

Conservación y recuperación de suelos agrícolas para el aumento de la productividad en el Istmo de Tehuantepec*

JOSÉ ALBERTO ARAGÓN ACEVEDO
ARIADNE MARDELY DÍAZ CORTÉS
EMMANUEL VELÁZQUEZ SÁNCHEZ
ZYANYA VERA GROSS

“La agricultura que no respeta a los campesinos, tampoco respetará a los consumidores.
Esta es la situación actual de la agricultura industrial”
Sebastiao Pinheiro, 2010.

Introducción

El suelo es uno de los recursos naturales más importantes que existen sobre la superficie terrestre debido a que proporciona los elementos necesarios para el desarrollo y crecimiento de las plantas, las cuales sirven de alimento al hombre y a los animales. El suelo está compuesto por materia orgánica, minerales, agua, aire y elementos nutritivos, por estas características es la base para el desarrollo agrícola (Castellanos, *et al.*, 1989).

En México, 11.9 % del área de tierra es destinada a los cultivos (Banco Mundial, 2015). En los terrenos agrícolas son esenciales los elementos nutritivos para obtener un alto rendimiento de los cultivos con lo cual se mide la calidad del suelo, que no es más que su capacidad de funcionar para tener una buena productividad; es por ello que se tiene la urgente necesidad de recuperar y mantener la fertilidad del suelo en óptimos niveles, lo que le permite proporcionar los elementos adecuados, en cantidad conveniente y en equilibrio apropiado, para el crecimiento y producción del cultivo (FAO, SAGARPA, 2015).

En la colonia Loma Bonita ubicada en el municipio Villa de San Blas Atempa, perteneciente a la región del Istmo de Tehuantepec desde hace 15 años se ha cultivado camote, pero en los últimos cinco años se ha notado una disminución considerable en sus rendimientos afectando su productividad, y con esto, provocando un exceso en los costos de producción, además de una visible erosión de los suelos destinados a este cultivo, es por eso que el

* Resumen del trabajo ganador del primer lugar en el “6° Certamen Nacional Universitarios por el Servicio Social y el Desarrollo Agrario” 2015.

presente proyecto analiza los efectos de la agricultura que se ha venido realizando mediante una caracterización física y química de este suelo, y propone una estrategia de conservación y recuperación mediante el uso de abonos orgánicos como lombriabono y harina de rocas.

Justificación

En México, la explotación de los campos de cultivo ha sido exhaustiva de tal modo que no se le han retribuido los nutrientes que año con año son utilizados y que se requieren para seguir produciendo cosechas de calidad. En los últimos años se han utilizado fertilizantes, pesticidas, insecticidas y foliares, los cuales alteran las propiedades adecuadas de la tierra. Aunado a ello, está la falta de capacitación por parte de los campesinos.

En la región del Istmo de Tehuantepec, debido a la falta de rotación de cultivos y al uso de productos inorgánicos la tierra se ha visto seriamente afectada, de tal modo que, con base en la encuesta realizada a los integrantes del núcleo agrario de Loma Bonita, Villa de San Blas Atempa, las cosechas se han reducido 40% respecto a cinco años atrás, por lo tanto, estas tierras requieren de un acondicionamiento en los niveles de nutrientes para recuperarse y así aumentar los niveles óptimos de producción.

El presente proyecto incorpora conocimientos del área química y la agronomía para plantear una alternativa y estrategia de acondicionamiento y conservación, para regresarle a estas tierras la cantidad necesaria de nutrientes y equilibrar sus condiciones con la aplicación de abonos orgánicos.

Para la aplicación de estos abonos es necesario realizar una dosificación adecuada, por lo que se tiene que recurrir a una caracterización físico-química del suelo y de los abonos, con la finalidad de encontrar las proporciones adecuadas que garanticen la cantidad de nutrientes y condiciones necesarias para la recuperación en un tiempo adecuado de los suelos destinados al cultivo.

El uso de estos abonos resulta ser amigable con el medio ambiente por lo que su empleo será fácil y práctico para los campesinos, además, las tierras de cultivo estarán bajo las condiciones y cantidades óptimas de nutrientes, se espera obtener con este proceso incremento en la productividad reflejada en un aumento de los rendimientos y mejores cosechas.

Objetivos

Objetivo general

Proponer una alternativa de recuperación y conservación de suelos mediante el uso de harina de rocas y vermicomposta para el aumento de la productividad en el cultivo del camote.

