

ESTABLECIMIENTO DE UNA PLANTA DE BIOFERTILIZANTES EN EL EJIDO IGNACIO RAMÍREZ, DURANGO*

DAVID RAMÍREZ MORALES

Introducción

El presente proyecto analiza la factibilidad técnica y económica del establecimiento de una planta de biofertilizantes en el ejido Ignacio Ramírez, Durango. La actividad de mayor importancia en el ejido es el cultivo del frijol. Los problemas a los que se enfrentan los productores son:

1. Incremento en el precio de los fertilizantes;
2. Suelos pobres;
3. Contaminación de los recursos naturales, y
4. Sequías recurrentes.

El reto de los agricultores en el panorama actual, es producir más grano en equilibrio con el medio ambiente y con mínimo costo. Por lo tanto, es necesario aplicar nuevas tecnologías que sean amigables con el medio ambiente y reduzcan los costos de producción. Una alternativa viable es la implementación de la agricultura orgánica.

Las restricciones que enfrenta el sector agropecuario para incrementar la productividad y el ingreso neto de los productores son múltiples: falta de capital y de acceso al financiamiento; capacitación insuficiente; infraestructura inadecuada y obsoleta, sobre todo en los procesos de postproducción; falta de innovación y aplicación de conocimiento; nulo o bajo valor agregado de los productos primarios, deficiencias en los sistemas de información para la toma de decisiones, y la politización de los temas del sector. (Ruiz-Funes, 2013)

* Trabajo ganador del primer lugar en el Cuarto Certamen Nacional Universitarios por el Desarrollo Agrario, 2013.

El cultivo del frijol tiene gran importancia científica, académica, económica y social, junto con el maíz es la base de la alimentación de los mexicanos y de otros países en el mundo, es una fuente de proteína vegetal, carbohidratos, grasas y minerales, y de fácil obtención en el mercado (Reyes, 1985).

En el estado de Durango el cultivo de frijol es una actividad agrícola de gran importancia socio-económica; la entidad ocupa el segundo lugar en cuanto a superficie sembrada y aporta 13.4% de la producción nacional. Anualmente se siembran en promedio 300 mil hectáreas, de las cuales 10 mil son de riego y el resto de temporal. El rendimiento promedio en temporal es de 450 kg ha⁻¹ y en riego 1,000 kg ha⁻¹ (INIFAP, 2008). El volumen de grano que anualmente produce son 125,000 ton (SAGARPA, 2007) y la mano de obra que genera (10.3 millones de jornales) (INIFAP, 2000).

En los países en desarrollo, la mayoría de los agricultores son en gran parte de pequeña escala para los cuales la introducción de nuevos sistemas agrícolas y tecnologías es muy importante, porque les ayuda a incrementar la productividad y su ingreso. Las actividades agrícolas incluyen normalmente utilizar fertilizantes químicos y plaguicidas; en el caso de los fertilizantes, aunque ha sido relevante su efecto en la producción, es difícil estimar exactamente su contribución debido a la interacción con otros factores. De esta forma, los fertilizantes continuarán siendo importantes, además de otras tecnologías nuevas que puedan surgir (FAO, 2002), no obstante que son contaminantes del agua (Cuenca *et al.*, 2007) y del suelo (Rueda, *et al.*, 2007).

Una alternativa a la fertilización química y la contaminación que genera, puede ser el uso de biofertilizantes en los cultivos agrícolas, que además son más baratos e inocuos. (García, 1997). Los biofertilizantes son productos a base de microorganismos como hongos micorrízicos arbusculares del orden de los *Glomales* (Alarcón, 2001) y bacterias fijadoras de N₂ y/o solubilizadoras de fósforo (Frontera, 2004) como *Rhizobium*, *Azotobacter*, y *Azospirillum* (Hernández *et al.*, 1994), los cuales incrementan la disponibilidad de nutrientes para las plantas; otros estimulan el crecimiento vegetal y algunos funcionan como biocontrol de patógenos (Loredo *et al.*, 2004).

El compostaje no es una práctica nueva, se ha realizado desde hace mucho tiempo en diferentes países. Es considerada como una técnica relativamente

simple que puede ser aplicada en cualquier lugar que origine desechos orgánicos, ya que no es más que la elaboración de humus fuera del suelo. El proceso de compostaje se lleva a cabo de forma aerobia, es decir, bajo condiciones de aireación, humedad y temperaturas controladas, consiste en transformar los residuos orgánicos degradables en un producto estable y aplicable denominado biofertilizante.

La lombricultura es considerada como una biotecnología, donde la lombriz de tierra funge como herramienta de trabajo para la transformación de desechos orgánicos en productos orgánicos útiles, además la vermicomposta contiene sustancias activas que actúan como reguladores de crecimiento, elevan la capacidad de intercambio catiónico, tiene alto contenido de ácidos húmicos y aumenta la capacidad de retención de humedad, lo que facilita la aireación, drenaje del suelo y los medios de crecimiento (INIFAP, 2012). Existen más de 2,500 variedades de lombrices criollas, experimentalmente la lombriz roja, híbrido logrado en California, *Eisenia andrei*, es la que se utiliza para reproducirla en medios controlados (Ruíz-Figueroa, 2009).

En México existen pocos productores de abonos orgánicos con capacidad de comercialización a gran escala, la mayoría de ellos realiza esta actividad a pequeña escala, es decir, en traspatio. A pesar del tamaño de producción que se realiza en México, el impacto que ocasiona la implementación de herramientas como la composta o vermicomposta es muy significativo, ya que reduce la contaminación causada por el apilamiento de excretas o descargas de cuerpos de agua. A pesar de todos los esfuerzos que se han realizado por reducir el uso de fertilizantes químicos en los campos agrícolas de México, aún hace falta realizar trabajos de concientización sobre los beneficios que se obtienen al utilizar productos orgánicos, además de mencionar que estos beneficios se van a obtener a mediano y largo plazo, ya que la gente está acostumbrada a obtener beneficios inmediatos, como el caso de los químicos, sin importar su alto costo y su elevada capacidad de contaminación provocando efectos irreversibles al suelo (INIFAP, 2012).

Objetivo general

- Diseño y operación de un proyecto de inversión en el núcleo agrario Ignacio Ramírez, e
- Impulsar la organización y productividad a través de vincular a los núcleos agrarios con inversionistas públicos o privados.

Objetivos específicos

- Desarrollar una investigación que caracterice la problemática (agrícola y pecuaria) del núcleo agrario;
- Promover el uso de tecnologías sustentables en las actividades agropecuarias, y
- Analizar la factibilidad para el establecimiento de una planta de biofertilizantes.

Desarrollo operativo del proyecto

ETAPA 1. SELECCIÓN DEL NÚCLEO AGRARIO

ORIGEN DEL PROYECTO

En México actualmente la necesidad de asociarse es primordial para acceder a los apoyos del gobierno. Respecto a la región de estudio, ya se mencionaron otros proyectos de inversión como lo son: integradoras de frijol, cribadoras, bodegas de almacenamiento, panaderías etcétera. Lamentablemente los propios dirigentes, en su mayoría políticos, han generado desconfianza en la población en general por los actos de corrupción y desvío de recursos.

Crear conciencia de asociación en dicho núcleo agrario es difícil debido a muchas malas experiencias anteriores. Sin embargo, gran parte de los productores ansían un nuevo cambio, nuevas forma de trabajar y mejores condiciones de vida, pero están conscientes de que la única manera de poder iniciar con el financiamiento de un proyecto es a través de la conformación de grupos para

acceder a los apoyos federales. Algunos de los sectores posibles para iniciar dichos proyectos pueden estar en la ganadería (v.gr. lechería familiar, engorda de becerros, etcétera) en este sector existe muy poca innovación tecnológica, así que solo sería adaptar las formas de producción a las necesidades actuales.

Respecto al sector agroindustrial, la presencia de entidades transformadoras de materia prima es casi nula, su establecimiento afectaría positivamente en las actividades agrícolas. Por último, en este sector, existen cultivos potenciales que podrían ayudar a salir del monocultivo del frijol como lo son los frutales y hortalizas. De igual manera, la horticultura protegida es casi inexistente. Con todas las oportunidades existentes para poder emprender un proyecto y la búsqueda de soluciones a dichas problemáticas, ayudó a motivarme por la elección de este núcleo agrario y sugerirlo ante la Procuraduría Agraria del estado de Durango, de la misma manera, es muy grato para mi colaborar con los productores en el campo, escuchar sus problemas e intentar ayudarles mínimamente en algo.

