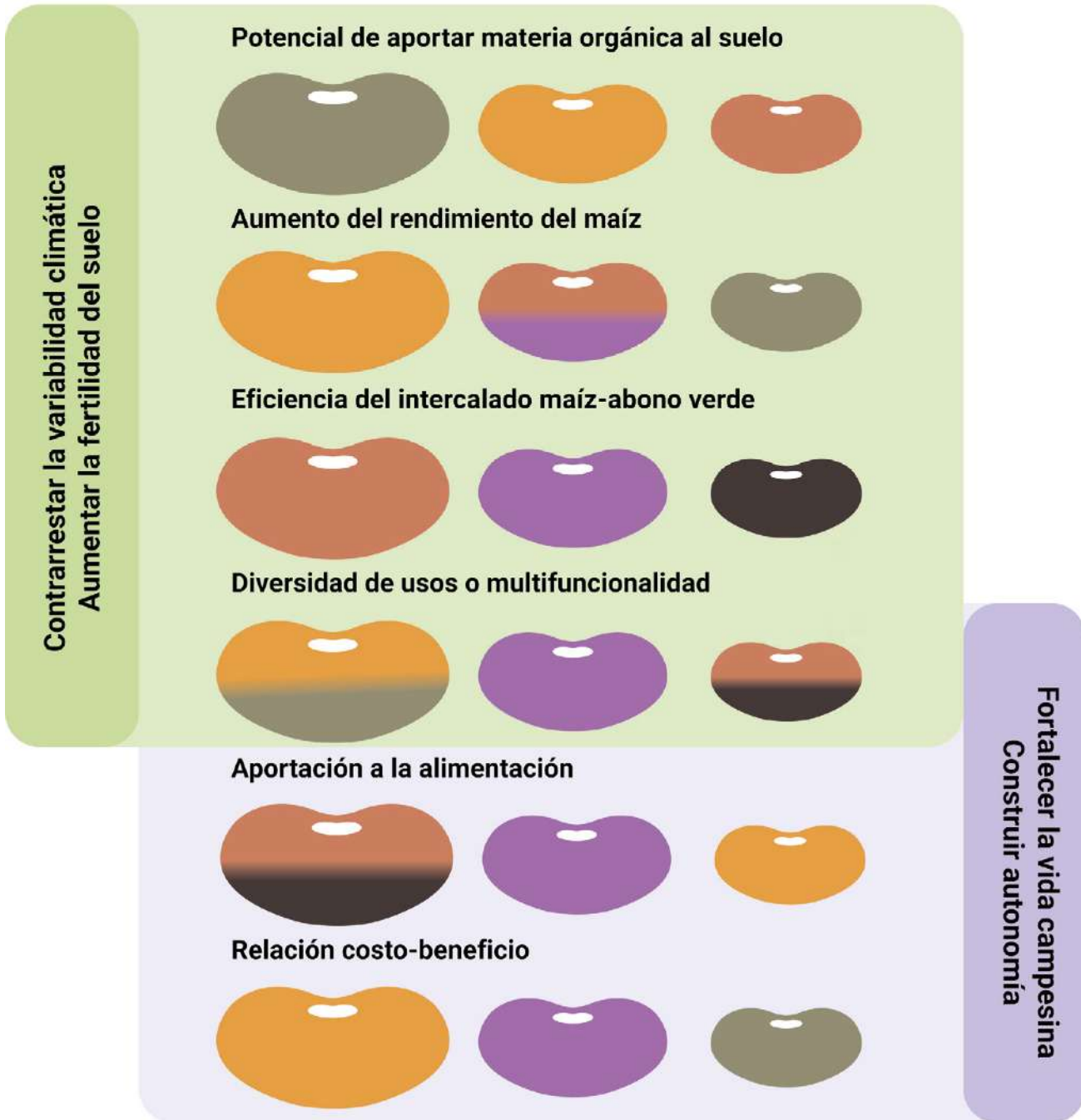


Imagen 14. Resumen del desempeño de los abonos verdes disponibles en los Valles Centrales de Oaxaca para las distintas características evaluadas mediante la experimentación. Entre más grande es el frijol, el desempeño del abono verde es mejor para cada una de las características.

Probar los abonos verdes en nuestras parcelas

Buena parte de la información que se presenta en este manual se generó mediante la experimentación en parcelas experimentales en la Villa de Zaachila, pero también se incluyen observaciones que surgieron de los mismos campesinos que han experimentado el uso de abonos verdes en sus parcelas desde hace algunos años. A pesar de ello, para seguir mejorando el manejo de las leguminosas locales y exóticas como abonos verdes y optimizarlo a las diferentes condiciones que se presentan en los Valles Centrales hay que seguir haciendo mucha experimentación a nivel local. Tenemos que considerar que los efectos de los abonos verdes sobre los suelos pueden ser lentos; se estima que toma entre 3 y 5 años llegar a ver efectos convincentes sobre la fertilidad de los suelos. Por eso, ¡no hay que esperar más para empezar a experimentar sobre las parcelas!