Objetivos específicos

1. Brindar ayuda a los comuneros en la recuperación mineral y ecológica de sus suelos;
2. Realizar dos campañas de muestreo, antes y después de la aplicación de harina de rocas y vermicomposta;
3. Efectuar análisis físico-químico a las unidades de producción;
4. Caracterizar tipo y textura de suelo en los terrenos;
5. Aplicar los sustratos para el incremento de los elementos nutritivos en los terrenos y evitar su erosión, en un área determinada como prueba demostrativa, y
6. Brindar información a los comuneros acerca de las ventajas del uso de la harina de rocas y vermicomposta.

Desarrollo operativo del proyecto

Origen del proyecto

En la actualidad, 80% de la población se dedica a la agricultura y 20% a actividades diversas. El maíz ha dejado de ser una alternativa de sustento económico debido a los altos costos, por lo cual se han visto en la necesidad de sembrar camote, siendo este uno de los cultivos que no requiere fertilización.

Localización del núcleo agrario

El municipio de San Blas Atempa se encuentra en el estado de Oaxaca, se localiza al sureste y a 253 km de la capital del estado, forma parte de la región de Istmo del Distrito de Tehuantepec. Limita al norte con Santo Domingo Tehuantepec y San Pedro Comitancillo, al sur con San Pedro Huilotepec y Salina Cruz, al oriente con Santo Domingo Tehuantepec y al poniente con Juchitán de Zaragoza. El núcleo agrario se encuentra ubicado en la colonia Loma Bonita, municipio de San Blas Atempa.

Condiciones climatológicas del núcleo agrario

Clima

El clima es cálido sub-húmedo tropical, con oscilaciones térmicas anuales cortas con una temperatura media anual de 30.1 °C, lluvias en verano y principios de otoño (junio–septiembre).

Temperatura

La temperatura promedio es de 30.1 °C, la del año más frío fue de 30.6 °C y la del año más caluroso fue de 31.1 °C.

Precipitación

La precipitación media anual es de 850.9 mm la cual varía según los años. En los años más secos se tuvo 342.8 mm de precipitación y los más lluviosos de 1 847.2.

Vientos

Los vientos dominantes son los del noroeste que se sienten en los meses de septiembre a febrero. En los meses de octubre a diciembre el viento alcanza una velocidad de 80 a 90 km/h.

Hidrografía

Las tierras de cultivo pertenecientes al núcleo agrario son de regadío, las cuales son regadas por los canales que se originan del canal principal que proviene de la presa Benito Juárez derivada de Santa María Mixtequilla. Al sureste del municipio de San Blas Atempa pasa el río Tehuantepec.

Características socio-económicas del núcleo agrario

La población del municipio de San Blas Atempa está compuesta por 17 094 habitantes de los cuales, 8 525 son hombres y 8 569 mujeres. Cuenta con una extensión territorial de 213.18 km². En 2010 el grado de escolaridad promedio de la población entre 15 años o más era de 4.9, frente al grado promedio de escolaridad de 6.9 en la entidad.

La población de la colonia Loma Bonita consta de 121 habitantes, dentro de los cuales, 65 son hombres y 56 mujeres. La colonia cuenta solamente con los

servicios de energía eléctrica y agua. En relación con la agricultura, entre los principales productos se encuentran el maíz y el camote.

El municipio de San Blas Atempa tiene un suelo adecuado para la práctica de la agricultura, donde el cultivo del camote es el tercero en importancia en la modalidad de riego, y es el único municipio productor de camote en el estado de Oaxaca.

Resultados de la investigación de campo

La agricultura de riego representa 90% de la actividad económica, 10% es la ganadería, esta última práctica representa un complemento a la agricultura y sustento económico en tiempos de sequía; 90% de la encuesta reflejó que los campesinos optan por el cultivo de camote ya que afirman ahorrar costos de inversión debido a que no se requiere de fertilización. Además, se encontró que el núcleo desconoce conceptos de abonos orgánicos; mencionan que no reciben capacitación alguna por parte de instituciones gubernamentales.

La propuesta por parte de los visitantes agrarios es la aplicación de abonos orgánicos. Por esta razón se plantea analizar los suelos de cultivo, revisar los resultados y realizar pruebas piloto para observar la efectividad de los abonos propuestos.

