

SERIE INCALLI IXCAHUICOPA

La Serie Incalli Ixcahuicopa es una colección de libros del Programa de Investigación Sierra Nevada de la Universidad Autónoma Metropolitana. Escogimos este nombre: Incalli Ixcahuicopa, porque es la traducción del lema de la UAM al náhuatl, idioma en el que mágicamente cobra un sentido más amplio y humano, y significa "Casa abierta al tiempo con rostro".

Su objetivo es promover una cultura de desarrollo sustentable en los habitantes de la Cuenca del Valle de México y de la región Sierra Nevada dando a conocer elementos de la cultura tradicional de esta comunidad así como investigaciones y proyectos en materia ambiental realizados por la UAM. En esta serie también se encontrarán avances de los trabajos realizados por el Programa de Investigación Sierra Nevada y propuestas dirigidas a autoridades y comunidad en general para la gestión y manejo integral de los recursos naturales.

La misión de este programa es convertir a la Sierra Nevada en una zona modelo de manejo de los recursos. Para nosotros la Sierra Nevada es "donde nace el futuro", por tanto, la Serie Incalli Ixcahuicopa es semilla que esperamos caiga en tierra fértil.



Este manual fue preparado para mejorar la calidad y la disponibilidad de material didáctico dentro de los procesos de producción orgánica. Puede servir como material básico de referencia para aquellos que quieren obtener una idea más clara y completa sobre los fundamentos de la agricultura orgánica. Este trabajo se enfoca principalmente en la agricultura de pequeña escala dentro de la Sierra Nevada, sin embargo, las bases metodológicas y tecnológicas presentadas también pueden ser aplicadas a regiones ambientalmente similares.

La obra está dividida en cuatro capítulos: el primero contiene los principios generales de la agricultura orgánica, el segundo describe el suelo y sus principales características, así como la elaboración de algunos abonos orgánicos para su nutrición; el tercer capítulo aborda el proceso de producción orgánica del amaranto en la Región de la Sierra Nevada; y el cuarto, hace una reflexión sobre las perspectivas futuras del uso de biofertilizantes y el cultivo del amaranto en la región.

El Manual está dirigido a maestros, estudiantes, capacitadores, agricultores y personas interesadas en la agricultura orgánica. Contiene las bases científicas más importantes del tema en un lenguaje sencillo para su comprensión, así como las referencias bibliográficas y de internet necesarias, para aquellos que quieran profundizar más en los diferentes temas.

Fertilización y Producción Orgánica

El Caso del Amaranto en la Sierra Nevada

FERTILIZACIÓN y PRODUCCIÓN ORGÁNICA



Imagen: Chicomecoatl

La Dra. María de los Angeles Aquiahuatl Ramos, es Profesora Titular del Departamento de Biotecnología de la UAM-Iztapalapa y desarrolla líneas de investigación sobre Microbiología del suelo y fisiología del crecimiento de hongos en fermentación en estado sólido.

Felipe Hernández Galicia, físico de profesión, es un agricultor con más de 8 años de experiencia de la siembra de amaranto en el Municipio de Ozumba. Él y su esposa han fundado la empresa Amaran-tos Mexiquenses S. de R. L. de C.V.

Lorenzo Wilfrido Rodríguez Pérez, es egresado de la carrera de QFB de la Facultad de Química de la UNAM, profesionalmente ha colaborado en líneas de investigación sobre Microbiología del suelo y fisiología del crecimiento de hongos en fermentación.

Luis Manuel Rodríguez Sánchez es profesor investigador del Departamento de Producción Agrícola y Animal de la UAM-Xochimilco y se ha especializado en temas relacionados con agricultura orgánica, indicadores de sustentabilidad y desarrollo rural.



Este manual fue publicado con el patrocinio de la Comisión Ambiental Metropolitana (FIDAM 1490) y la Universidad Autónoma Metropolitana.

Programa UAM Sierra Nevada
Mirador No. 59, Tlalmanalco, Edo. de Méx.
Tel: (01597) 977 53 12
Fax: (01597) 977 68 80
uamneva@correo.uam.mx
proyectosierranevada@prodigy.net.mx.



EL CASO DEL AMARANTO EN LA SIERRA NEVADA

MARÍA DE LOS ANGELES AQUIAHUATL RAMOS, FELIPE HERNÁNDEZ GALICIA,
WILFRIDO RODRÍGUEZ PÉREZ, LUIS MANUEL RODRÍGUEZ SÁNCHEZ

FERTILIZACIÓN Y PRODUCCIÓN ORGÁNICA



El caso del amaranto en la Sierra Nevada

MARÍA DE LOS ANGELES AQUIAHUATL RAMOS, FELIPE HERNÁNDEZ GALICIA,
WILFRIDO RODRÍGUEZ PÉREZ, LUIS MANUEL RODRÍGUEZ SÁNCHEZ

Indice

AGRADECIMIENTOS	5
CAPÍTULO I. AGRICULTURA ORGÁNICA	6
Una revolución en la agricultura	
CAPÍTULO II. EL SUELO Y LOS ABONOS	9
Importancia de los suelos	
La materia orgánica del suelo	
La estructura del suelo	
Importancia de los microorganismos en el suelo	
Funciones de los microorganismos en el suelo	
El suelo fértil	
El manejo ecológico de suelos	
Mejoramiento y mantenimiento de la fertilidad del suelo	
Los abonos orgánicos	
Los abonos verdes	
Importancia de la adición de estiércol	
La composta	
Mejoramiento de compostas al añadir rocas molidas.	
El abono tipo bocashi	
Cómo determinar la cantidad apropiada de bocashi en nuestros cultivos	
Abonos líquidos	
Preparación de abonos a partir de plantas	
CAPÍTULO III. EL CULTIVO DEL AMARANTO ORGÁNICO EN LA SIERRA NEVADA	29
Importancia de sembrar amaranto en la Sierra Nevada.	
Consideraciones necesarias antes de sembrar amaranto.	
Preparación del terreno para la siembra.	
Cultivos que pueden ser intercalados, asociados o rotados con el amaranto	
Tiempo de la siembra del amaranto	
La siembra directa	
Siembra en almácigo	
Distancia adecuada para el transplante	
Trabajos y deshierbe necesarios a nuestro cultivo	
Abonamiento y aplicación de supermagro	
Plagas y enfermedades que atacan al amaranto. Medidas preventivas	
Tiempo y modo de cosechar	
Almacenamiento del amaranto	
CAPITULO IV. PERSPECTIVAS Y RECOMENDACIONES PARA LA SIEMBRA DE AMARANTO ORGÁNICO Y EMPLEO DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN LA REGIÓN DE LA SIERRA NEVADA	49
BIBLIOGRAFÍA Y PÁGINAS DE INTERNET CONSULTADAS	54

**Edición**

María de los Angeles Aquiahuatl Ramos

Wilfrido Rodríguez Pérez

Luis Manuel Rodríguez Sánchez

Felipe Hernández Galicia

Diseño de Portada y Editorial

Delia Carolina Espinoza Hilario

Ilustración de portada

Jesús Alberto Paz González

Corrección de Estilo

Guadalupe Méndez Lavielle

Apoyo Editorial

Yoany Aidé Adaya Carrillo

Jacobo Espinoza Hilario

I^a edición 2006

ISBN 970-31-0761-3

Impreso en México.

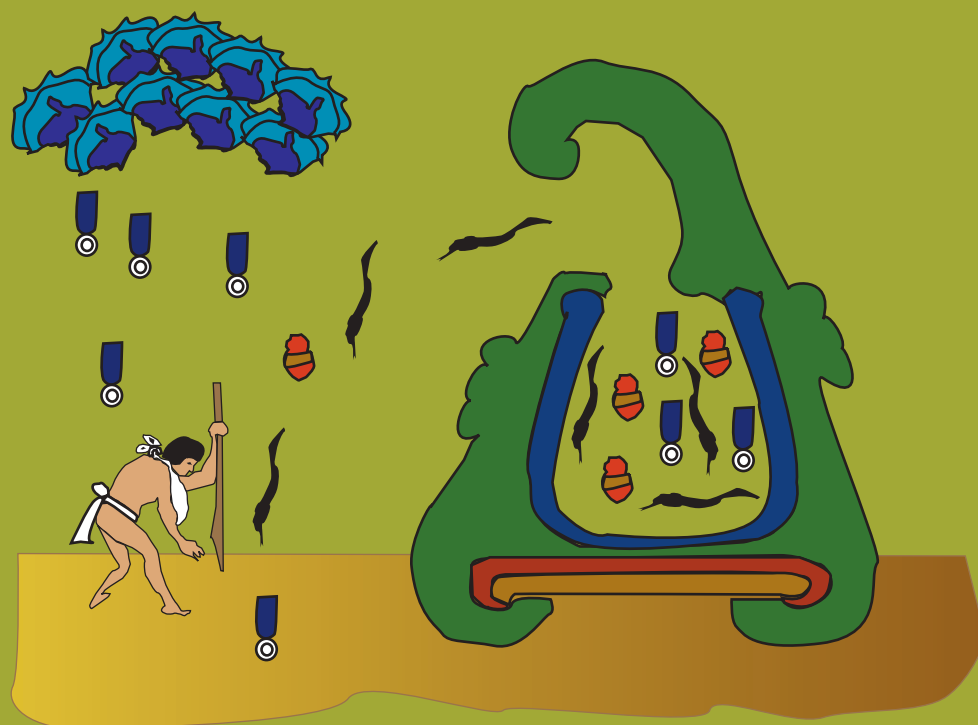
DR Universidad Autónoma Metropolitana
Prolongación Canal de Miramontes No. 3855
Col. Ex Hacienda San Juan de Dios