LOCALIZACIÓN DEL EJIDO

El municipio de Guadalupe Victoria, Durango, se localiza aproximadamente en el centro del estado, dentro de la zona conocida como Los Llanos. Colinda al Oeste con el municipio de Durango y Pánuco de Coronado, al Este con Cuencame, al Sur con Poanas y al Norte con Peñón Blanco. El núcleo agrario Ignacio Ramírez se encuentra ubicado al centro del municipio de Guadalupe Victoria. Se ubica en 104°05' longitud Oeste y 24°31' latitud Norte. Se encuentra a una altura de 2,020 msnm.

CLIMA

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García, para la estación 00010030 Guadalupe Victoria, Durango, en el periodo de observación de 1971–2000, el clima es seco árido; cálido con temperatura media anual mayor de 22°C y la del mes más frío mayor de 18°C; el régimen de lluvias es en verano; su clima es extremo con una oscilación anual de las temperaturas medias mensuales entre 7°C y 14°C; el mes más caliente está antes de junio y la precipitación es de 500 mm.

CARACTERÍSTICAS SOCIO-ECONÓMICAS

El municipio de Guadalupe Victoria, Durango, tiene una población de 34,052 habitantes dentro de los cuales 50.1% son mujeres. La superficie del municipio es de 767.1 km² y cuenta con 178 km de carreteras pavimentadas, con servicios de luz, drenaje y agua potable en la mayoría de las localidades. En cuanto a educación se localizan 21 jardines de niños, 28 primarias, tres escuelas de educación media superior y dos de nivel superior (INEGI, 2010).

Es el principal productor de frijol en el estado de Durango con cerca de 47,000 toneladas y el segundo por superficie sembrada con 45,000 hectáreas, 98% de la superficie sembrada es de temporal (SEMARNAT, 2003). Respecto a la ganadería, el municipio con aproximadamente 30,000 cabezas de ganado, no figura en los primeros lugares del estado (INEGI, 2007). El ejido Ignacio Ramírez, pertenece al municipio de Guadalupe Victoria. Se podrá notar que de acuerdo con los datos anteriores, la actividad agrícola es muy importante, principalmente el cultivo del frijol. El ejido cuenta con servicios de agua potable, luz, drenaje, telefonía de línea e internet, además tiene buenas vías de comunicación, se encuentra aproximadamente a 15 minutos de la cabecera municipal a cuatro horas de la ciudad de Torreón, Coahuila y a una hora y media de la ciudad de Durango (utilizando vías sin cuota).

La población del ejido es de 2,485 habitantes (INEGI, 2000), con un total de 7,226.28 hectáreas que representan 9,4% de la superficie municipal, en tanto la superficie parcelada representa 82% del total del ejido, además existen 588 ejidatarios. (SEDATU, 2013). La mayor parte de los productores se ubican entre los 30 y 50 años. De acuerdo con el muestreo, 98% de los productores consultados sabe leer y escribir, no obstante solo 80% concluyó estudios de primaria o quedó trunca, en tanto que 15% posee estudios de secundaria y 4% tiene estudios medio superior o superior truncos o terminados. En tanto 1% no ha asistido a la escuela. (Ramírez-Morales, 2013).

ETAPA 2. REUNIÓN DE INFORMACIÓN CON EL NÚCLEO AGRARIO

ASAMBLEA EJIDAL

La planeación de la asamblea ejidal, se logró gracias al apoyo de la Delegación de la Procuraduría Agraria del estado de Durango, a través del Departamento de Desarrollo Agrario. En esta reunión informativa se presentaron las bases del *Cuarto Certamen Nacional Universitarios por el Desarrollo Agrario 2013*, así como las actividades a desarrollar. En esta asamblea se aceptó por unanimidad la realización del proyecto de inversión, también se acordó la realización de una investigación en el sector agropecuario.

INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Debido al gran interés de los productores por esta iniciativa, ellos mostraron cooperación en el desarrollo de la investigación de campo. La información recopilada se centró en la actividad de mayor importancia que es el cultivo del frijol. La captura de información fue mediante entrevistas, observación en campo y revisión documental. Se encuestó formalmente a 50 productores, aunque se obtuvo información de más de 200 de ellos a través de la conversación informal. Se realizó un muestreo de 100 parcelas agrícolas recogiendo datos técnicos tales como: tipo de cultivo, densidad de siembra, variedad, tipo de suelo, etcétera. También se visitó los agostaderos con el fin de conocer las actividades pecuarias así como las características de su manejo (Apartado II del documento).

ETAPA 3. REUNIONES DE PLANEACIÓN PARTICIPATIVA

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO

La principal actividad económica en el ejido es la agricultura de temporal, seguido de ella es la ganadería (principalmente bovinos), esta actividad representa un complemento a la agricultura y un sustento económico en tiempos de sequía. En la agricultura el cultivo del frijol tiene 90% de la preferencia por parte de los productores, este monocultivo mantiene la preferencia de

los productores debido a precios relativamente estables, el mercado seguro, la costumbre y el arte de la técnica. De acuerdo con el rendimiento reportado por la SAGARPA (2001) para la variedad pinto saltillo es de 1,500 kg ha⁻¹, comparando con el rendimiento del ejido se concluye que la producción de frijol en temporal se puede mejorar más de 75% de los productores. Pero de acuerdo con la media nacional de 0.6 ton/ha SAGARPA (2010), podemos afirmar que la mayor parte de los productores están en la media nacional, 15% se encuentra por abajo y 25% de los productores la supera. El costo total de la producción de frijol en el ejido Ignacio Ramírez es de \$ 5,349 ha⁻¹, en los cuales la fertilización acapara aproximadamente 20%. Este valor puede ser muy variado ya que el productor no fija una formulación establecida, sino que lo compra según sea el capital disponible al momento de la siembra. Un análisis de suelo definiría las formulaciones adecuadas (Ramírez-Morales, 2013).

Muchos de los productores optan por no agregar fertilizantes, lamentablemente su rendimiento disminuye. Existe la iniciativa de usar biofertilizantes (compostas) para poder ahorrar los costos de fertilizante químico, aunque no se ha podido concretar debido a cuestiones prácticas en el proceso de producción y la falta de capacitación hacia los productores, por lo cual es necesario gestionar talleres de agricultura orgánica.

ANÁLISIS DE RECURSOS DISPONIBLES

Recursos humanos

La población es experta en cuanto a agricultura y ganadería se refiere, considerando sus conocimientos prácticos y empíricos. Se cuenta con índice de alfabetización al 98%. Existen dos instituciones de nivel superior en el municipio (Instituto Tecnológico Superior de la Región de Los Llanos y Universidad España), con lo cual se contará con mano de obra capacitada.

Recursos naturales

Los principales recursos naturales del ejido son el suelo, el agua y los yacimientos minerales. El territorio abarca una llanura donde 82% representa zonas parceladas, la superficie de uso común es de 14.4%, ahí se localiza un

bordo de almacenamiento y agostadero destinado a la ganadería. Al ejido lo cruza un arroyo conocido como “Las Catalinas” este mueve grandes caudales en la temporada de lluvias. La población se abastece de agua potable por medio de pozos profundos, actualmente tienen cuatro pozos en funcionamiento, dos abastecen al consumo del ejido y los otros a comunidades cercanas.

Recursos materiales

A través de la asamblea ejidal, se asignó 0.5 ha para el establecimiento de la planta de compostaje y biofertilizantes. La mayoría de los materiales necesarios para la construcción y funcionamiento de la agroindustria se encuentran en la región, aunque algunos insumos y maquinaria sea necesario traerlos de otras zonas del país. Las vías de comunicación están en buenas condiciones.

Recursos financieros

La única fuente de financiamiento con la que se cuenta hasta el momento es la de los propios ejidatarios, debido a la naturaleza del proyecto (microagroindustria), que consiste en reutilizar los residuos agropecuarios, no se prevé una fuerte inversión. También se tiene la intención de poder inscribir el proyecto en programas de gobierno.