Análisis de recursos disponibles

Recursos humanos

De acuerdo con la información obtenida, 90% de la población tiene la experiencia en actividades de la agricultura y ganadería, considerando valiosos sus conocimientos empíricos sobre estas áreas productivas. Existe una institución de nivel superior (Universidad del Istmo) la cual no tiene carreras o programas de estudios agronómicos, sin embargo, se cuenta con mano de obra calificada debido al interés por parte de los estudiantes en estas cuestiones, y con el propósito de aplicar conocimientos propios de su carrera (Ingeniería Química) para el apoyo a un sector amplio.

Recursos naturales

Los principales recursos naturales del ejido son el suelo y el agua; el territorio abarca una llanura donde 90% representa zonas parceladas, la superficie de uso común es 5%. La comunidad se abastece de agua mediante norias que

cada hogar posee, para el riego de cultivos se cuenta con canales de riego que se derivan de la presa Benito Juárez del municipio de Jalapa del Marqués.

Estos canales son abastecidos únicamente durante el periodo del cultivo, según los productores el mantenimiento de los canales se realiza directamente por los campesinos y no por la entidad designada, aun cuando dichos campesinos afirman cubrir las cuotas demandadas por la misma institución.

Recursos materiales

A través de la asamblea se asignaron 10 hectáreas como inicio de la implementación de los abonos orgánicos propuestos, se trata de las hectáreas de los campesinos que inician con el proyecto. A través de la investigación realizada se sabe que los insumos necesarios para el arranque y puesta en marcha del proyecto se encuentran dentro de la región por el momento, lo que representa un beneficio de costos.

Recursos financieros

La única fuente de financiamiento con la que se cuenta hasta el momento es la de los propios comuneros. También se tiene la intención de poder inscribir el proyecto en programas de gobierno o en privados de apoyo directo al Sector Agrario.

Análisis participativo

El presente proyecto surge a partir de inquietudes y necesidades objetivas de los campesinos de la colonia Loma Bonita al observar la baja productividad de sus tierras, específicamente las destinadas al cultivo de camote.

Durante la reunión participativa se planteó el proyecto a desarrollar con los propósitos que este conlleva y con la finalidad de apoyar a este sector agrícola rezagado, la información aquí proporcionada será de gran ayuda al núcleo agrario de Loma Bonita ya que resolverá tres problemas básicos:

1. Recuperación de los suelos de cultivo a través de los sustratos propuestos;
2. Incremento de la productividad del camote, y
3. Establecimiento de las bases para una agricultura rentable y sustentable, dejando atrás la agricultura que han venido realizando y sus prácticas nocivas.

Proyecto seleccionado

El proyecto se refiere fundamentalmente a la restauración de los suelos, que recuperen las condiciones aptas para el cultivo de camote, de esta manera la aplicación de la vermicomposta y la harina de rocas se vuelven fundamentales en el desarrollo del proyecto.

Metodología para la caracterización de los suelos, harina de rocas y lombriabono

Para realizar la caracterización de las tierras se establecieron dos campañas de muestreo con cinco estaciones (una estación por cada campesino perteneciente al núcleo agrario del proyecto), cada una en la localidad de Loma Bonita, Villa de San Blas Atempa.

La primera campaña se realizó el 1 de julio de 2015, las estaciones experimentales fueron las unidades de producción de los propietarios con sus respectivas claves asignadas en laboratorio. Se realizó con el objetivo de caracterizar el lombriabono, harina de rocas y los suelos; además determinar las deficiencias que posee la tierra antes de abonar, las muestras eran solamente tierra que representan las condiciones en las que se encuentran actualmente las unidades de producción; además se aplicó la harina de rocas y lombriabono en un área determinada como unidad demostrativa en cada unidad de producción.

La segunda campaña se realizó el 1 de septiembre de 2015, los puntos de muestreo fueron los mismos que en la primera campaña, se realizó con el objetivo de estudiar el efecto que causó el abono y observar los beneficios que proporciona a la tierra, así como justificar la recuperación de nutrientes y condiciones ausentes en la tierra. En esta campaña las muestras fueron extraídas de las unidades demostrativas, las cuales se dejaron durante dos meses bajo condiciones normales.

Cabe mencionar que, al momento del estudio, las tierras no tenían cultivo debido a que se encontraban en época de temporal, en la que los campesinos se dedican a la preparación de las tierras con maquinaria y mancuerna (equipo conformado por un par de toros, yugo y arado), esto para que al llegar el mes de octubre empiece la temporada de siembra.