Agradecimientos

Agradecemos la participación de los agricultores del ejido de San Juan Atzacualoya; Tlalmanalco, Estado de México, Isaac Gaona Peláez y Víctor Beltrán, así como a la empresa Amarantos Mexiquenses S. de R. L. de C.V. de Ozumba, sin cuya valiosa experiencia hubiera sido imposible la realización del tercer capítulo de este manual.

También hacemos un reconocimiento al personal del Centro Incalli Ixcahuicopa, en especial a Rebeca López Reyes y Álvaro Arvizu Aguiñiga, quienes siempre apoyaron con su trabajo entusiasta la realización de los talleres con los productores, el registro fotográfico y la visita a las parcelas demostrativas.

Finalmente expresamos nuestro agradecimiento a los alumnos de la licenciatura en agronomía de la UAM Xochimilco, Itzcoatl Alcázar Chávez, Trinidad Bartolo López Bautista, Norma Hernández, Juan Arturo Pérez Morales, Sandra Reyes Fernández y Jesús Vargas Fuentes, por su ayuda en la recopilación y



Capítulo I. Agricultura orgánica

“Independientemente del lugar por donde usted viaje, el paisaje es reconocible.

Todos los lugares del mundo están abarrotados de torres de enfriamiento y parques de estacionamiento, agronegocios y megaciudades. Pero ahora que el desarrollo esta terminando -la Tierra era el planeta equivocado para esta clase de construcción - los proyectos de crecimiento se están transformando rápidamente en ruinas, en basura, entre las cuales tenemos que aprender a vivir.”

Ivan Illich en, Diccionario del desarrollo. W. SACHS (editor). Una guía del conocimiento como poder, PRATEC, Perú, 1996 (primera edición en inglés en 1992), pag. 157.

Una revolución en la agricultura.

Cada vez se hace más evidente que los modelos convencionales de modernización de la agricultura aplicados desde la época de la llamada revolución verde, y basados en monocultivos dependientes en un alto nivel de insumos externos a las regiones productoras, no han sido viables desde el punto de vista social y ecológico. Prueba de ello, es que la agricultura comercial y de exportación ha llevado a numerosos agricultores a incrementar en forma desmedida el uso de productos químicos y al mismo tiempo a establecer una dependencia mayor de los insumos, maquinaria, plásticos y combustibles que no puede producir regionalmente y que necesariamente debe comprar a las grandes compañías. Como ejemplo de ello baste decir que Latinoamérica consume el 9.3% de los pesticidas utilizados en todo el mundo, y sólo en América del Sur se invierten más de 2 700 millones de dólares anuales en importación de pesticidas, muchos de ellos prohibidos en Estados Unidos y Europa por razones ambientales y de salud humana.

Este modelo de agricultura ha llevado a la degradación de los suelos, amenazando los medios de vida de millones de personas y la seguridad alimentaria futura; además ha contribuido a la contaminación del agua y a la pérdida de numerosas especies de plantas, animales y microorganismos (diversidad biológica). Por ello, es urgente que los campesinos de todo el mundo luchemos contra la degradación de los suelos, al cultivar productos agrícolas con un enfoque ecológico y económico de largo plazo, que tenga en cuenta las necesidades de las poblaciones de organismos que viven en los suelos y reconozca las múltiples funciones de la agricultura.

Como respuesta a esta situación, la producción orgánica ha tenido un gran auge en las últimas décadas, debido a la creciente preocupación de muchos consumidores por adquirir productos más saludables y nutritivos. Desde el punto de vista de la producción, las técnicas orgánicas han traído beneficios al ambiente como el mantenimiento de



la fertilidad del suelo, la eliminación de pesticidas y fertilizantes y el impulso a la rotación de los cultivos; lo anterior resulta en la producción natural de alimentos inocuos y sanos, con una menor dependencia del agricultor hacia insumos externos y de alto costo. A simple vista un cultivo convencional y uno orgánico parecen exactamente iguales, sin embargo, la diferencia principal se

encuentra en su interior, puesto que el convencional contiene residuos de los fertilizantes e insecticidas que se usaron durante su producción y además puede poseer menores cantidades de elementos nutritivos.

El siguiente cuadro puede ilustrarnos acerca de algunas de las variaciones existentes entre alimentos producidos orgánicamente y aquellos en los cuales se utilizaron fertilizantes y pesticidas.



IMAGEN I.

La diferencia entre los alimentos orgánicos y los producidos con fertilizantes y pesticidas químicos no sólo tiene que ver con los residuos tóxicos sino también con la calidad nutrimental

Fuente: Pinheiro S. y Restrepo J.,2003. Agricultura orgánica. Remineralización de los alimentos y la salud a partir de la regeneración mineral del suelo., Fundación Juquira Candirú, Brasil, Colombia, México, p.68.

CUADRO I. DIFERENCIAS ENTRE ALIMENTOS PRODUCIDOS ECOLÓGICAMENTE Y DE MANERA CONVENCIONAL.

Indeseables	Deseables	Promedio de variación del producto ecológico respecto al convencional
	Materia seca	+26%
	Proteínas	+12%
	Aminoácidos esenciales (excepto triptófano)	+38%
	Vitaminas	---
	Potasio	+13%
	Hierro	+290%
	Fósforo	-6%
	Calcio	+56%
	Magnesio	+49%
Sodio		---

Nitratos		-69%

Lairon, D. y colaboradores. Biological Husbandry: A Scientific Approach to Organic Farming, Londres. 1981, tomado de Riechman, J. y Sempere, J. 2003, Cuidar la T(tierra). Políticas agrarias y alimentarias sostenibles para entrar en el siglo XXI, España, 623 p



La agricultura orgánica va más allá de la sola sustitución de insumos químicos por aquéllos que son orgánicos. Por ello, antes que convertirse en instrumento de transformación tecnológica, la agricultura orgánica es un trabajo de transformación social y económica, donde la verdadera justicia agraria y el equilibrio que los agricultores necesitan, no están sujetos a intereses ajenos a ellos mismos, a su independencia y libertad para producir y garantizar la seguridad alimentaria de sus comunidades.

BAJO ESTA PERSPECTIVA LA AGRICULTURA ORGÁNICA TIENE LOS SIGUIENTES OBJETIVOS:

1. Producir alimentos sanos, libres de agroquímicos que contaminen el ambiente, y eliminar todos los insumos y prácticas que afecten dichos alimentos.

2. Producir alimentos económicos, accesibles a la población y nutricionalmente equilibrados.

3. Disminuir la dependencia de insumos ajenos a los agricultores, además, desarrollar y apropiarse de una tecnología adecuada a sus propias parcelas.

4. Promover la estabilidad de la producción con la adopción de técnicas económicamente viables y duraderas, así como el uso de energías renovables.

5. Buscar la autosuficiencia económica de los productores y de las comunidades rurales (autogestión), en consecuencia, reducir los costos de producción y preservar los recursos básicos que poseen.

6. Trabajar para la conservación y la recuperación

de la diversidad de especies animales y vegetales de los ecosistemas y en ningún momento trabajar en contra de ellos.

7. Conservar, recuperar y potencializar la fertilidad de las plantas y la nutrición del suelo.

8. Trabajar en el sentido de la activación y el reciclamiento de los nutrientes minerales del suelo y la conservación de la materia orgánica. En los trópicos, es más fácil la tarea de conservar la materia orgánica que ya se posee, que tratar de reponer la materia orgánica que se pierde.

9. Comprender y trabajar unidades productivas considerando el potencial del suelo y sus limitaciones, asimismo con respecto al agua, clima y economía local; y lograr establecer el tamaño más eficiente para la unidad de producción de forma diversificada.

10. Asegurar la competitividad de la producción de alimentos en los mercados locales, regionales, nacionales e internacionales, acompañada de los parámetros de volumen y calidad.