ANÁLISIS PARTICIPATIVO

Diagrama 1. Propuestas para el proyecto

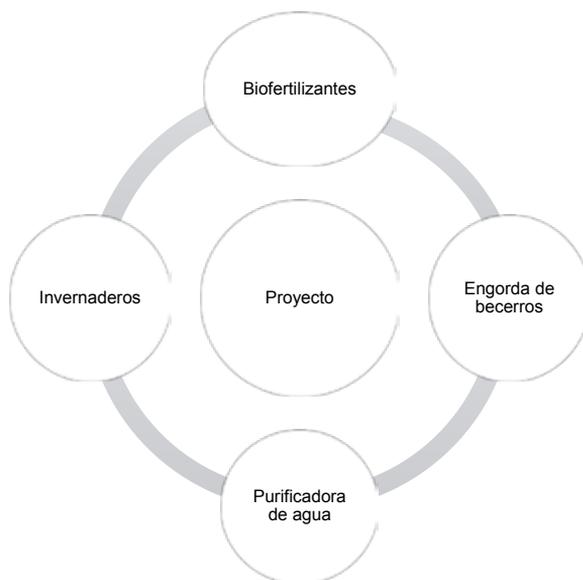


Imagen 1. Planeación participativa.

Durante la reunión participativa se plantearon distintas sugerencias, las cuales se muestran en el diagrama 1, en dicha asamblea se les dio a conocer los resultados de la investigación de campo. Las distintas opiniones y puntos de vista fueron tomados en cuenta, las discusiones de los participantes enriquecieron las ideas. El proyecto seleccionado por la mayoría fue el de una planta compostadora de residuos agropecuarios, así como la producción de otros biofertilizantes. Los argumentos por el cual el proyecto fue seleccionado son:

- Reducción de costos de producción en el cultivo de frijol;
- Beneficio directo a los 588 ejidatarios;
- Mejorador de la fertilidad natural del suelo;
- Costo del proyecto relativamente bajo, y
- Proyecto impulsor de otras actividades en la región y beneficio indirecto de otras actividades. Por ejemplo, beneficio a ganaderos (valor agregado al estiércol) e impulsor de la agricultura orgánica.

PROYECTO SELECCIONADO

El nombre oficial del proyecto es *Igra Biofertilizantes*. El término *Igra* corresponde a la abreviatura del núcleo agrario Ignacio Ramírez; *Biofertilizantes* se refiere a su actividad principal que engloba la producción de composta, humus de lombriz, vermicomposta y otros insumos como bacterias y hongos benéficos.

Misión

“Contribuir al progreso de la agricultura buscando el equilibrio con el medio ambiente”

Visión

“Consolidar a la agricultura orgánica como una alternativa viable en el proceso de producción agrícola”

CURSOS DE CAPACITACIÓN

Los cursos de capacitación brindan tres rasgos de suma importancia en el desarrollo del proyecto, los cuales son: 1) Motivación a los agricultores; 2) Conocimiento, y 3) Personalidad crítica. Se planea desarrollar temas en relación con la conservación de suelos, reconversión productiva, innovaciones tecnológicas en frijol, agricultura orgánica y compostaje.

COOPERACIÓN EJIDAL

Se acordó la participación de todos los ejidatarios en el desarrollo del proyecto, esto va a representar dificultad en su organización. Con los resultados del proyecto y los cursos se espera la motivación de los ejidatarios para involucrarse en el desarrollo del proyecto. Hasta el momento no se cuenta con la sociedad legalmente establecida.

ANÁLISIS FODA

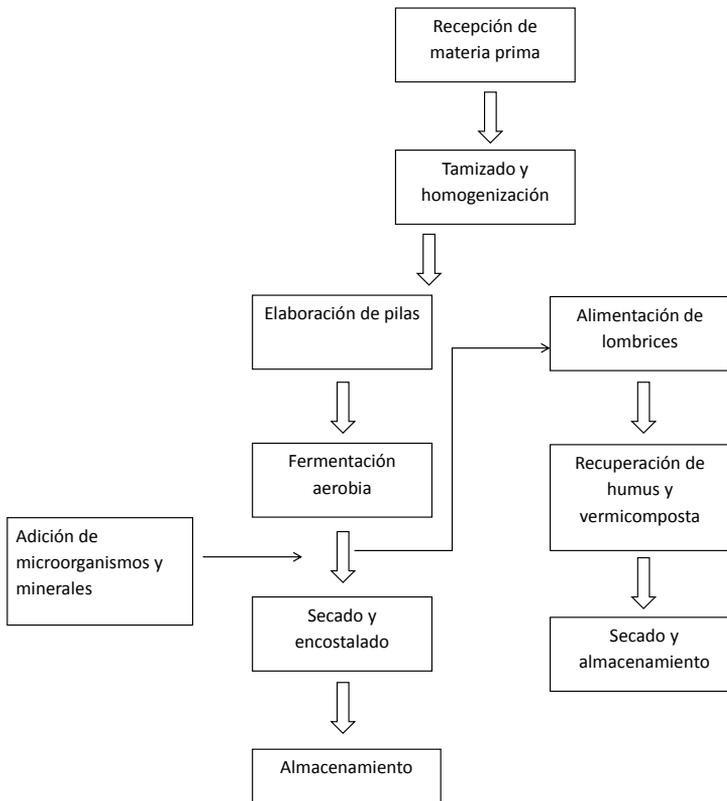
Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
1. Actitud positiva y apoyo por parte de los ejidatarios; 2. Servicios de agua potable, luz, electricidad e internet disponibles; 3. Espacio suficiente para la operación de la agroindustria; 4. Requiere inversión relativamente baja, y 5. Cursos de capacitación de productores en tecnologías de compostaje y el uso de biofertilizantes en el ejido.	1. Única agroindustria productora de biofertilizantes en la región; 2. Mercado regional amplio; 3. Vinculación con instituciones de educación superior de la región; 4. Acceso a apoyos del gobierno; 5. Excelentes vías de comunicación; 6. Reducción de costos en relación con la fertilización química; 7. Genera valor agregado a residuos agropecuarios; 8. Generación de empleo, y 9. La composta mejora la fertilidad natural del suelo.	1. Falta de capacitación técnica y operativa de los ejidatarios; 2. Poca cultura para conformar sociedades en el ejido; 3. La planta no producirá todo el año; 4. Desconfianza por parte de los agricultores al uso de nuevos productos; 5. No se cuenta con los implementos agrícolas necesarios para su aplicación; 6. Bajo nivel de gestión empresarial, y 7. Materia prima insuficiente en el ejido para satisfacer la capacidad de la planta.	1. Competencia por parte de las empresas de Torreón, Coah.; 2. Sequías recurrentes en la región; 3. Falta de promoción y prestigio; 4. Climas extremos dificultan el proceso fermentativo; 5. Rechazo de los productos por parte de los agricultores, y 6. Problemas con la población por la liberación de olores desagradables.

ETAPA 4. DISEÑO Y ELABORACIÓN DEL INSUMO PARA PROMOVER EL PROYECTO CON INVERSIONISTAS

DESCRIPCIÓN GENERAL

La planta contará con tres principales productos que es la composta, la vermicomposta y el humus de lombriz, a los dos primeros se les adicionarán algunos minerales y microorganismos benéficos, los cuales serán cultivados dentro de la planta a través de cepas seleccionadas comercialmente. A continuación, en el diagrama 2, se muestra el flujo general de los procesos para la obtención de los productos.

Diagrama 2. Bloques de elaboración de composta y vermicomposta



LOCALIZACIÓN DE LA AGROINDUSTRIA

La planta se localizará en las tierras de uso común del ejido, su ubicación exacta aún no se ha concretado, pero se sugirió que estuviera a las orillas del asentamiento humano para poder acceder a los servicios de agua, luz, drenaje, telefonía y vías de comunicación. Esta petición fue aceptada por los ejidatarios en la asamblea. Como ya se indicó, el terreno asignado fue de 0.5 ha el cual es suficiente para la construcción de la planta. A continuación se muestran algunas ventajas y desventajas de la planta de biofertilizantes respecto a su localización.