Toma y almacenamiento de muestras de suelo

Las estaciones de muestreo se ubicaron de tal forma que representaran las 10 hectáreas que son destinadas al cultivo del camote, y también se encontraron

bajo los efectos de las prácticas agroquímicas que generalmente realizan los campesinos en la época de cuaresma (octubre al mes de mayo), como son la aplicación de herbicidas y plaguicidas.

La toma de muestra se hizo antes y después de abonar los suelos, con base a lo indicado en la norma NOM-021-RECNAT-2000. La muestra tiene que ser representativa de las unidades de producción y para ello se hicieron tomas de los primeros 30 cm de suelo y en diversos puntos, siguiendo un patrón diagonal por cada zona homogénea de la unidad productiva.

Análisis de suelos

La caracterización de los suelos se llevó a cabo basándose principalmente en la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos.

Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Biomasa ubicado en la Universidad del Istmo, Campus Tehuantepec y en el Laboratorio de Alimentos de la Universidad de la Cañada. El objetivo de dichos ensayos fue determinar las condiciones de fertilidad, así como su deficiencia en macronutrientes y ver como se ven beneficiados con la implementación de los abonos orgánicos.

Los parámetros analizados fueron los siguientes:

- pH (potencial de hidrógeno);
- Conductividad Eléctrica (CE);
- Nitrógeno (N) Total;
- Fósforo (P) Disponible;
- Materia Orgánica (MO);
- Humedad;
- Capacidad de Retención de Agua (CRA);
- Carbonatos $[CO_3^{(2-)}]$, y
- Sulfatos $[SO_4^{(2-)}]$.

Metodología para la aplicación de insumos orgánicos en el cultivo del camote para un ciclo de producción

Camote (*ipomoea batatas*)

El camote tiene alrededor de 600 especies distribuidas en los trópicos y subtropicos de todo el mundo. Existen varias teorías sobre el área geográfica de

su domesticación; algunos investigadores defienden el origen mesoamericano y otros el polinesio.

Ipomoea batatas actualmente se siembra en todo el mundo, especialmente en los países en desarrollo debido –entre otros factores– a su fácil propagación y pocos requerimientos de insumos.

El estado de Oaxaca reporta 84 hectáreas de cultivo de esta batata, las cuales se encuentran en el Istmo de Tehuantepec y específicamente en Villa de San Blas Atempa.

Fenología

1. Las etapas fenológicas del camote son:
2. Brotación: 8-10 días;
3. Fase vegetativa: 65 días;
4. Floración: 73 días, y
5. Cosecha: 132 días.

Requerimientos nutricionales

Los requerimientos de nutrientes por hectárea que se espera para producir aproximadamente 30 000 kg/ha son los siguientes:

- Nitrógeno: 188 kg/ha;
- Fósforo (P₂O₅): 98 kg/ha;
- Potasio (K₂O): 304 kg/ha;
- Calcio (Ca): 181 kg/ha;
- Magnesio (Mg): 65 kg/ha;
- Azufre (S): 49 kg/ha, y
- Boro (B): 3.2 kg/ha.

Requerimientos del cultivo

- Suelo: se desarrolla muy bien en casi todos los suelos, pero prefiere los francos, con buena aireación, alto contenido de materia orgánica y con un excelente drenaje. El pH es mejor entre 5.5 y 7.7.

Para este cultivo el suelo constituye un sustrato al que se le debe dar las condiciones para un desarrollo óptimo del producto; por ejemplo, se ha observado que en suelos medianamente pesados es donde el

camote tiene una mejor calidad (sabor, color y tamaño), pero es donde se requiere un mejor manejo de los nutrientes y de la combinación suelo, agua y sistema de riego;

- **Clima:** se desarrolla mejor con temperaturas cálidas, entre 20 °C y 30 °C (en los primeros 50 cm de profundidad que aceleran su metabolismo), requiere de 12 a 13 horas diarias de luz y altitud entre 300 a 1 000 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m). En temperaturas más bajas o alturas de más de 1,300 m s.n.m, el ciclo se extiende hasta 150 días o más. También se puede cultivar a alturas menores que las recomendadas, y
- **Precipitación:** No tolera excesos de precipitación ni anegamientos porque pueden causar problemas de pudrición de raíz, crece mejor en zonas con precipitación anual entre 500 a 1 800 mm/año.