Capítulo 2. El suelo y los abonos orgánicos

Importancia de los suelos

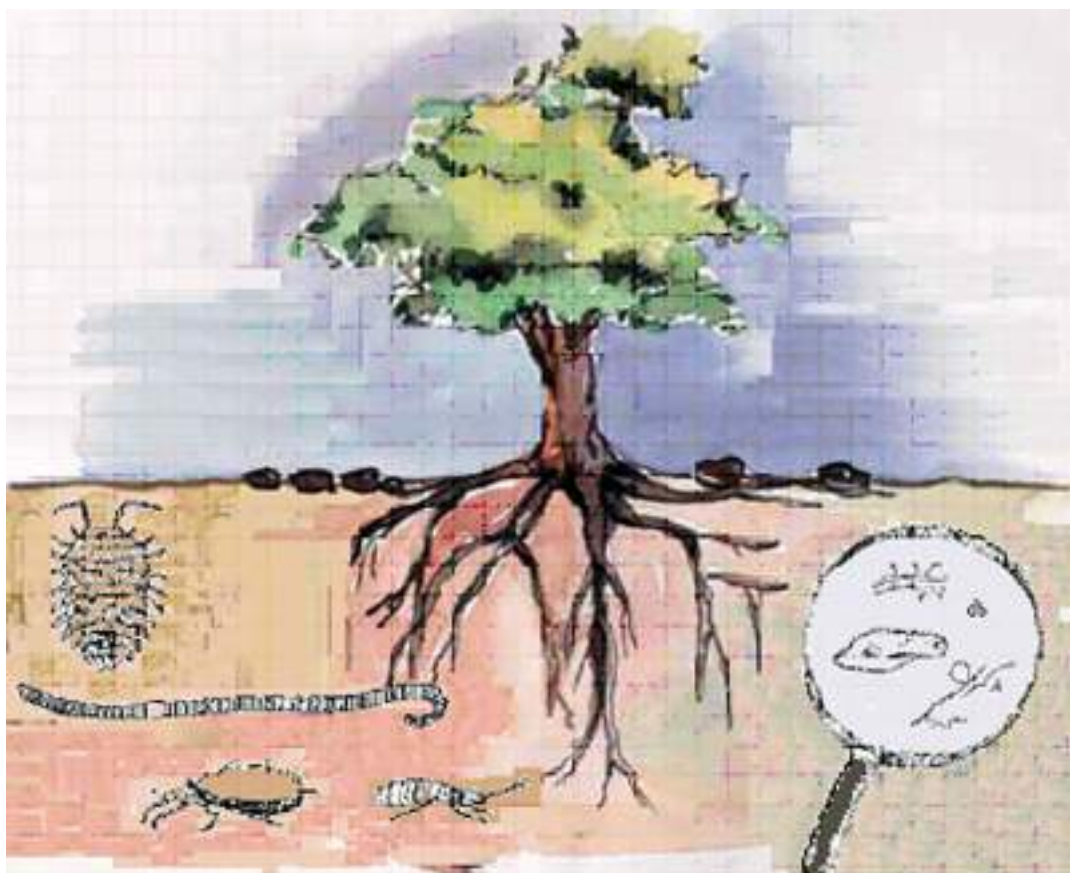
El suelo es el factor de producción más importante para los cultivos y al mismo tiempo es el más influenciado por el agricultor, los suelos son sistemas muy diversos y complejos, llenos de vida. El suelo puede ser mirado como una forma de vida bajo nuestros pies, porque es un hábitat o sitio de establecimiento de plantas, animales y microorganismos.

Un suelo saludable presenta una gran actividad de aquellos seres vivos que lo componen, por eso decimos que el suelo está vivo, por la enorme

cantidad de organismos que lo habitan. ¡Una cucharadita de tierra es el hábitat de millones de organismos activos!

Los organismos que habitan en el suelo difieren en gran medida en cuanto a tamaño, algunos son visibles a simple vista como las lombrices, garrapatas, termitas, anélidos, ácaros, colémbolos, nemátodos, arañas, hormigas, etc. Sin embargo, la mayoría son tan pequeños que sólo pueden ser vistos con ayuda de un microscopio, y se les conoce como microbios o microorganismos; entre estos, los más importantes son las bacterias, los hongos y los protozoarios.

FIG. 1. EL SUELO COMO ORGANISMO VIVO: EN PROCESO CONTINUO DE TRANSFORMACIÓN Y SENSIBLE A LAS FORMAS DE MANEJO Y SISTEMAS DE CULTIVO.



Fuente: Elaboración propia a partir del Manual de formación de l'IFOAM sur l'agriculture biologique dans les pays tropicaux" editado por la Fédération internationale du mouvement de l'agriculture biologique (IFOAM) y el Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL).



Componentes de los suelos.

El suelo consta de partículas minerales, materia orgánica y poros o espacios llenos de aire o agua. Las partículas minerales se originan en el subsuelo, a partir de la roca madre que se desintegra en porciones cada vez más pequeñas a través de procesos físicos y químicos que se realizan durante largos periodos de tiempo. Las partículas minerales del suelo son de cuatro tipos según su tamaño:

- La grava y las piedras: son partículas mayores de dos milímetros, visibles a simple vista.
- La arena: son partículas con un tamaño entre 0.05 y dos milímetros; a veces se ven a simple vista y pueden sentirse entre los dedos al palpar un poco de suelo humedecido.
- El limo: son las partículas con un rango de 0.002 a 0.05 milímetros.
- La arcilla: son las partículas más pequeñas que 0.002 milímetros.

Las dos últimas poseen la propiedades de ser moldeable o pastosa, manifiesta en la sensación pegajosa que se experimenta al humedecer un poco de suelo y manipularlo en las manos. Constituye la materia prima para la elaboración de la cerámica o alfarería.

La cantidad y proporción de arena, limo y arcilla que componen un suelo son muy importantes, ya que sus propiedades de aireación y retención de agua dependen de estas partículas. Los suelos con proporciones equilibradas de arcilla, limo y arena son ideales para el uso agrícola. También es importante saber que estas partículas minerales contienen nutrimentos que pueden ser muy lentamente liberados como resultado de procesos de meteorización por factores físicos (calor, congelación-descongelación, viento, lluvia); químicos

(hidratación, disolución, oxidación) o biológicos (la respiración de raíces y microorganismos).



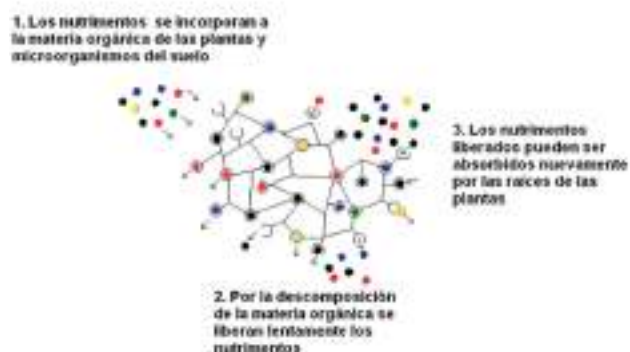
La materia orgánica del suelo.

Además de partículas minerales, el suelo contiene materia orgánica o humus (biomasa) en cantidad variable, resultado de la descomposición de restos animales, vegetales y microbianos y es de importancia fundamental para la fertilidad del suelo.

La materia orgánica se encuentra principalmente en la capa superior del suelo, en donde ocurren procesos continuos de descomposición causados por diferentes tipos de organismos. Los fragmentos visibles de la materia orgánica actúan como esponjas diminutas que tienen la propiedad de absorber agua hasta cinco veces su propio peso, por consiguiente durante los períodos secos existe agua disponible para las plantas, por un tiempo más prolongado. Esto es especialmente importante en los suelos arenosos. La materia orgánica también tiene una gran capacidad para retener nutrientes y liberarlos continuamente, por consiguiente, la materia orgánica incrementa la capacidad del suelo de suministrar nutrientes a las plantas, al tiempo que reduce la pérdida de nutrientes por lixiviación.



FIGURA 2. MODELO DEL PAPEL DE LA MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO



Fuente: Elaboración propia a partir de Manual de formation de l'IFOAM sur l'agriculture biologique dans les pays tropicaux" editado por la Fédération internationale du mouvement de l'agriculture biologique (IFOAM) y el Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL).

CUADRO 2. PRUEBA DEL AGUA OXIGENADA PARA SABER SI HAY MATERIA ORGÁNICA EN NUESTROS SUELOS.

Fuente: Valencia I. C., y Hernández B. A., 2002. Muestreo de Suelos, Preparación de Muestras y Guía de Campo, Universidad Nacional Autónoma de México, México, pp. 89.

Para detectar	Reactivos	Procedimiento
Materia orgánica y óxidos de manganeso	- Agua oxigenada	Se agregan 3 gotas agua oxigenada directamente al suelo. Entre mayor efervescencia haya, mayor será la cantidad de materia orgánica u óxido de magnesio.