Tabla 1. Ventajas y desventajas de la localización

Ventajas	Desventajas
Cuenta con servicios públicos	Clima extremoso
Buenas vías de comunicación	Aún no se ha definido el lugar exacto
El mercado de consumo es cercano	Se localiza fuera de la cabecera municipal
Donación del terreno	Los proveedores de insumos agrícolas no están cerca

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

Con base en el estudio se determinó una producción de 100 toneladas anuales de estiércol (bovino, caprino y porcino principalmente) dentro del ejido. Pero analizando el espacio disponible de 0.5 ha, solo se pueden establecer alrededor de 500 toneladas por lote y se puede completar hasta cuatro lotes por año. Aunque un factor limitante sería la disposición de materia prima en la región ya que aproximadamente seis meses del año (agosto-enero) el ganado se encuentra en agostadero y, por lo tanto, no hay acumulación de estiércol. Por lo anterior, se planea iniciar con una capacidad de producción anual de 500 toneladas de biofertilizante (composta y vermicomposta principalmente). Para esta capacidad, es fácil conseguir el estiércol en zonas cercanas al ejido. Posteriormente, con la aceptación de los productos, se puede crecer al 100% de capacidad de la planta, el cual se calcula entre 2,000 y 3,000 toneladas anuales.

TECNOLOGÍA Y PROCESOS DE PRODUCCIÓN

El desarrollo de la técnica del compostaje a gran escala tiene su origen en la India, con las experiencias llevadas a cabo por el inglés Albert Howard, quien de 1905 a 1947 desarrolló un método de compostaje llamado indore, basado en la mezcla de desechos vegetales y excrementos animales con humedecimiento periódico. La metodología que se seguirá para este proyecto, compila distintas técnicas y se ajusta a los desechos y requerimientos propios del ejido. A continuación se detalla la descripción de los procesos del diagrama 2.

RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Se iniciará a partir del mes de febrero adquiriéndola en zonas aledañas al ejido y se observará la naturaleza del sustrato, según sea agrícola o ganadero. La importancia de su origen está en relación directa con las peculiaridades, además de las características físicas y químicas. Se evaluarán algunos parámetros de calidad como son:

- Revisión de presencia de materiales no biodegradables como vidrios, metales, alambre, plásticos, caucho, fibras sintéticas, etcétera;
- El contenido de humedad es importante ya que al inicio del proceso de compostaje es necesario mantener la humedad de 35–60%;
- La relación carbono nitrógeno (C/N), ya que una relación alta significa que el proceso de descomposición va a ser lento y se requiere de nitrógeno adicional para acelerar el proceso de descomposición. Debido a la necesidad de pruebas de laboratorio, se pueden utilizar datos tabulados y de acuerdo con el balance de masa se mezclarán los componentes para obtener una relación (C/N) de 26-35;
- El pH, los microorganismos descomponedores de materia orgánica y las lombrices prefieren pH cercano al neutro. Aunque valores de 5-8 son aceptados, y
- El tamaño de partícula, el ideal es de 1-5 cm. A menor tamaño, mayor facilidad para el ataque microbiano, y mayor velocidad de transformación.

Todo el control se puede llevar por medio de bitácoras y fichas. Los equipos necesarios para poder llevar a cabo estas pruebas de calidad son: báscula (0-500 kg) y potenciómetro. Nótese que no se incluyó equipo para la medición de humedad. Este parámetro es de suma importancia para el buen desarrollo del compostaje, pero no es necesario llevarlo con rigurosidad, basta con una inspección física.

TAMIZADO Y HOMOGENEIZACIÓN

El tamizado tiene como principal objetivo eliminar materia extraña ajena al estiércol y uniformizar el tamaño de partícula, aunque debido a la naturaleza agropecuaria de los residuos pudiera no ser indispensable esta operación. Las partículas de mayor tamaño se tendrán que moler de forma manual. Posteriormente se homogeniza para establecer una relación adecuada de C/N mediante un balance de masa. El equipo necesario es una criba mecánica de 2.54 cm espacio entre mallas con capacidad de 2 ton h⁻¹. La homogeneización se realizará manualmente o con el uso de escrepa o palas de tractor.

EL VERMICOMPOSTAJE

La vermicomposta puede definirse como la cría masiva, sistemática y controlada de lombrices composteadoras; es una técnica que involucra varios procesos biológicos que aceleran la transformación y mineralización de un residuo orgánico en descomposición, y lo convierte en abono para las plantas. La acción de lombrices no es aislada, sino que se realiza en múltiples vías junto con los microorganismos degradadores aeróbicos a los cuales favorece y multiplica. El abono de las lombrices no es sino un conjunto de las excretas o heces fecales de la lombrices; tiene la misma apariencia y olor de la tierra negra y fresca. Durante el proceso no se generan desperdicios, malos olores o atracción de organismos indeseables, además no requiere de equipos costosos, conocimientos profundos o controles estrictos.

El vermicompostaje produce una gran reducción en las poblaciones de microorganismos patógenos. El vermicomposta es un material fino con las estructura óptima, porosidad, ventilación, drenaje y capacidad de retención de humedad. El vermicomposta tiene un balance mineral apropiado, mejora la

disponibilidad del alimento para las plantas y puede actuar como un complejo fertilizador en gránulos, también ofrece una gran reducción en el volumen de residuos.

Con la aplicación de los procesos de vermicompostaje y compostaje para la gestión de residuos se busca obtener productos con valor comercial. Es de importancia extrema aplicar uno de estos dos procesos a fin de estabilizar los residuos orgánicos para minimizar los problemas ambientales y obtener beneficios en el campo. El humus de lombriz, es el producto que resulta de la transformación de la materia orgánica por medio de la “Lombriz roja de California”, para el cual se cultivan industrialmente estos anélidos (se trabaja con densidades de población de 50,000 individuos/m² con lo que se transforman grandes cantidades de materia orgánica en un relativo tiempo corto. El humus ejerce una acción favorable sobre la estructura del suelo, lo cual permite una buena circulación de agua, aire y de las raíces. Se obtiene un aumento de la permeabilidad, mayor capacidad de retención de agua y menor cohesión del suelo. Una tierra provista de humus es más esponjosa, más aireada, menos pesada y menos sensible a la sequía. Además aumenta la capacidad de cambio de iones. El humus es una fuente y reserva de alimentos para la planta. Mantiene el fósforo en estado asimilable para las plantas.

PRODUCCIÓN DE VERMICOMPOSTA Y HUMUS DE LOMBRIZ

Respecto al proyecto, la lombriz se cultivará en piletas, estas cubrirán un área total de 100 m² (10 piletas de 1x0.75x10 m), en la que se realizará en primera instancia un escalamiento para reproducir la lombriz y evitar comprar cantidades innecesarias. La expansión partiendo de un lecho de 2 m² (100,000 lombrices) y con base en su tiempo de generación –cada tres meses– se obtiene un tiempo aproximado de 15 meses con el cual será posible cubrir los 100 m². Y a partir de la fecha es posible comercializar la lombriz o ampliar el área de vermicompostaje.

Se espera tener una producción de 15-20 kg m⁻² mes⁻¹ de vermicomposta, por lo cual al estar operando los 100 m², se obtendrán alrededor de dos toneladas de vermicomposta al mes. Otro producto es el humus de lombriz el cual se

estima tener rendimientos de 20,000 litros anuales. Los cálculos anteriores se basaron en rendimientos reportados (Ruíz-Figueroa, 2009).

Actividades operativas en el vermicompostaje

- I. La unidad de medida es un lecho de 2 m². Si la explotación de la lombricultura es óptima, referida al manejo de las lombrices, alimentación de las mismas, humedad, etcétera, el lecho de 2 m² puede soportar 50,000 lombrices m⁻² entre adultas, jóvenes y huevos;
- II. Para la adecuación de las pilas, es necesario separar las lombrices del suelo, es decir, preparar los lechos con materiales que permitan el drenaje. Por lo cual las piletas para alojar a los lechos de lombrices serán construidos con ladrillo y recubiertos de cemento, para permitir un buen drenaje y recuperación del humus;
- III. Debido al clima extremoso que se presenta en el ejido, las lombrices se regarán diariamente para mantener la humedad adecuada. Las lombrices sin humedad podrían llegar a morir;
- IV. En cuanto a la alimentación, una vez al mes se aplicará por encima una capa de estiércol de 10 cm de grosor. Los requerimientos mensuales de estiércol composteado para la alimentación son de aproximadamente cinco toneladas;
- V. La recogida del humus, se recomienda sacarlo cada vez que el depósito de la pileta se llene, posteriormente se llevará a depósitos hasta su posterior utilización. El vermicomposta se recupera cada mes por medio de palas, se dejará secar a la intemperie hasta una humedad cercana a 30%, y
- VI. La lombriz roja de california se multiplica en cantidad cada tres meses, pero si no cuentan con alimentación y espacio disponible, su crecimiento puede desmerecer. Se estima que en 15 meses ya se pueda contar con lombriz para la venta.