Lombribono

La lombricultura se concibe como una biotecnología que permite utilizar la lombriz de tierra con el propósito de reciclar desechos orgánicos, de los cuales se alimenta, generando productos entre los que se encuentra la vermicomposta que son las excretas de las lombrices denominada humus de lombriz.

En el mundo existen más de 8 000 especies distintas de lombrices, pero solamente de 10 a 12 pueden servir para la lombricultura; entre estas la más conocida es la lombriz de tierra *Lumbricus terrestres*, sin embargo, las más utilizadas en la lombricultura intensiva son la *Eisenia andrei*, *Perionyx excavatus* y *Eudrillus eugeneae*; en México se ha adaptado la lombriz roja californiana *Eisenia foetida*.

El lombribono es un fertilizante orgánico, biorregulador y corrector del suelo, cuya característica fundamental es la bioestabilidad, pues no da lugar a fermentación o putrefacción; podemos incorporarlo a las unidades de producción, almácigos, surcos o bandas, así como en el trasplante de los cultivos a explotar, con ello se proporciona una alta composición enzimático bacteriana lo que logrará una rápida asimilación por las raíces de las plantas, aumentando y acelerando así el rendimiento y ciclo biológico de la cosecha (kg/ha); el contenido de nutrimentos está relacionado con el sustrato, sus características físicas, su composición bioquímica y bacteriología que le dio origen.

Harina de rocas

La diversidad mineral del suelo depende de la biodiversidad vegetal que el hombre consume; las harinas integrales de rocas molidas preparadas a base de salitres, guanos, ostras, fosforitas, apatitas, granitos, basaltos, micaxistos, serpentinitos, zeolitas, carbonatitos, etcétera, fueron la base de los primeros fertilizantes usados en la agricultura. Por ejemplo, los serpentinitos, los micaxistos y los basaltos son rocas de alta calidad para la elaboración de las harinas de rocas, ricas en más de 70 elementos necesarios para la alimentación y mantenimiento del equilibrio nutricional en la salud de las plantas, aves y otros animales, entre los cuales destacan los elementos siguientes: silicio, aluminio, hierro, calcio, magnesio, sodio, potasio, manganeso, cobre, cobalto, cinc, fósforo y azufre.

La llamada “harina de rocas” no es más que el polvo fino o talco que se obtiene de la molienda rústica de rocas que se hallan en ríos, arroyos o cercanos a ellos; cerros o algún yacimiento que se tenga conocimiento posea minerales. El serpentinito es una de las mejores versiones de rocas para obtener dicho insumo. El tipo de vegetación y su comportamiento encima de las rocas, es otro de los parámetros claros que tomamos en cuenta para poder afirmar si las rocas son ricas o deficientes en minerales que son imprescindibles en el desarrollo de cualquier planta. La coloración es otro de los aspectos fundamentales que se debe tomar en cuenta, por ejemplo, rocas amarillas tendrán azufre, rocas plomas silicio, azuladas oscuras fósforo, rojas hierro, etcétera.

La harina se obtiene triturando a las piedras hasta llegar al polvo fino, en ocasiones es necesario calentar las piedras y posteriormente sumergirlas en agua fría para lograr un choque térmico y así fracturarlas.

Un aspecto muy importante que se tiene que tomar en cuenta es el refinamiento de la harina de rocas, mientras más fina, estará más disponible para la planta. La técnica en realidad es simple, sin embargo, como primeras aplicaciones se pretende obtener de establecimientos comerciales que manejen productos orgánicos a bajos costos.

Hay muchas maneras de aplicar la harina de rocas al suelo. La técnica utilizada depende de la escala. Se recomienda aplicar 300 g por m² y 3 ton por hectárea. Inclusive se pueden remineralizar abonos, biofertilizantes y compostas, entre otros.

Estudios recientes indican que el consumir Selenio a través de frutas, verduras y demás cultivos que se hayan sometido a la aplicación de harina de rocas, reduce la contaminación por plomo. Otros estudios reportan que el consumo de trazas moderadas de Cromo disminuye la probabilidad de desarrollar diabetes.