La estructura del suelo.

Por la forma en que se juntan o acomodan las partículas minerales y la materia orgánica (que funciona como adherente), los suelos también presentan poros llenos de aire o agua. La distribución espacial o disposición de estas partículas y poros se conoce como la "estructura del suelo"; los poros pequeños son buenos para conservar la humedad, los más grandes permiten una infiltración rápida de agua de lluvia o de irrigación y además ayudan a drenar el suelo y asegurar su aeración.

Así la estructura del suelo puede ser mejorada si agregamos al suelo materia orgánica, pero

Esto es especialmente importante en terrenos arenosos que naturalmente retienen muy pocos nutrientes. Los productos de la descomposición pueden recombinarse para formar compuestos muy estables que integran lo que llamamos humus, estos compuestos pueden permanecer en el suelo por muchos años, y constituir un aporte importante para el mejoramiento de la estructura del suelo.

también puede afectarse si el manejo del suelo es inadecuado, por ejemplo, al labrar la tierra húmeda es posible provocar su compactación, asimismo el cultivo frecuente del suelo reduce el contenido de materia orgánica y destruye los agregados que presenta.



CUADRO 3. PRUEBA DE DENSIDAD APARENTE PARA SABER QUE TAN COMPACTADO ESTÁ NUESTRO SUELO.

Para detectar		Procedimiento e interpretación de la prueba
<p>Relación entre el peso y el volumen de un suelo</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dos bolsas grandes de plástico grueso. - Agua - Báscula 	<p>Se excava en la parcela un pequeño cubo (más o menos de unos treinta centímetros cúbicos). La tierra extraída se coloca en una bolsa para proceder a pesarla. En la excavación se coloca la otra bolsa, la cual se llena con agua para que tome la forma excavada. Se mide el volumen de agua necesario hasta llenar lo excavado. Entonces la densidad aparente se calcula así:</p> $D. A. = \text{Peso del suelo en kilogramos} / \text{Volumen del agua en litros}$ <p>Cuando la densidad aparente es mayor de 1.25 kilogramos por cada litro y la textura del suelo es mayoritariamente arcillosa, o cuando su valor supera los 1.4 kilogramos por litro y la textura es de tipo limoso, puede tratarse de un suelo compactado; lo mismo sucede en suelos arenosos con densidades aparentes mayores de 1.8 kilogramos por litro. Una consecuencia de esta compactación puede ser la posible fijación de fósforo, es decir, que el fósforo no sea soluble y que por lo tanto, las plantas no puedan asimilarlo, aunque se aplique gran cantidad de fertilizante. Además, la compactación del suelo lo hace más duro y reduce la capacidad de crecimiento de las plantas.</p> <p>Una manera de corregir este problema y al mismo tiempo de incrementar la disponibilidad de fósforo, es añadir abonos orgánicos o compostas.</p>

Fuente: Adaptado de León A., R., . 2003. Manual Edafológico de Campo (2ª ed.), Universidad Veracruzana, México, pp. 39-40.

Importancia de los microorganismos en el suelo.

Como en el suelo hay un gran número y diversidad de microorganismos, también pueden desempeñar una gran variedad de funciones dentro del mismo. No todos los microorganismos son dañinos. La mayoría de los que se encuentran en los diferentes tipos de suelo realizan su trabajo en forma invisible y son de gran ayuda para el agricultor ya que son responsables de la calidad y la fertilidad de los



suelos, es decir son de extrema importancia para la salud del suelo y en consecuencia de las plantas, por lo que se considera que mientras mayor sea la variedad de especies y más alto sea su número, mayor será la fertilidad natural de ese suelo.

De todos los microorganismos del suelo, las bacterias son las que se encuentran en mayor cantidad y son tal vez las que presentan mayor diversidad en cuanto a número de especies y comportamiento. Las bacterias son pequeños organismos que se reproducen abundantemente por simple división celular, en condiciones favorables una bacteria puede duplicarse en sólo veinte minutos. Es decir, que una bacteria puede dar origen a un millón de bacterias en sólo diez horas. Aunque el número total de bacterias puede llegar a ser grande, el tamaño de cada bacteria individual es muy pequeño: generalmente no miden más de una o dos micras (es decir 0.0001 centímetros).

Funciones de los microorganismos en el suelo.

Los microorganismos fundamentalmente realizan procesos de transformación y reciclamiento de los nutrientes del suelo (transforman minerales y materia orgánica en elementos asimilables para las plantas), aumentan la disponibilidad de éstos para promover directamente el crecimiento de las plantas. Las transformaciones realizadas por las bacterias, principalmente degradan la materia orgánica, fijan el nitrógeno atmosférico; así como tienden a incrementar la disponibilidad de nutrientes para la planta por la asociación de hongos y raíces de las plantas (micorrizas). Los microorganismos también son importantes para la protección de las plantas contra algunos agentes patógenos como resultado de la producción de sustancias protectoras a partir de bacterias y hongos que mejoran la resistencia de las plantas a las plagas.

CUADRO 4. PAPEL DE LOS MICROORGANISMOS EN EL SUELO.

Actividad	Beneficio
Reciclaje de nutrientes Prevención de la lixiviación de nutrientes (para que no se pierdan con el agua hacia lo profundo del suelo).	Hace que haya mayor o menor disponibilidad de nutrientes para las plantas
Degradación de la materia orgánica Producción de humus que estimula el crecimiento de las plantas del suelo. Efecto indirecto en el control de plagas	Permite una mayor disponibilidad de nutrientes
Fijación de nitrógeno	Incrementan el nitrógeno del suelo
Producción de compuestos antibióticos	Protección contra plagas
Producción de polisacáridos	Mejora la estructura del suelo
Simbiosis con micorrizas (las raíces y los hongos relacionados se benefician mutuamente)	Permite un incremento en la disponibilidad de fósforo y agua
Control natural de plagas	Aumenta la resistencia a las plagas

Fuente: Elaboración propia



IMAGEN 2. CON AYUDA DE MEDIOS DE CULTIVO ESPECÍFICOS, ACTUALMENTE SE PUEDEN AISLAR Y ESTUDIAR NUMEROSOS GRUPOS DE MICROORGANISMOS QUE DAN VIDA LOS SUELOS AGRÍCOLAS.



El suelo fértil.

Se sabe que si se deja crecer la vegetación sobre un terreno, sin ser utilizada por nadie, en lugar de empobrecer el terreno mismo lo enriquecerá, porque le cederá las sustancias orgánicas propias, sin privarlo de los elementos necesarios para el crecimiento vegetal. Pero si se produce un cultivo cuyos productos sean destinados a la alimentación humana o del ganado, o a suministrar materias primas para la industria, no es posible evitar el obtener del terreno los elementos que se han cultivado, y con el tiempo podría poner en problemas al agricultor, ya que paulatinamente llegaría a obtener una producción tan pobre en calidad y cantidad, que no le permitiría la posibilidad de continuar el cultivo.

Durante mucho tiempo, en la agricultura convencional, se ha considerado al suelo simplemente como un medio en donde las plantas crecen y una base para aplicar nutrientes a la planta, donde la fertilidad del suelo se mide únicamente

por los rendimientos derivados del cultivo, lo que ha justificado en gran parte la utilización indiscriminada de fertilizantes químicos.

En la agricultura orgánica, el suelo posee un significado completamente diferente, el agricultor adquiere una mayor conciencia acerca de la importancia del suelo. Mejorar y mantener la fertilidad del suelo es tema central en la agricultura orgánica, para el agricultor orgánico alimentar el cultivo significa alimentar el suelo y evitar su deterioro; no piensa solo en la cosecha de este año, sino en las cosechas futuras; “espera que su hijo también pueda vivir de esa tierra”.