Es preferible que la experimentación se haga de una manera controlada, poco a poco y que no ponga en riesgo la producción completa de los campesinos. Se pueden ir definiendo los objetivos

que se quieren alcanzar y, con base en ello, elegir la leguminosa que mejor se desempeñe. Se sugiere ir probando con una leguminosa a la vez, sobre todo si nunca se ha trabajado con estos cultivos. Se recomienda empezar en pequeñas superficies (10 metros por 10 metros) para no experimentar o arriesgar toda la superficie cultivada. Trabajar en esta escala también permite dar seguimiento al efecto que tienen los abonos verdes sobre el cultivo y el suelo, de forma que también se puedan ir haciendo correcciones y adiciones.

Este manual de abonos verdes fue hecho para ser reproducido y compartido. Se espera, sobre todo, que motive a los lectores a experimentar con estos abonos verdes –¡y otros!– en sus parcelas o con los campesinos con quienes trabajen. También se busca animar a compartir las semillas de abonos verdes para que otros y otras experimenten y descubran las bondades de esas plantas. Así, juntos caminaremos hacia una agricultura más sustentable.

Agradecimientos

A.B. agradece profundamente al Instituto Politécnico Nacional (IPN) en el Centro Integral De Desarrollo Integral Interdisciplinario Regional de Oaxaca (CIIDIR), donde estudió el doctorado bajo la dirección del Dr. Jaime Ruiz Vega con el apoyo financiero de la beca CONACYT.

Ambos autores agradecen el apoyo del maestro campesino Raymundo Aguilar, pues él acogió la siembra del *Lablab* para mejorar su parcela de maíz de lluvias y, posteriormente, para realizar los experimentos de la tesis de A. B. Los autores agradecen también al CBTA núm. 78 por el préstamo de una parcela y por el apoyo brindado en diferentes fases de los experimentos.

A.B. y M. H. agradecen el apoyo incondicional de la Dra. Mariana Benítez Keinrad del Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad (LANCIS) del Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), al proyecto UNAM-DGAPA-PAPIIT (IN207819) y a todo el colectivo El Molote Agroecológico por su apoyo en la producción y concepción de este manual. M. H. agradece también a Cristina Alonso-Fernández por el apoyo incondicional y por las correcciones hechas a este manual.

A.B. agradece también a su esposa María Guadalupe León Velasco por el apoyo incondicional durante toda esta gran aventura agroecológica.



Esta obra está licenciada bajo la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.



Créditos de imágenes

Imagen de portada: Kyria Alexandra Valladares Rodríguez

Imagen 1: Dr. Lev Orlando Jardón Barbolla

Imagen 2: Diego Armando Contreras Peralta

Imagen 3: Alexandre Beaupré

Imagen 4: Alexandre Beaupré

Imagen 5: María Fernanda Herce

Imagen 6: Alexandre Beaupré

Imagen 7: Alexandre Beaupré

Imagen 8: Alexandre Beaupré

Imagen 9: Alexandre Beaupré

Imagen 10: Alexandre Beaupré

Imagen 11: Alexandre Beaupré

Imagen 12: Alexandre Beaupré

Imagen 13: Alexandre Beaupré

Esquema de Modalidades de uso y tipos de manejo de los abonos verdes (av) asociados al cultivo de maíz: María Fernanda Herce

Imagen 14: María Fernanda Herce

Diseño Editorial

Isza Beckel / Isaura Zamora López

Diseño de manual, esquemas, tablas e ilustraciones.

Fuentes bibliográficas

Beaupré, Alexandre; Vega, Jaime Ruiz; Castañeda, H. Ernesto; Benítez, Mariana; Van Cauwelaert, Emilio M.; González González, Cecilia. 2020. Pertinence of exotic and local green manures for sustainable maize polyculture in Oaxaca, Mexico. *Renewable Agriculture and Food Systems* 1–12. <https://doi.org/10.1017/S1742170520000137>

Bunch, Roland. 2012. Restoring the soil. A guide for using green manure cover crops to improve the food security of smallholder farmers. *Canadian Foodgrains Bank*, Winnipeg, Canadá. 94 pp.

Holt-Giménez, E. 2008. Campesino a Campesino: Voces de Latinoamérica, Movimiento Campesino a Campesino para la Agricultura Sustentable. *Food First Books*, Oakland, California. 294 pp.

Ruiz-Vega, Jaime; Loaeza, Gil. 2003. Evaluación de abonos verdes en asociación con maíz de temporal en los Valles de Oaxaca, México. *Terra latinoamericana* vol. 21, núm. 3. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, Chapingo, México: 409-415.