De acuerdo con la literatura podemos desarrollar la metodología adecuada para la aplicación del abono sugerido y del sustrato mineralizador de la manera siguiente:

1. Iniciando el mes de junio, cuando el productor comienza con la preparación de la tierra, se propone realizar el barbecho y la rastra; empieza con la aplicación de los abonos propuestos. Se sugiere suministrar dos toneladas del mismo por hectárea de terreno; aproximadamente 20 kg de vermicomposta por surco (al inicio la aplicación puede considerarse excesiva, pero ya que se trata de la recuperación total del suelo en los ciclos posteriores se esperan aplicaciones de menor tonelaje). Al mismo tiempo se pretende incorporar el sustrato mineralizador (harina de rocas). Un aproximado para la aplicación de este insumo mineral será de 500 kg por hectárea (se aplica una cantidad menor a la recomendada, ya que este se emplea como mineralizador y no directamente como abono), el método de aplicación es rudimentario, antes del rayado y de manera manual, tratando de mantener uniformidad y a una profundidad relativa al crecimiento de la raíz.

La ventaja de la mineralización con harina es precisamente el aporte de minerales y, sobre todo, la reducción en costos de la maquinaria, ya que estudios recientes indican que a lo largo del tiempo se están empleando máquinas más grandes debido a la compactación del suelo.

Un aspecto muy importante en este periodo es la disminución de los rayados ya que como se menciona, con el aporte de la harina no es necesario airear o revolver el suelo tantas veces como se creía necesario puesto que estas prácticas aplanan el suelo, compactándolo y con el aporte del agua lo erosiona de forma hídrica;

2. Con la disminución de los rayados y maquinaria convencional, los gastos de preparación de tierras menguan y también los egresos que se realizan por la obtención del fertilizante. En los meses siguientes, cuando se deberían realizar aplicaciones de herbicidas y plaguicidas, se pretende que los campesinos ya no tengan la necesidad de emplearlos, ya que como se ha explicado, con el uso del lombriabono se regulan las plantas silvestres llamadas equivocadamente “malezas” y las plagas que podrían afectar al cultivo. Por lo tanto, a partir de la siembra únicamente deberán planificar los periodos de riego;
3. Continuar hasta la cosecha del cultivo, proyectando una mejor productividad y amortiguando la inversión con las ganancias de la venta, ya que según la programación el camote deberá tener mejor aspecto

- físico, mejor tamaño, mayor porcentaje de producción, esperando se pueda incrementar el precio de venta al comprador primario, y
4. Para finalizar el ciclo de producción, se deja reposar la tierra en los meses posteriores a la cosecha, evitando completamente cualquier práctica convencional de la agricultura tradicional hasta el nuevo ciclo. Cabe mencionar que en este nuevo ciclo la aplicación de abono es menor de acuerdo con la producción obtenida en el ciclo anterior. En esta metodología se propone evitar la quema de los restos de la cosecha que se realiza convencionalmente, ya que al contrario de lo que se piensa, afecta al suelo, desmineralizándolo, empobreciendo la cantidad de materia orgánica y de microorganismos.

Promoción del proyecto con inversionistas rurales

Como se ha expresado, se pretende que los productores sean los inversionistas ya que la erogación inicial no es elevada, además por la disponibilidad y accesibilidad que han demostrado. Para fortalecer su toma de decisiones se han planeado actividades de motivación y certidumbre tales como:

- Cursos de capacitación técnica, prácticos y pertinentes de acuerdo al contexto;
- Estudio económico del cultivo en cuestión para tener un mejor panorama del mismo, y
- Proyecto de inversión.

Estudio económico

La producción del camote en el Istmo de Tehuantepec, específicamente en la zona de cultivo de la colonia Loma Bonita, en años anteriores era altamente factible y rentable. Sin embargo, con el paso del tiempo y por diversas causas, la productividad se ha visto afectada de manera negativa.

Para el proceso de producción y venta de camote se tiene la cronología siguiente: preparación de las tierras, manejo de riegos, siembra y control fitosanitario, cosecha y venta al intermediario.

Con el trabajo de campo se buscó información para conocer los costos de producción del cultivo, obteniendo así datos para los ciclos de producción otoño 2013-invierno 2014 y otoño 2014-invierno 2015. Se realizó un análisis simple para comparar el costo de producir una hectárea con la actividad agrícola

que se ha manejado en los últimos años, y el costo que implicaría el manejo de una hectárea con la utilización de abonos orgánicos.

Reunión de acercamiento entre el inversionista y el núcleo agrario

El acercamiento entre inversionista y el núcleo agrario no es necesario ya que los comuneros acordaron de manera homogénea, invertir ellos mismos. Es necesaria entonces la creación de una sociedad cooperativa para inscribir el proyecto en programas del gobierno y acceder a los apoyos.