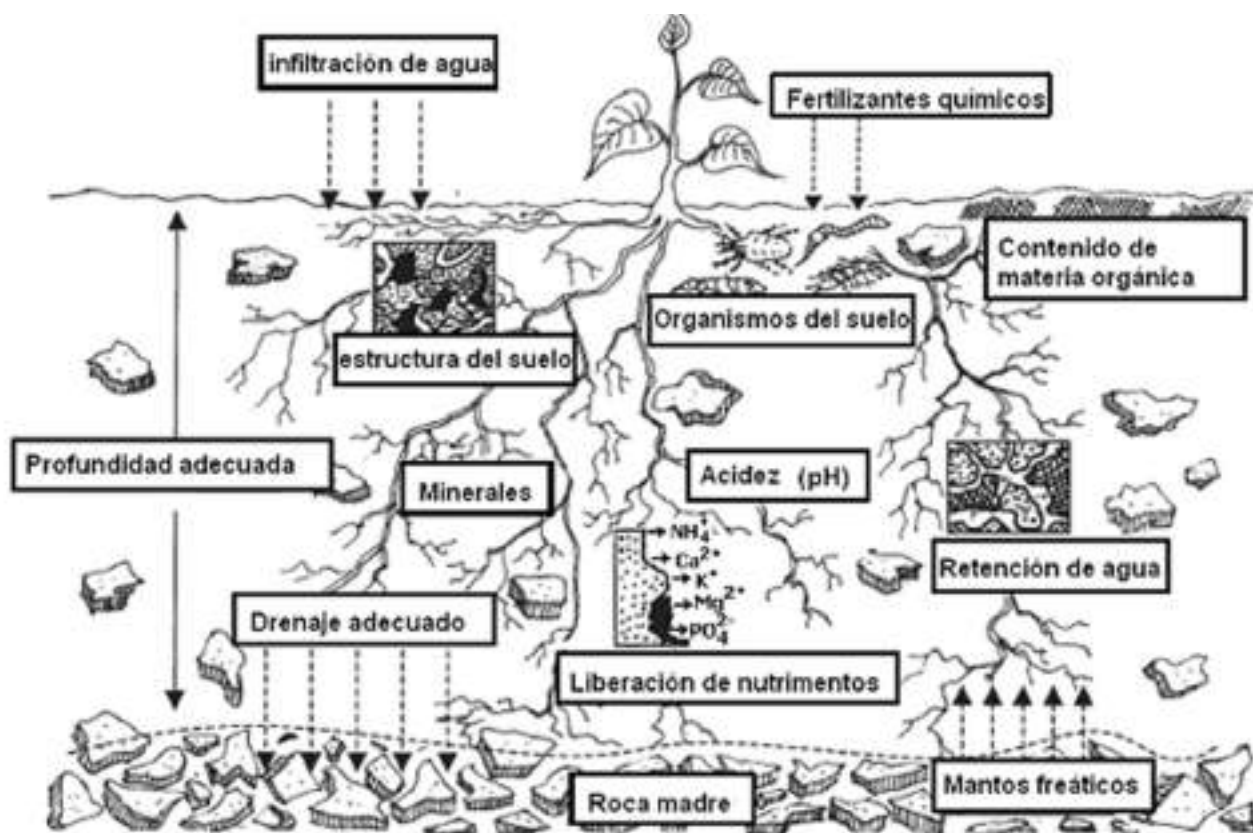
Para que las plantas crezcan las condiciones del suelo deben ser adecuadas para el desarrollo de la raíz, el suministro apropiado de agua y la existencia de los nutrimentos necesarios y disponibles para ser absorbidos por las raíces. Así, la fertilidad del suelo depende de diversos factores como son:

IMAGEN 3. LA SALUD Y PRODUCTIVIDAD DE CUALQUIER CULTIVO DEPENDE EN GRAN MEDIDA DE LAS CONDICIONES FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE NUESTRO SUELO.



- La profundidad del suelo: es el volumen explotable por las raíces.
- La disponibilidad de agua: el abastecimiento continuo de agua, ya sea mediante infiltración, por riego o lluvias, o por acceso a mantos freáticos cercanos.
- Un buen drenaje: la mayoría de los cultivos no pueden soportar que los suelos permanezcan anegados.
- Aeración: es necesaria para un crecimiento saludable de las raíces y una alta actividad de vida en el suelo.
- pH (el rango de acidez): el suelo no debería ser ni demasiado ácido, ni demasiado alcalino.
- Composición mineral: influye en la cantidad de nutrientes liberados a través de la meteorización y la estructura del suelo.
- -Contenido de materia orgánica: influye en la cantidad de nutrientes liberados a partir de la descomposición, en la capacidad para captar nutrientes, en la retención de agua, en la estructura del suelo y en la vida que se desarrolla en el suelo.
- La actividad de los organismos del suelo: los organismos son cruciales para la disponibilidad de los nutrientes, retención de agua, buena estructura del suelo, la descomposición de la materia orgánica y la buena salud del suelo.
- La contaminación: la concentración alta de sales, asociadas a los fertilizantes químicos, así como a los pesticidas o metales pesados puede inhibir el crecimiento de la planta, al tiempo que afectar a las poblaciones microbianas del suelo.

FIG. 3. COMPONENTES Y PROPIEDADES DEL SUELO QUE INFLUYEN EN SU FERTILIDAD.



Manual de formation de l'IFOAM sur l'agriculture biologique dans les pays tropicaux" editado por la Fédération internationale du mouvement de l'agriculture biologique (IFOAM) y el Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL).



Como las plantas difieren en cuanto a requerimientos de humedad y fertilidad del suelo, al decidir cuáles plantas se cultivarán en una parcela específica, deberán ser tomadas en consideración las propiedades del suelo que se pretende labrar, con la aplicación de los principios de un manejo ecológico de los suelos, es decir, un manejo orientado a mejorar prioritariamente la fertilidad física y biológica, y no exclusivamente el suministro químico-mecánico que generalmente viene realizando la agricultura convencional.

El manejo ecológico de suelos.

Es el conjunto de prácticas que proporcionan al suelo las condiciones para favorecer la existencia de una gran actividad biológica y al mismo tiempo permiten el mejoramiento y mantenimiento de la fertilidad (física, química y biológica) con la finalidad de garantizar la calidad de la producción y la productividad de los cultivos.



Mejoramiento y mantenimiento de la fertilidad del suelo.

Los agricultores pueden mejorar la fertilidad de sus suelos mediante diversas prácticas de manejo del suelo, o bien por la fertilización o abonado. La fertilización es la práctica de incorporación de los elementos necesarios para mantener la productividad de un suelo, o proporcionar al mismo una fertilidad que no posee. Entre las prácticas de manejo del suelo pueden mencionarse:

- **La protección del suelo** de los efectos de la luz solar y la lluvia intensa por medio de una cubierta de plantas: por ejemplo una capa o acolchado elaborado con materiales de plantas o residuos agrícolas especialmente ricos en fibras o de tipo leñoso para impedir la erosión del suelo y la pérdida de humedad.
- **Una rotación de cultivos** adecuados o cultivos asociados que contribuyan con el aumento de materia orgánica al terreno, son especialmente favorables las plantas perennes



y los cultivos con un sistema radicular denso (por ejemplo los pastos). Además, una secuencia adecuada de cultivos anuales impide la erosión del suelo.

- **Un método apropiado de labranza del suelo.** Cada labranza apresurará la descomposición del material orgánico, al oxigenar y estimular a los organismos del suelo en cuestión, es necesario reducirla o seleccionar un método de labranza apropiado para obtener una buena estructura del suelo sin causar erosión y compactación.



Los abonos orgánicos.

Son los desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, químicas y biológicas. Estos pueden consistir en residuos agrícolas dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para producir abonos en verde (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno); restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol); humus de lombriz; restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos, (basuras de vivienda, excretas) y compostas preparadas con las mezclas de los compuestos antes mencionados.

Esta clase de abonos no sólo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que además influye favorablemente en la estructura del suelo. Con la adición de nutrimentos se modifica la población de microorganismos en general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retención del agua, el intercambio de gases y nutrientes, a nivel de las raíces de las plantas.

El uso de los abonos orgánicos se recomienda especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica, degradados por el efecto de la erosión. Sin embargo, la aplicación de abonos orgánicos puede mejorar la calidad de la producción de cultivos en cualquier tipo de suelo.

Los abonos verdes.

El abonamiento verde es una práctica que consiste en cultivar plantas, especialmente leguminosas (como trébol, alfalfa, frijol, etc.) que son incorporados al suelo en estado verde, sin previa descomposición, con el propósito de mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, y restablecer y mejorar su fertilidad natural. Es preferible usar leguminosas, ya que estas plantas en sus raíces se asocian con bacterias llamadas *Rhizobium*, las cuales forman nódulos, que tienen la capacidad de fijar nitrógeno del aire y ponerlo



a disposición de las plantas. Otros cultivos que pueden elegirse como abonos verdes, pueden ser aquellos que tengan afinidad con las micorrizas, microorganismos que están presentes en el suelo y se encargarán de movilizar el fósforo, elemento esencial para los cultivos.

Al descomponerse, los abonos verdes dan lugar a una serie de reacciones bioquímicas que incrementan la actividad microbiana del suelo, fomentan así una mayor cantidad y diversidad de microorganismos, encargados de la mineralización de los elementos nutritivos. También, cuando los abonos verdes son incorporados al suelo, favorecen la actividad de microorganismos como los hongos y las bacterias que descomponen la celulosa, a su vez estos microorganismos refuerzan con sus secreciones la consistencia de los agregados del suelo, necesarios para el correcto equilibrio del agua y del aire en el suelo.