Es importante monitorear ciertos parámetros durante el proceso. La humedad debe estar entre 70–80%, para facilitar la ingestión de alimento y des-

lizamiento de las lombrices a través del material. También se debe prevenir encharcamiento ya que ocasionaría una oxigenación deficiente. El rango óptimo de temperatura para el crecimiento de las lombrices es de 12-25°C y de acuerdo con la media anual del ejido de 22°C, se adecúa a una temperatura ideal. La lombriz acepta sustratos con pH de 5 a 8.4. Fuera de esta escala, la lombriz entra en una etapa de latencia. Con pH ácido en el sustrato puede desarrollarse una plaga conocida como planaria.

Proceso del compostaje

El compostaje es un proceso biológico aerobio que bajo condiciones de aireación, humedad y temperaturas controladas, y combinando fases mesófilas (temperatura y humedad media) y termófilas (temperatura superior a 45°C), transforma los residuos orgánicos degradables, es un producto estable e higienizado, aplicable como abono y sustrato. Es decir, el compostaje es una técnica de estabilización y tratamiento de los residuos orgánicos biodegradables. El calor generado durante la fase termófila destruye bacterias patógenas, huevos de parásitos y muchas semillas de malas hierbas, que pueden encontrarse en el material de partida, dando lugar a un producto higienizado.

Los terrenos del ejido son firmes y soportan el tránsito de vehículos en las condiciones climatológicas propias de la región. Por lo tanto, es un lugar óptimo para el establecimiento de la planta de biofertilizantes. La orientación de las pilas de composta será de Este a Oeste con el fin de repechar los fuertes vientos de los meses de febrero y marzo. La localización a las afueras del ejido evita ocasionar factores molestos tales como malos olores y ruidos de la maquinaria. Además de acceso a servicios públicos como luz, drenaje, telefonía de línea e internet.

En el proceso del compostaje el principio básico más importante es el hecho que se trata de un proceso biológico llevado a cabo por microorganismos, y por tanto, tiene todas las ventajas y limitaciones de este tipo de procesos. Según esto, los factores que afectan a los microorganismos son los que requieren de mayor control a lo largo del proceso. Entre los factores están los siguientes: la aireación, el contenido en humedad, temperatura, pH, los factores nutricionales y la relación C/N.

Temperatura

Durante el proceso de compostaje, la temperatura varía dependiendo de la actividad metabólica de los microorganismos. De acuerdo a este parámetro, el proceso de compostaje se puede dividir en cuatro etapas: mesófila, termófila, enfriamiento y maduración.

- Fase mesófila 1: en esta etapa la temperatura de la pila sube rápidamente hasta 40°C. Se consumen los azúcares y las proteínas;
- Fase termófila: predominan los hongos termófilos y actinomicetos. Sube la temperatura más de 60°C, las bacterias que forman esporas prevalecen y los hongos mueren. Se consume la hemicelulosa y celulosa. El pH de la pila sube entre 8 y 9. Se liberan iones de K, MG y Ca;
- Fase mesófila 2: la temperatura desciende a 40°C y los microorganismos mesófilos se reactivan. Las bacterias y los hongos consumen la lignina. Aparecen otros microorganismos e invertebrados, y
- Fase de maduración: la temperatura desciende de 20-25°C. Disminuyen las poblaciones de microorganismos. El pH final se ubica entre 7 y 8.

Debe de controlarse la temperatura debido a que, por una parte, las temperaturas bajas suponen una lenta transformación de los residuos, prolongándose los tiempos de retención y, sin embargo, las temperaturas elevadas determinan la destrucción de la mayoría de los microorganismos, fenómeno que solo debe permitirse al final del compostaje, para asegurar la eliminación de los patógenos.

Aireación

Es un factor importante en el proceso de compostaje y, por tanto, un parámetro a controlar. El proceso de compostaje es un proceso aerobio, por lo que se necesita de la presencia de oxígeno para el desarrollo adecuado de los microorganismos. La aireación tiene un doble objetivo, aportar por una parte el oxígeno suficiente a los microorganismos y permitir al máximo la evacuación del dióxido de carbono producido, La aireación debe mantenerse en niveles adecuados teniendo en cuenta que las necesidades de oxígeno varían a lo lar-

go del proceso, siendo bajas en la fase mesófila, alcanzando el máximo en la fase termófila y disminuyendo al final del proceso. La aireación no debe ser excesiva, puesto que puede producir variaciones en la temperatura y contenido de humedad. Por otra parte, el exceso de ventilación aumenta considerablemente los gastos de producción.

Humedad

La humedad es un factor muy relacionado con la aireación. La humedad óptima se puede situar alrededor de 55% aunque varía dependiendo del estado físico y tamaño de las partículas, así como del sistema empleado para realizar el compostaje. Si la humedad disminuye demasiado, decrece la actividad microbiana y el producto obtenido será biológicamente inestable. Si la humedad es demasiado alta, el agua saturará los poros e interferirá la distribución del aire a través de la composta.

Metodología para elaboración de composta

- I. Una vez homogeneizados los residuos agropecuarios en las etapas anteriores, se forman pilas en forma de trapecio, con una base de 2 m, altura de 1.5, y largo de 30 m. Con estas dimensiones se obtiene un gasto de alrededor de 40 toneladas de residuos por pilas. Se proyectan 10 pilas. Para obtener un total de 400 toneladas por lote en tres meses;
- II. En caso de poseer pH muy ácidos, se puede espolvorear sobre el estiércol una ligera pero uniforme capa de cal (cenizas, cáscara de huevo, etcétera) esto es con la finalidad de corregir la acidez del medio;
- III. Humedecer ligeramente para favorecer la distribución del estiércol y ajustar a 55% de humedad, agregando agua en las distintas capas, conforme se vaya elaborando la pila.
- IV. Una vez formada la pila de composta se debe monitorear diario la temperatura y, al presentar temperaturas cercanas de 65-75°C, se voltea cada tercer día hasta que la temperatura descienda a 20-

25°C. El volteo se realizará por medio de la compostadora mecánica, fabricada por COMPOSTAMEX. Este implemento agrícola es capaz de voltear las 300 m³ hr⁻¹ y disminuir la temperatura en un tiempo de ocho horas.

Control de humedad en la composta

Cada vez que se remueva se debe checar el contenido de humedad, el cual debe estar entre 50-60%. Para monitorear la humedad se propone la prueba del puño –evaluación práctica– que nos permite *grosso modo* determinar la cantidad de agua de la composta. Los pasos para realizar la prueba de puño son:

1. Tome con la mano una muestra;
2. Cierre la mano y apriete la misma;
3. Si el material forma una masa contiene más del 40% de humedad, si el material no gotea el contenido de humedad está entre 20-30%, y
4. Si abre el puño y el material disgrega, asumimos que el material contiene una humedad inferior a 20%.

Monitoreo y control de la temperatura

Con ayuda de un termómetro para composta se toma la temperatura en el núcleo del camellón en dos puntos equidistantes y se toma el valor promedio aritmético entre los dos puntos. Es conveniente realizar más de una lectura por metro lineal de camellón y promediar los resultados

Rendimiento del compostaje

En el compostaje la técnica óptima de aprovechamiento de los residuos orgánicos, actuando sobre su revalorización y las pérdidas del proceso se sitúan próximas a 50%, tanto en peso como en volumen. Con lo anterior se puede predecir un rendimiento de 200 toneladas de composta por lote cada tres meses.

Maduración

La fase activa requiere por lo menos un mes durante el cual el periodo termina, el humus desarrolla las características deseadas para sus posteriores aplicaciones. La maduración se llevará a cabo en el mismo lugar. Dado que las pilas en maduración están sufriendo una ligera descomposición, es necesario mantener las condiciones aerobias. Se puede incluir un volteo solo una vez en el mes de maduración. En el curso de la maduración las sustancias húmicas evolucionan, no solo cuantitativa sino también cualitativamente, con predominio de compuestos de elevado peso molecular (ácidos húmicos), sobre aquellos de peso más bajo (ácidos fúlvicos).