La constitución de las sociedades cooperativas deberá realizarse en asamblea general que celebren los interesados en la que se levantará un acta que contendrá:

- I. Datos generales de los fundadores;
- II. Nombre de las personas que hayan resultado electas para integrar por primera vez consejos y comisiones, y
- III. Las bases constitutivas.

Los socios deberán acreditar su identidad y ratificar su voluntad de constituir la sociedad cooperativa y, de ser suyas, las firmas o las huellas digitales que obran en el acta constitutiva ante notario público, corredor público, juez de distrito, juez de primera instancia en la misma materia del fuero común, presidente municipal, secretario, delegado municipal o titular de los órganos político-administrativos de la Ciudad de México o del lugar en donde la sociedad cooperativa tenga su domicilio.

Conclusiones y recomendaciones

Relevancia social

Los comuneros de Loma Bonita subsisten principalmente gracias a los cultivos de maíz y camote; en el caso del primero su producción es costosa y por la poca ganancia recurren al cultivo del camote. Es cierto que también tienen otras opciones para generar ingresos, pero el resultado es el mismo reduciendo con ello su calidad de vida.

Por esta razón, es de suma importancia recuperar los suelos agrícolas del núcleo agrario para que la productividad aumente, principalmente la del cultivo del camote, y con esto sus ganancias se incrementen con el uso mínimo de maquinaria y la eliminación de químicos sintéticos para mejorar sus condiciones de vida; además, los comuneros están dispuestos a incorporar la harina

de rocas y lombriabono en sus tierras. Por esto nos encontramos firmes en implementar nuestro proyecto y que el apoyo del gobierno y/o instituciones privadas llegue al núcleo agrario, ya que los beneficios son prometedores, con esto se pretende lograr que la colonia crezca económica, técnica, productiva y socialmente, a través de la construcción de infraestructura destinada al sector educativo y de salud.

Implicaciones prácticas

Para llevar a cabo el presente proyecto se requiere capacitar a los comuneros para poder trabajar empleando los abonos orgánicos, así como brindarles talleres técnicos de información acerca de sus beneficios.

Un gran punto a favor es que los comuneros están dispuestos a la formación de una asociación ecológicamente responsable, y recibir el apoyo prioritariamente de alguna institución gubernamental y/o privada para alcanzar la meta.

Conclusiones generales

De acuerdo con la investigación realizada y los resultados obtenidos en las pruebas físico-químicas efectuadas a los suelos, en la primera campaña obtuvimos que todas las tierras tienen una textura de franco-limo-arcilloso, tipo histosol, así como pH en general alcalino, capacidad de retención de agua adecuada, conductividad eléctrica con efectos despreciables de la salinidad, porcentaje bajo de materia orgánica y de nitrógeno bajo, porcentaje de nitrógeno muy bajo y solamente trazas de fósforo. Concluyendo, las tierras caen dentro de un perfil con baja fertilidad debido al reducido contenido de nutrientes y condiciones no adecuadas para el cultivo de camote.

Con la caracterización del abono y la harina de roca en el laboratorio, se observó que son sustratos viables para la recuperación de la fertilidad en los suelos ya que presentaron pH neutro, la harina presentó conductividad óptima, cantidad de nitrógeno y fósforo en el abono adecuado.

En cuanto a las tierras muestreadas en la segunda campaña, se vio el efecto positivo que proporciona el vermicomposta y la harina de rocas sobre las tierras, se observó que el pH se aproximó a un valor neutro, la conductividad aumentó en un porcentaje adecuado, obteniendo rangos más factibles para la fertilidad en comparación con los resultados obtenidos en la primera campaña.

Con los valores obtenidos a partir de la segunda campaña y de los abonos proporcionados en dosis de dos toneladas por hectárea de vermicomposta y

media tonelada por hectárea de harina, se pretende tener la recuperación y conservación de los nutrientes y condiciones adecuadas después de cinco años de ser aplicado.

Recomendaciones

- Realizar pruebas después del primer ciclo productivo y en los siguientes para sustentar de manera científica la implementación de los sustratos aquí propuestos y así, en cada ciclo, el productor se convenza, tenga mejores perspectivas y pueda encontrar soluciones de diversa índole, y
- La planeación a futuro de una empresa comunal o módulo sustentable de producción de lombriabono y harina de rocas para mejorar las condiciones de vida de los campesinos.