La descomposición ocurre con la presencia del aire (aeróbica), de ahí que se recomienda enterrar la masa verde superficialmente. Para facilitar la descomposición de la masa verde, es necesario que el suelo tenga una humedad adecuada. Entonces esta materia orgánica incorporada y

mezclada con el suelo, en presencia de aire y agua, empieza a descomponerse, mediante un proceso en el que participan activamente una serie de microorganismos del suelo, dicho proceso depende además de la temperatura. Debido a que no todos los materiales de origen vegetal tienen la misma composición química, éstos se descomponen a diferentes ritmos, es decir mientras más nutritiva sea la materia, ésta será comida por los organismos y microbios del suelo en forma más rápida y completa. Ejemplo de tales materiales son las hojas jóvenes frescas, el estiércol y las plantas con alto contenido de nitrógeno como las leguminosas, a diferencia de las plantas viejas y los materiales vegetales ricos en fibra o leñoso que requieren un tiempo más prolongado para llevar a cabo el proceso de descomposición.



IMAGEN 4. CULTIVO DE FRIJOL CON ACOLCHADO DE PAJA



Importancia de la adición de estiércol.

Los estiércoles son los desechos de los animales que resultan del proceso de digestión de los alimentos que consumen. Generalmente entre el sesenta y el ochenta por ciento de lo que consume un animal es eliminado como estiércol. La estimación de la cantidad producida por un animal puede hacerse de la siguiente manera:

Peso promedio del animal x 20 = cantidad de estiércol/animal/año

La composición y contenido de los nutrientes propios de los estiércoles varía mucho de acuerdo a la especie animal, el tipo de manejo y el estado de descomposición de los estiércoles. La gallinaza constituye el estiércol más rico en nitrógeno, contiene en promedio el doble del valor nutritivo del estiércol de vacuno. El contenido promedio de elementos químicos es de 1,5 por ciento de nitrógeno (N), 0,7 por ciento de fósforo (P) y 1,7 por ciento de potasio (K).

Para obtener mayores ventajas en la composición de nutrientes, el estiércol debe aplicarse después del proceso de fermentación, y de preferencia cuando el suelo contiene la humedad adecuada.



La velocidad de descomposición del estiércol dependerá de las condiciones ambientales del suelo como son: la humedad y la temperatura. La vida del suelo es más activa en condiciones calientes y húmedas, ya que propician la descomposición más rápida del material orgánico. Por lo anterior, es recomendable la elaboración de composta, como un proceso acelerado y controlado de la descomposición de materiales orgánicos.

La composta.

Es un abono natural que resulta de la transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen animal y vegetal, que han sido descompuestos bajo condiciones controladas. A este abono también se le conoce como “tierra vegetal” o “mantillo”. Su calidad depende de los insumos que se han utilizado (tipo de estiércol y residuos vegetales), pero en promedio tiene 1,04 por ciento de nitrógeno, 0,8 por ciento de fósforo y 1,5 por ciento de potasio. Puede contener elementos contaminantes si ha sido utilizada basura urbana.

En la composta parte de la materia orgánica ya ha sido estabilizada (en forma de humus) y se quedará en el suelo por un tiempo más prolongado que el material fresco de las plantas. Es por esto que el producto del composteo es muy apreciado en los viveros, para elaborar diversos tipos de mezclas con arena y tierra que sirven para formar los almácigos de hortalizas, flores, arbustos o árboles. Los materiales que podemos usar para la preparación de composta son:

- Restos de las cosechas
- Desperdicios de cocina
- Estiércol de animales
- Ceniza o cal



Estos materiales se acumulan en capas en forma intercalada; la primera capa estará constituida por los restos de la cosecha, más los desperdicios de cocina, la siguiente capa será de estiércol, luego agregamos otra capa de restos de cosecha, y otra capa de estiércol y así sucesivamente formando una ruma o pila de 1.5 metros de alto. Sobre cada capa de estiércol se puede colocar un puñado de ceniza o cal.

Para lograr que los microorganismos trabajen eficientemente en el proceso de descomposición se requiere el suministro de aire, para lo cual se debe hacer lo siguiente:

- Remover la pila semanalmente.
- Evitar que la pila sea demasiado grande, lo recomendable son dos metros de ancho por 1,5 metros de alto.
- Regar para mantener una humedad óptima (entre sesenta y setenta por ciento de humedad)
- Ubicar las pilas de preferencia en la sombra, en caso contrario esta deberá cubrirse con paja o rastrojo con la finalidad de que no pierda la humedad.

La composta madura debe presentar un material homogéneo, en el cual, no debe notarse el material de origen que ha sido utilizado al inicio de la preparación, además debe tener un olor parecido a la tierra de los bosques, y la temperatura en el montón no debe ser diferente a la temperatura del ambiente.

IMAGEN 5. COMPOSTEROS PARA LA ELABORACIÓN DE BOCASHI.

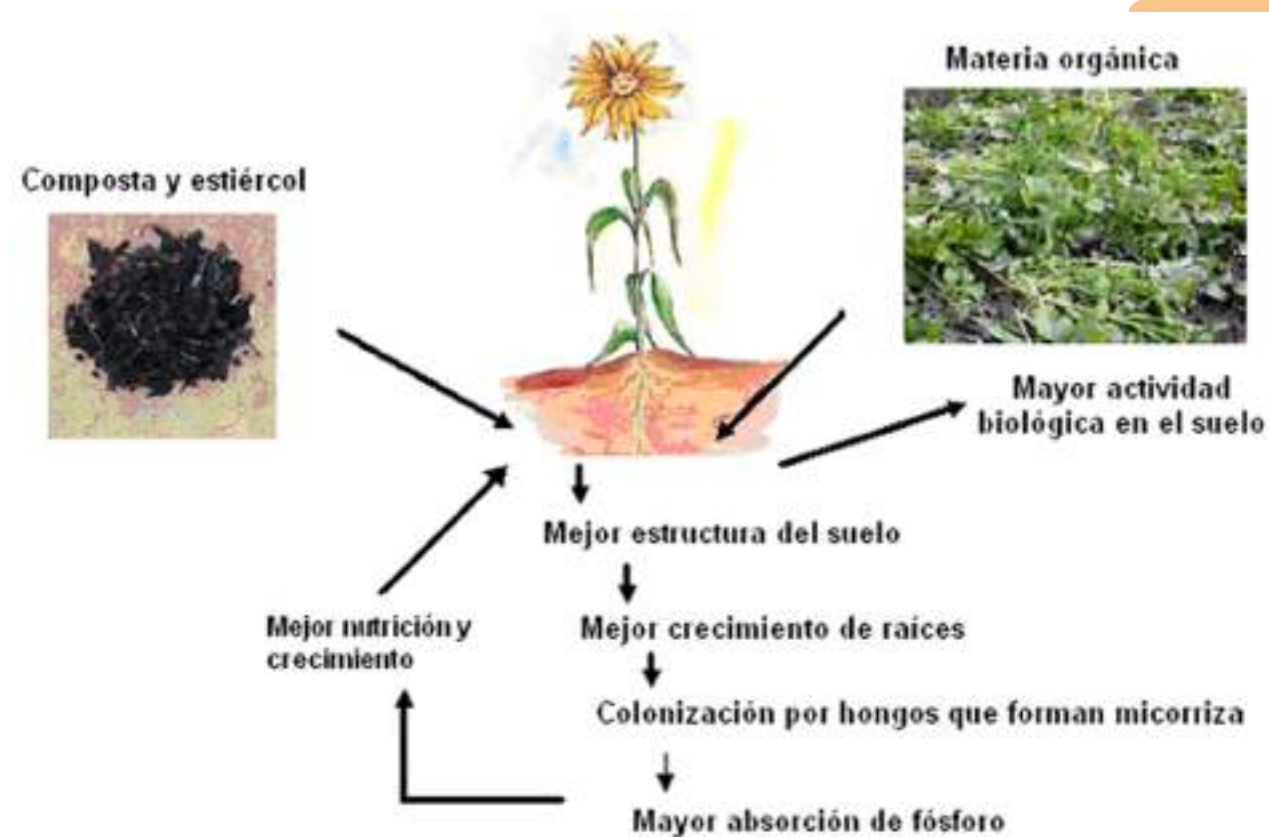


Mejoramiento de compostas al añadir rocas molidas.

Si se incorpora roca fosfatada molida en la preparación de la composta, se logra incrementar el contenido de fósforo disponible para las plantas (P_2O_5) hasta cuatro veces. Durante el proceso de formar las pilas, después de colocar cada capa de estiércol humedecido, se deposita una capa de roca fosfatada (quince kilogramos), se repite el proceso en forma sucesiva, hasta completar una altura de 1,5 metros. Puede aplicarse también polvo de roca de mármol (es la marmolina que venden las tlapalerías) o polvo de tezontle para agregar otros nutrientes como el calcio, el hierro o el sílice.