La composta está madura cuando no presenta efecto depresivo sobre los vegetales y no puede ser reinfestado por bacterias patógenas. El producto obtenido debe contener un máximo de sustancias nutritivas. Algunos índices de madurez son los siguientes:

1. Olor: los olores anómalos iniciales desaparecen con la madurez del producto, siendo el de una composta madura semejante al de un suelo en un bosque;
2. Temperatura estable: se puede considerar una composta madura cuando después de las distintas fases de aumento y disminución de la temperatura, se estabiliza con la del medio ambiente, no variando con el volteo;
3. Color: la composta se oscurece con la madurez llegando a un color marrón oscuro o negro, dependiendo de los materiales de partida, y
4. Peso específico: se incrementa su valor con el proceso de compostaje.

Acondicionamiento de la composta

En general, un simple cribado permite fabricar dos categorías de abono: uno fino para cultivos de legumbres y especiales, y otro más grueso para los grandes cultivos, así como para la fruticultura. Esta preparación del abono antes de la venta es una fase particularmente importante, que debe adaptarse a las necesidades del mercado.

Adición de minerales y microorganismos benéficos

La composta no es un fertilizante rico en sustancias minerales. Por tanto, en algunos casos, será conveniente añadir elementos que puedan incrementar su contenido en nitrógeno, fósforo y potasio. Para lo cual se planea agregar dosis de harina de rocas (basaltos, granitos, serpentinitos, xistos, carbonatitos, marmolinas, carbonatos, zeolitas, silicatos o hasta ceniza) o roca fosfórica (apatitas). Los microorganismos benéficos se agregarán en forma líquida al final de la maduración de la composta. Estos microorganismos serán cepas comerciales y para la adición a la composta se reproducirán en cinco reactores de 1,000 litros cada uno.

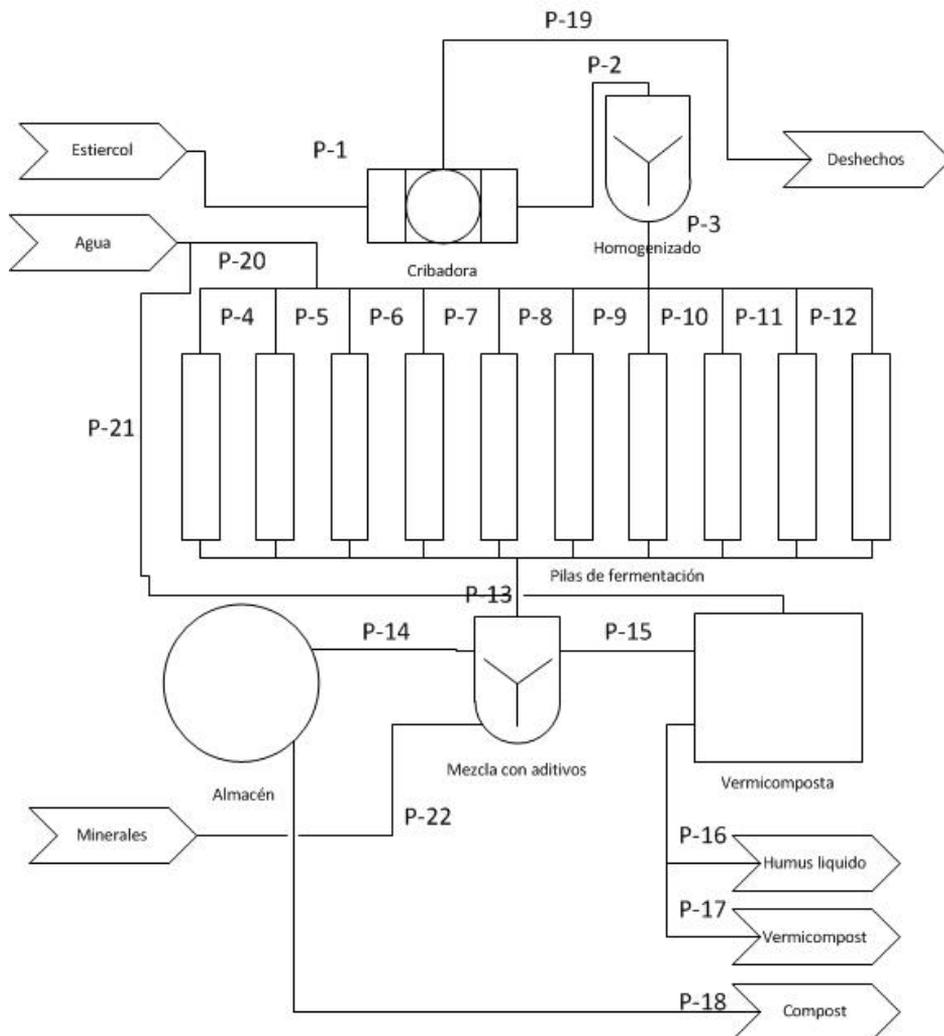
Ensacado y almacenamiento

En última instancia se encostalará la composta después de haber llegado a una humedad menor a 30%, con secado a la intemperie. Se almacenará en un lugar fresco y seco hasta su venta. La capacidad de almacenamiento del producto terminado se estima en 600 toneladas, en costales. Esta capacidad es suficiente para la producción de la planta en los seis meses de trabajo.¹

¹ Todos los procedimientos anteriores fueron tomado de Ruíz-Figueroa, 2009; INIFAP, 2012; Restrepo, 2007, con modificación propia para la adecuación a las características de la planta.

OPERACIÓN DE LA UNIDAD AGROINDUSTRIAL

Diagrama 3. Diagrama de flujo del proceso de biofertilizantes



	Estiércol (Ton/día)	Composta (Kg/día)	Vermicomposta (Kg/día)	Humus (L/día)	Aditivos (Kg/día)	Agua (L/día)	Deshechos (Kg/día)
P-1	16.5						
P-2	16.0						
P-3	16.0						
P-4	1.6						
P-5	1.6						
P-6	1.6						
P-7	1.6						
P-8	1.6						
P-9	1.6						
P-10	1.6						
P-11	1.6						
P-12	1.6						
P-13		8000					
P-14		7840					
P-15		160					
P-16				55			
P-17			70				
P-18		7800					
P-19							500
P-20						4000	
P-21						1000	
P-22					80		

ACTIVIDADES OPERATIVAS Y DE INGENIERÍA

Podemos notar en el diagrama 3, que cada mes se procesarán aproximadamente 500 toneladas de estiércol, de las cuales obtenemos alrededor de 234 toneladas mensuales de composta. Asimismo se obtendrán alrededor de cuatro toneladas de humus de lombriz y vermicomposta, con lo cual se obtienen 238 toneladas de biofertilizantes por mes. Si bien el diagrama 3 nos muestra un ciclo de trabajo ideal, esta producción mensual se realizará en tres meses efectivos ya que en la recepción, acomodo y planificación de las pilas de composta no se pueden obtener estos rendimientos mensuales, pero con una buena logística y planeación de las actividades se logrará completar las 238 toneladas cada tres meses. Por lo tanto, para obtener el rendimiento

de capacidad de planta que se estimó en 500 toneladas de biofertilizante se necesitarán seis meses de trabajo continuo.

Las actividades se distribuyen a lo largo de seis meses. Dicha temporada corresponde con la época de secas (enero-mayo) y es cuando el ganado de la región es estabulado, con lo cual se asegura un buen abastecimiento de materia prima en la región. Otro aspecto por el cual se seleccionó esta temporada de trabajo es la temporalidad de los cultivos (frijol y maíz), en tanto la mayor parte de los agricultores adquieren los fertilizantes a partir del mes de marzo hasta julio, una vez pasado este tiempo, la venta de fertilizantes será casi nula.

El vermicompostaje funcionará todo el año, dado que su paro representa la muerte de las lombrices, su producción es relativamente baja en comparación con el compostaje, los productos serán focalizados a la venta para jardinería, frutales y siembras de hortalizas de traspatio.

El consumo de agua asciende a 5,000 litros por día, este valor puede variar en función de las condiciones de la materia prima y el clima. Como se puede notar no es un consumo alto, por lo tanto podrá ser cubierto por alguno de los pozos con los que cuenta el ejido. Los desechos que se obtengan serán separados para su venta (PET, aluminio, carteras), la materia extraña será enviada a la basura.

EQUIPOS, MAQUINARIA E INSUMOS

Equipos y maquinaria

En la selección de los equipos y maquinaria se consideró su consumo energético, la capacidad, el precio y la versatilidad en el desarrollo de las actividades. A continuación se muestra sus características, marcas y función que desarrollará en la planta.