FIGURA 4. EFECTOS BENÉFICOS DE LA ADICIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS EN EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS.



Fuente: Manual de formation de l'IFOAM sur l'agriculture biologique dans les pays tropicaux" editado por la Fédération internationale du mouvement de l'agriculture biologique (IFOAM) y el Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL).

El abono tipo bocashi.

Este abono es de origen japonés y su nombre significa fermento. A diferencia de la composta tradicional requiere de mucho menos agua, lo que implica que su proceso de elaboración sea más rápido, de 18 a 21 días aproximadamente. En el Cuadro 5 es posible ver las cantidades de cada uno de los ingredientes que es necesario agregar, así como sus costos.

- Rastrojo seco y picado
- Tierra de bosque o de parcela
- Estiércol de cualquier animal
- Carbón molido (opcional)
- Salvado de trigo (opcional)
- Ceniza y/o polvo de roca (marmolina o polvo de tezontle)

1. Disponer de un lugar techado (tejaban) o de un plástico grande para tapar el abono.
2. Colocar los ingredientes en el siguiente orden:



3. Deshacer muy bien el piloncillo y la levadura en una cubeta con veinte litros de agua tibia. Rebajar esta mezcla con el agua de unas 3 o 4 cubetas más. El kilo de levadura puede ser sustituido por tres litros de pulque y el piloncillo por cuatro litros de aguamiel.

4. Mezclar todos los materiales con una pala o bieldo y humedecer de manera homogénea con el agua que contiene la mezcla de piloncillo y levadura. Revolver y añadir agua hasta que la mezcla esté bien integrada y presente una humedad tal que se forme un "churrillo" al prensarla con la mano, y no se desbarate fácilmente; nuestra mano deberá quedar ligeramente húmeda pero sin que escurra agua; si el "churrillo" se deshace, hay que agregar más líquido y seguir traspaleando. Si por el contrario, escurre agua, entonces deberá agregarse un poco de tierra seca, se cuida de integrarla muy bien con el resto de la mezcla hasta que alcance la consistencia indicada. Ya no se le agrega más agua y deberá protegerse de la lluvia y el sol. Si llega a mojarse es posible que presente problemas de malos olores y atraso en el proceso de fermentación, lo que significa que el montículo tardará más en descomponerse y enfriarse.

5. Es necesario mover la mezcla diariamente durante unos diez u once días, de modo tal que no se caliente en exceso (la temperatura máxima que debe alcanzar es la de 70° C). Una vez concluida esta etapa, el montículo de material deberá alcanzar una altura de unos cuarenta centímetros, se dejará en reposo durante unos ocho o nueve días más. Después de los cuales el bocashi está listo para usarse. Se coloca en costales y se mantiene en lugar seco y protegido del sol para su mejor conservación. Es conveniente tomar en consideración que este tipo de fertilizante presenta óptimos efectos durante los primeros

tres meses después de haber concluido su proceso de fermentación.



IMAGEN 6. INGREDIENTES DEL BOCASHI.



IMAGEN 7. MEZCLANDO LOS INGREDIENTES.

Los indicadores de que nuestro bocashi ya está listo son:

- Pérdida de calor, la temperatura en el centro del montón debe ser igual a la del ambiente.
- Tiene un color pardo y una consistencia más o menos arenosa (sobre todo si no le ha caído agua en exceso).
- Olor característico a "tierra mojada".



Cómo determinar la cantidad apropiada de bocashi en nuestros cultivos

La cantidad que debe aplicarse por mata de maíz, amaranto y hortalizas de fruto es de un puño grande (de 150 a 250 gramos); para hortalizas de raíz o flor con un medio puño grande o un puño pequeño (de ochenta a 120 gramos) y para hortalizas de hoja con una pizca grande es suficiente (de cuarenta a setenta gramos). Se aplica en el suelo más o menos cada mes y medio o dos meses,

desde el momento de la siembra o trasplante (o unos días antes, al preparar el suelo) hasta la floración; estas aplicaciones pueden realizarse en el momento de los aporques o escardas. En el caso de los árboles frutales la cantidad de bocashi que se aplica debe ser entre 1.5 y tres kilogramos por cepa, antes de plantar el árbol.

CUADRO 5. INGREDIENTES Y COSTOS DE ELABORACIÓN DEL BOCASHI.

Ingredientes:	Costo:
Estiércol 600 kilogramos	1.5 tonelada por \$ 300 = \$ 0.2 por kilogramo Total: \$ 120
Tierra de bosque con hoja 400 kilogramos (10 costales)	1 costal por \$ 25 Total: \$ 250
Paja trillada, 5 pacas, cada una de 35 kilogramos	\$ 12 por paca = \$ 60
Piloncillo 4 kilogramos	\$ 9 por litro Total \$36
Levadura 1 kilogramo	\$ 32
1 costal de salvado	\$ 80 por bulto, total = \$ 80
6 costales de carbón molido (cisco)	15 cada uno = \$ 90
De 100 a 150 litros de agua	
De 25 a 30 kilogramos de ceniza o polvo de mármol o polvo de tezontle	—
Mano de obra	2.5 jornales Total = \$ 300
Tiempo de fermentación de 18 a 20 días	
Peso total obtenido	1000 kilogramos
Costo total	\$ 943
Costo por kilogramo	\$ 0.94 por kilogramo

Fuente: Elaboración propia



Abonos líquidos.

Se pueden elaborar abonos líquidos que se aplican en las hojas o en el suelo y cuyo efecto es más inmediato sobre la planta que los abonos sólidos, aunque resultan más laboriosos y lentos en su fabricación. Uno de ellos es el Supermagro, inventado por el campesino brasileño llamado Delfino Magro. Se trata de un preparado anaerobio, es decir, que en su proceso de fermentación debe tener el mínimo contacto con el aire, por lo que es necesario prepararlo en un recipiente bien sellado. En el Cuadro 6 pueden verse las cantidades de cada uno de los ingredientes que se requieren para su elaboración y los costos que implican éstos.

Se depositan una serie de ingredientes en un tambo de plástico de doscientos litros de capacidad con tapa, cincho y válvula (que no haya contenido residuos tóxicos o jabón):

- 140 litros de agua
- De 30 a 40 kilogramos de estiércol fresco de vaca, chivo o conejo
- 4 kilogramos de ceniza de leña
- 4 kilogramos de piloncillo
- 2 litros de leche
- 3 kilogramos de polvo de mármol o tezontle.

1. Con una pala revolver muy bien hasta que todos los ingredientes queden bien mezclados.
2. Eliminar toda la paja y basuras grandes que queden flotando sobre el agua.
3. Colocar y sellar bien la tapa con el cincho metálico.
4. Revisar que la válvula de la tapa quede bien apretada y que la porción terminal de la manguera quede sumergida en agua.
5. Esperar de dos a tres días para permitir que inicie la fermentación. El burbujeo de la

mezcla, cuando se presiona ligeramente la tapa o cuando se mueve suavemente la manguera es indicativo de que la fermentación está activa. Si esta no ha iniciado, entonces se debe añadir de cien a 150 gramos de levadura junto con dos kilogramos de piloncillo disueltos en dos litros de leche y dos litros de agua.

6. El biofertilizante estará listo después de cuatro semanas. Al cabo de las cuales presentará un color verde o amarillento traslúcido y un olor a fermento (tepache) ligeramente dulce o alcohólico. Si huele todavía a estiércol es señal de que la fermentación deseada no ha tenido lugar y se requiere más leche, piloncillo y levadura. Si la mezcla tiene un color ligeramente violáceo o negro y desprende un olor muy desagradable, putrefacto, significa que ha habido algún tipo de contaminación, entonces es necesario que se proceda a tirar el contenido del bote en la tierra de la parcela y a hacer nuevamente el preparado desde el inicio.