Brava 2.5 (Compostamex)

Características	Descripción
Volteador de compostas para pilas de 2.5 m de ancho, capacidad de volteo de 300 m ³ /hora. Equipada con aguilón de riego, levante hidráulico y levante cardán con clutch. Requerimiento mínimo 70 hp.	La principal función de esta máquina es voltear las pilas de composta y llevar un buen control de la fermentación.

Remolque

Características	Descripción
3.0 toneladas de capacidad, 4 ruedas, tirón de bola.	Movimiento de materiales.

Cargador frontal Bison IPA0120

Características	Descripción
Para tractores de 75 a 120 hp. 3.50 m. Capacidad de 900 kg.	Homogenización y transporte de materiales.

Tractor New Holland 7610

Características	Descripción
Seminuevo, 90 hp, dirección hidráulica, cilindrada de 4,485 m ³ de combustible.	Cumplirá distintas funciones que son el volteo de las compostas, acomodo de pilas, homogenización y transporte de materiales.

Cribadora

Características	Descripción
Tiene un motor de 4.5 hp el cual mueve en movimientos de zaranda a los tamices (2.54 cm y 0.3 cm de abertura). La capacidad es de 2 ton/hora.	Tamizado de la materia prima y separación de desechos.

Vehículo

Características	Descripción
Seminuevo (Tsuru 2000, V4 Nissan)	Transporte, promoción y ventas

Equipos	Descripción
Termómetro digital	Monitoreo del proceso de fermentación
Potenciómetro	Monitoreo del proceso de fermentación
Báscula (0-500 kg)	Recepción de la materia prima
Pipa de 3,000 litros	Riego de pilas
Bomba de agua de 1hp	Abastecimiento de agua a depósitos
Motobomba 4.5 hp	Riego de pilas de composta
Tanque cisterna 20,000 litros	Almacén de agua
Tanque 1,000 litros	Almacén de humus
Pala manual de punta cuadrada	Herramienta de los obreros (mezclado)

Insumos directos e indirectos

- Agua;
- Luz (energía);
- Materia prima;
- Harina de rocas;
- Microorganismos benéficos;
- Combustibles y grasas;
- Costalera, y
- Material de oficina.

Algunos equipos, maquinaria e insumos son sugeridos por Padrón (2000), la otra parte se determinó con información de empresas como COMPOSTA-MEX, INAGRIND y GAIA, por último, otros con las características propias de diseño de la planta. Los materiales de monitoreo fueron cotizados en la marca *Hanna instrument*. Los demás requerimientos fueron cotizados en comercios de la región.

DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS DE LA PLANTA Y OBRA CIVIL

La distribución de las áreas se planeó con las necesidades de producción, de igual manera el área de almacenes supera la capacidad de la planta actual, por lo que es capaz de aumentar de producción en proyecciones a futuro. Las instalaciones son muy sencillas ya que solo se contará con una nave, construida en acero y láminas con paredes intermedias de block. El contorno de toda la planta se cubrirá con postes de cemento y alambre de púas. Las pilas para la vermicomposta serán construidas con base en ladrillo y cemento. El área bajo sombra solo representará 5% del total del terreno. A las cisternas se les construirá un banco de nivel a base de cemento y acero. Los terrenos para la construcción se localizan en suelos firmes, profundos y bien drenados. Los pisos de concreto solo cubrirán el área de baños, oficinas, recepción de materia prima, bodegas y almacenes.

La instalación eléctrica es muy sencilla, ya que solo cubre alrededor de 20 focos fluorescentes localizados en almacenes y oficina, dos focos de campo abierto que se encargarán de iluminar la zona de maniobras y de fermentación. El servicio de luz contratado será de tres hilos por necesidades futuras de crecimiento de la planta.

PROGRAMA DE INVERSIÓN

La utilidad de realizar la programación de las actividades previas a la puesta en marcha, agiliza los trámites necesarios para la instalación de la planta. En primer término es necesario definir exactamente el lugar de la construcción y establecer los trámites de constitución y organización. Posterior a ello, se iniciaría con la construcción de la obra civil. Después es necesario adquirir maquinaria y equipo, así como los insumos necesarios para la operación de la planta. Respecto al movimiento de insumos y maquinaria, es de suma importancia obtener fletes seguros. El siguiente punto son los gastos de instalación. La contratación de personal, la compra de la materia prima y, por último, la puesta en marcha de la planta de biofertilizantes.

COSTO TOTAL DE LA UNIDAD AGROINDUSTRIAL

Análisis financiero

El análisis de las finanzas en los proyectos de inversión, es realizado para seleccionar las mejores alternativas para invertir los recursos de que dispone una empresa, una persona o un país. En la evaluación de proyectos de inversión se anticipa lo que va a ocurrir, una vez hecha la inversión. Por lo tanto, para la evaluación de los proyectos de inversión es necesario conocer la inversión inicial requerida, la vida útil estimada para el proyecto, los gastos de operación y el rendimiento mínimo aceptable por la empresa o inversionista.

ETAPA 5. PROMOCIÓN DEL PROYECTO CON INVERSIONISTAS

La promoción de este proyecto se realizó *in situ* con los ejidatarios, para su convencimiento, motivación e involucramiento se ha realizado:

- Investigación del sector agropecuario;
- Planeación de cursos de capacitación;
- Investigación del mercado, y
- Proyecto de inversión.

Este mismo proyecto forma parte del convencimiento, así como para reducir las fuentes de incertidumbre y mejorar la confianza de los ejidatarios para su participación en esta iniciativa. Dado que el conocimiento del mercado genera certidumbre entre los inversionistas a continuación se muestra el análisis.

ANÁLISIS DE MERCADO²

El estudio de mercado de un proyecto de inversión es uno de los análisis más importantes que debe realizarse ya que arroja datos para otras partes del diseño del proyecto. De acuerdo con los economistas, un mercado es el área geo-

² Estrictamente el estudio de mercado se realiza en primera instancia, antes de recurrir al dimensionamiento de la planta. Para el caso de este proyecto ocurrió de la misma forma, solo que para manejar congruencia de las ideas se presentó hasta la etapa 5 por tanto no se refiere al orden del evento.

gráfica en la que concurren oferentes y demandantes, que se interrelacionan para el intercambio de un bien o servicio.

El mercado objetivo de la planta de biofertilizantes es, en primera instancia, el propio ejido que abarca una superficie parcelada de 6,000 ha aproximadamente. Las dosis mínima utilizadas (Gómez, 2012) es de 500 kg de composta por ha, por lo tanto se necesitan por lo menos 3,000 toneladas (capacidad de la planta al 100%). Con base en la entrevistas se determinó que todos los productores están en descontento con los altos precios de los fertilizantes y se muestran abiertos a nuevas tecnologías, siempre y cuando se reduzcan los costos de producción. No obstante solo 16% de los ejidatarios consultados mostró interés hacia el uso de biofertilizantes (alrededor de 960 ha que corresponden a una necesidad de 480 toneladas de biofertilizantes en cada temporada agrícola), por lo que se optó por iniciar con una capacidad de planta de 500 toneladas de biofertilizante.

A manera de tendencia, se espera un crecimiento en el uso de biofertilizantes debido a los beneficios que este producto ofrece, la promoción, los cursos de capacitación y la costumbre de uso con el paso del tiempo. Se espera que en 10 años la planta opere al 100% de capacidad, y de ser necesario planear otra para poder abastecer a la región de los llanos del estado de Durango.

Las estrategias comerciales para poder cumplir los objetivos anteriores son:

- Fomentar la vinculación de instituciones de educación superior con el sector agropecuario;
- Mantener la calidad de los productos;
- Buscar certificaciones;
- Competir con calidad y no con precio;
- Promover la cultura ecológica y una agricultura sustentable;
- Promoción de productos, y
- Actualización y capacitación constante.

ETAPA 6. REUNIÓN DE ACERCAMIENTO ENTRE LOS INVERSIONISTAS Y EL NÚCLEO AGRARIO

Debido a que los mismos ejidatarios se interesaron en formar parte del proyecto como inversionistas, no fue necesaria la promoción con inversionistas del sector privado y/o público. Se planea la formación de una sociedad para inscribir el proyecto en programas del gobierno y acceder a los apoyos.

ORGANIZACIÓN

Se puede optar por una sociedad anónima, como figura legal, pero debido a los altos regímenes fiscales, los costos de producción se elevarían muy por encima de los permitidos. Por lo tanto, es recomendable una Sociedad de Producción Rural. La Ley Agraria en el título cuarto “De las sociedades rurales” establece en el artículo 111:

Los productores rurales podrán constituir sociedades de producción rural. Dichas sociedades tendrán personalidad jurídica, debiendo constituirse con un mínimo de dos socios. La razón social se formará libremente y al emplearse irá seguida de las palabras "Sociedad de Producción Rural" o de su abreviatura "SPR" así como del régimen de responsabilidad que hubiere adoptado, ya sea ilimitada, limitada o suplementada. Las de responsabilidad ilimitada son aquellas en que cada uno de sus socios responde por sí, de todas las obligaciones sociales de manera solidaria; las de responsabilidad limitada son aquellas en que los socios responden de las obligaciones hasta por el monto de sus aportaciones al capital social, y las de responsabilidad suplementada son aquellas en las que sus socios, además del pago de su aportación al capital social, responden de todas las obligaciones sociales subsidiariamente, hasta por una cantidad determinada en el pacto social y que será su suplemento, el cual en ningún caso será menor de dos tantos de su mencionada aportación. La constitución y administración de la sociedad se sujetará en lo conducente a lo establecido en los artículos 108 y 109 de esta ley. El acta constitutiva se inscribirá en el Registro Público de Crédito Rural o en el Público de Comercio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Relevancia social

La instalación de la planta de biofertilizantes será un elemento impulsor de las actividades agropecuarias, de la misma manera servirá de ejemplo para el fomento de emprendedores entre la población cercana. Los efectos directos serán los siguientes: disminución de los costos de producción en el proceso de producción agrícola; promover el equilibrio en el medio ambiente; valor agregado a residuos agropecuarios, y recuperación de los suelos.

Debido al porcentaje de rentabilidad de 45% es una fábrica viable, sin embargo, las ganancias no serán abundantes. De acuerdo con distintas investigaciones (Gómez, 2012 y Pajarito *et al.*, 2008), el efecto de uso de biofertilizantes no aumentará significativamente el rendimiento del frijol a corto plazo, pero si reducirá los costos considerablemente. Aunque se espera que a largo plazo el efecto del biofertilizantes pueda aumentar el rendimiento de grano. A manera de conclusión, la planta de Biofertilizantes IGRA, no solo comercializará sus productos sino que presentará las herramientas y establecerá las nuevas pautas del inicio de la agricultura de conservación y el fin de la “revolución verde” en la región.

Implicaciones prácticas

La principal cuestión práctica para poner en marcha el proyecto es la dificultad que existe entre los ejidatarios para poder formar asociaciones. Anteriormente se mencionó la planeación de cursos de capacitación con el objetivo de convencer al agricultor en el uso de esta tecnología. Asimismo fomentar la participación y la motivación por el presente proyecto.

Bibliografía

ALARCÓN, A. 2001. “Actualización de la taxonomía de los glomales”, TERRA Latinoamericana, 2001, página web: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc>. Fecha de consulta: septiembre de 2013.

- CUENCA, G., A. Caceres, G. Oirdobro, Z. Hasmy, C. Urdaneta. 2007. “Las micorrizas arbusculares como alternativa para una agricultura sustentable en áreas tropicales”, en *Revista Interciencia*.
- FAO. 2002. *Los fertilizantes y su uso*. FAO y Asociación Internacional de la Industria de los fertilizantes. Roma, pp. 10-12, página web ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuse_s.pdf. Fecha de consulta: septiembre de 2013.
- FRONTERA, M. G. 2004. “Biofertilización: aspectos productivos y consecuencias en el manejo y conservación de la fertilidad del suelo, en *Revista Producción*, septiembre-octubre (2004). Argentina, página web: <http://www.produccion.com.ar>. Fecha de consulta: septiembre de 2013.
- GARCÍA, G. M. T. 1997. “Uso de biofertilizantes en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en suelos arenosos”, página web: <http://www.monografias.com/trabajos55/biofertilizante-frijol-sueloarenoso/biofertilizante-frijol-suelo-arenoso.shtml>. Fecha de consulta: agosto de 2013.
- GÓMEZ-Méndez F. 2012. *Evaluación de dosis de composta en frijol de temporal*. Tesis profesional de licenciatura en Ingeniero Agrónomo especialista en Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Parasitología Agrícola. Texcoco, México.
- HERNÁNDEZ, M., M. Pereira y M. Tang. 1994. “Utilización de los microorganismos fertilizantes con cultivos tropicales”, en revista *Pastos y Forrajes*, vol. 17, núm. 3, 183-191 pp., página web: <http://revistas.mes.edu.cu:9900/EDUNIV/03-Revistas-Cientificas/Pastos-y-Forrajes/1994/3/09994301.pdf>. Fecha de consulta: julio de 2008.
- HERNÁNDEZ A., Hernández A., y Hernández A. 2005. *Formulación y evaluación de proyectos de inversión*, 5ª edición, edit. Thomson. México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2007. *Panorama agropecuario en Durango*. Censo agropecuario 2007.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *Censo de población y vivienda 2010*.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2000. *Tecnologías para aumentar la productividad del frijol en Du-*

rango. Publicación especial, núm. 12, 2ª edición. SAGAR-INIFAP-Bean Cowpea CRSP-Fundación Produce A. C. SAGDER.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2008. *Tecnología para la producción de frijol en el norte centro de México*. Libro técnico núm. 4.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2012. *Manual para la elaboración de abonos orgánicos a partir de técnicas como la composta y lombricomposta*. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro, Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco, folleto técnico núm. 2.

LEY AGRARIA, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 26 de febrero de 1992. Última reforma 09 de abril de 2012.

LOREDO, O. C., R. L. López y V. Espinosa. 2004. “Bacterias promotoras del crecimiento vegetal asociadas con gramíneas”, en *Revista TERRA Latinoamericana*, núm. 22, 225-239. pp., página web: www.chapingo.mx/terra/contenido/22/2/225.pdf. Fecha de consulta: septiembre de 2013.

PADRÓN, R. 2000. *Estudio de la factibilidad para el establecimiento de una fábrica de composta en el ex lago de Texcoco*. Tesis de licenciatura en Ingeniería Agroindustrial. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México.

PAJARITO, A., Castillo A. y Velasco H. 2008. *Evaluación de biofertilizantes en frijol bajo condiciones de temporal en Durango, Dgo.*, México. INIFAP-CIIDIR-Unidad Durango.

RAMÍREZ-Morales, D. (2013). *Caracterización del sector agropecuario en el ejido Ignacio Ramírez, Durango*. Investigación de campo.

RESTREPO, J. 2007. *El ABC de la agricultura orgánica y harina de rocas*, 1ª edición, edit. Printex. Managua, Nicaragua.

ROJAS, G. 1997. *Rentabilidad financiera de la producción de composta, vermicomposta y comparación de costos con el uso de estiércol y la fertilización convencional*. Tesis de licenciatura en Economía Agrícola. Departamento de Economía Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Mexico.

- REYES, C. P. 1985. *Fitogenotecnia de plantas autógamas. El frijol. Fitogenotecnia*. Editorial A. G. T. Editor. S.A. México D.F. 244-245 pp.
- RUEDA, P. E. O., P. Rangel P y. T. H Mario A. 2007. CAP. III *La agricultura orgánica y el uso de biofertilizantes. Usos y aprovechamiento de abonos orgánicos e inocuidad*. Editado por FAZUJE, ITT, URUZA, UAAAN, COCYTED. Pp. 45-59.
- RUÍZ-Funes, M. 2013. “Altibajos sectoriales. Cambios legales para fortalecer organización y rentabilidad”. *El financiero*, jueves 26 de septiembre de 2013.
- RUÍZ-Figueroa, F. 2009. *Ingeniería del compostaje*. 1ª edición. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2001. *Ficha técnica para el sistema producto frijol “pinto saltillo”*.
- SAGARPA-SIAP (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2007. <http://www.siap.gob.mx>.
- SAGARPA-SIAP, (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2010. <http://www.siap.gob.mx>. Información del sector alimentario, 2010.
- SEDATU. Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. Registro Agrario Nacional. Consulta en línea. www.ran.gob.mx. 20 de septiembre de 2013.
- SEMARNAT. (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2003. *Caracterización del sector primario en Durango*. Boletín informativo.



PROCURADURÍA
AGRARIA