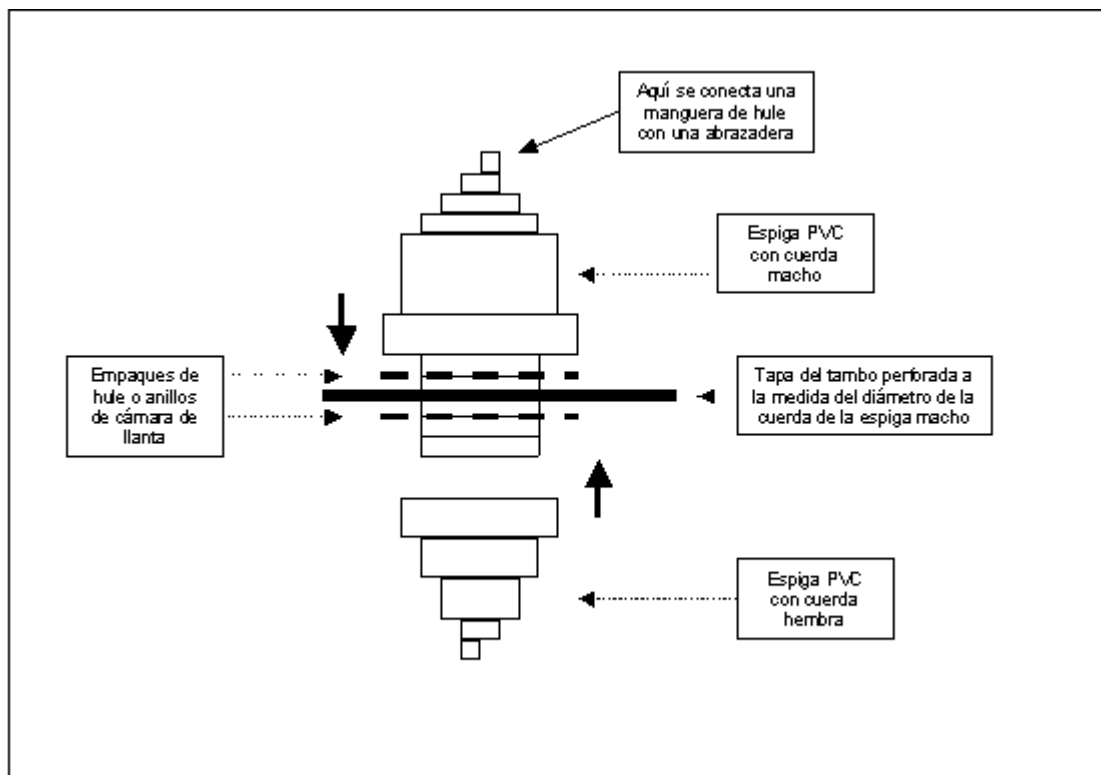
Si se desea hacer el biofertilizante con una mayor cantidad de nutrientes se aplicarán las siguientes sales minerales cada tres días en el siguiente orden:¹

- Día 3. 500 gramos de sulfato de zinc
- Día 6. 500 gramos de sulfato de zinc
- Día 9. 500 gramos de cloruro de calcio
- Día 12. 500 gramos de cloruro de calcio
- Día 15. 500 gramos de sulfato de magnesio
- Día 18. 500 gramos de sulfato de magnesio
- Día 21. 300 gramos de bióxido de manganeso
- Día 24. 50 gramos de cloruro de cobalto
- Día 37. 100 gramos de molibdato de sodio

- Día 30. 750 gramos de bórax
- Día 33. 750 gramos de bórax
- Día 36. 300 gramos de sulfato ferroso
- Día 39. 300 gramos de sulfato de cobre

Cada vez que se agregan las sales minerales, se disuelve la sal correspondiente en dos litros de leche, mezclados con dos kilogramos de piloncillo y dos litro de agua, y con cuidado se integra bien la mezcla dentro del bote. Una vez que se ha realizado el último agregado de sal mineral, necesitamos esperar como mínimo tres o cuatro semanas que la mezcla permanezca en reposo y bien tapada para que la fermentación se lleve a

FIGURA 5. VÁLVULA



¹ Comprar sales con calidad industrial, puesto que las sales para laboratorio, de calidad analítica, son considerablemente más caras.



cabo adecuadamente y el abono foliar quede listo para usarse.

Es importante mencionar que en la tapa del tambo debe colocarse una válvula, o en su defecto, adecuarse una manguera que vaya desde el interior del tambo hacia una cubeta o recipiente con agua y sumergirla (sello de agua), que permita la salida del gas metano resultado de la fermentación, al tiempo que evita el paso del aire exterior que contiene oxígeno, hacia el interior del tambo. En la Figura 5 se muestra un esquema del sistema. Debe cuidarse que la conexión de la tapa del tambo con la manguera esté bien sellada y no tenga fugas, que pudieran facilitar la entrada de aire al recipiente.

El rango de aplicación en campo es entre 400 mililitros y 1.5 litros de supermagro por la cantidad de agua de una bomba aspersora de veinte litros, de acuerdo al tamaño y tipo de planta. La aplicación de este compuesto se realiza en las hojas cada semana en el caso de las hortalizas (utilizando la concentración más baja); mensual, en el caso del maíz, el amaranto y los frutales (y se emplea la concentración más alta). La aplicación de la mezcla se hará muy temprano por la mañana o durante la tarde cuando el sol haya bajado, cuidando que la mayor parte de la aspersion sea por debajo de la hoja. Es conveniente en cada aplicación agregar a la mezcla, dos kilogramos de nopal o sábila molidos y colados en un litro de agua, con la finalidad de que nuestro preparado adquiera una consistencia pegajosa y se adhiera a la hoja y no se caiga fácilmente con la lluvia.

IMAGEN 8 . AÑADIENDO POLVO DE ROCA AL SUPERMAGRO.



IMAGEN 9 . TAMBO DE SUPERMAGRO CON MANGUERA PARA SALIDA DE GASES.



IMAGEN 10 . APARIENCIA DE SUPERMAGRO A LOS 4 MESES.. LISTO PARA USARSE.



CUADRO 6. INGREDIENTES Y COSTOS DE ELABORACIÓN DEL ABONO LÍQUIDO SUPERMAGRO.

Ingrediente	Fuente de Abasto	Costo
Agua 150 litros	Agua potable	0
Leche 28 litros	Producción pecuaria complementaria (2 vacas)	\$ 9 por litro Total: \$ 252
30 kilogramos de piloncillo	Tienda de abarrotes	\$ 6 por kilogramo Total: \$ 180
Estiércol de vaca 40 kilogramos	Producción pecuaria complementaria (2 vacas, 2 becerros)	\$ 0.2 por kilogramo Total: \$ 8
Ceniza de leña 2 kilogramos	Fogón de la casa	-
Sulfato de zinc 2 kilogramos repartidos en dos aplicaciones	Farmacia Paris	\$ 13.5 por kilogramo Total: \$ 27
Cloruro de calcio 2 kilogramos repartidos en dos aplicaciones	Farmacia Paris	\$ 15 kilogramos Total: \$ 30
Sulfato de magnesio 2 kilogramos repartidos en dos aplicaciones	Farmacia Paris	\$22.5 por kilogramo Total: \$ 45
Bióxido de manganeso 300 gramos	Farmacia Paris	\$ 3
Cloruro de cobalto 50 gramos	Farmacia Paris	\$ 125
Molibdato de sodio 100 gramos	Tienda de fertilizantes	\$ 100
Bórax 1.5 kilogramos repartidos en dos aplicaciones	Farmacia Paris	\$ 23 por kilogramo Total: \$ 34.5
Sulfato de fierro 300 gramos	Farmacia Paris	\$ 29.5 por kilogramo Total: \$ 8.85
Sulfato de cobre 300 gramos	Farmacia Paris	\$26 por kilogramo Total: \$ 10.5
Mano de obra. Incluye la preparación inicial, y posteriormente el pesado y adición de cada sal mineral.	Media hora diaria durante 12 días. 6 horas + 2 horas = 8 horas = 1 jornal	\$ 120
Varios: 1 palo de madera, 1 cubeta de 10 litros.	Unidad de producción	0
Amortización de tambos y válvulas		\$ 10.15
Volumen total Obtenido 200Lts		
Costo total \$ 954		
Costo por litro \$ 4.77		



Preparación de abonos a partir de plantas.

Las plantas muestran cierta deficiencia aparente que se manifiesta cuando las hojas más viejas y bajas de la planta comienzan a tornarse pálidas o de un color verde amarillento y el cultivo crece poco. En este caso es posible elaborar un preparado líquido que nos permite corregir las deficiencias nutricionales de nuestro cultivo, sobre todo de nitrógeno, al que llamamos caldo de hojas de acahual. Para su elaboración se colocan diez kilogramos de acahual bien picado dentro de un costal de yute amarrado con una cuerda y se deposita dentro de un tambo de cien litros de capacidad. El cual se llena con ochenta litros de agua limpia donde sumergimos el costal, se detiene con una vara o gancho y se cierra el tambo con una tapa o plástico. Después de doce a catorce días de reposo y maduración, escurrimos y sacamos el costal.



Se emplea de la siguiente manera: diluimos un litro del preparado en cuatro litros de agua. Aplicamos dos litros de la mezcla, por cada metro lineal del surco de nuestro cultivo de amaranto directamente en el suelo, cuidando que el líquido no toque los tallos ni las hojas. Las aplicaciones se llevan a cabo semanalmente cuando la planta tiene entre cincuenta y sesenta centímetros de altura y deja de aplicarse a partir de la floración.



Capítulo 3. El cultivo del amaranto orgánico en la Sierra Nevada.

Importancia de sembrar amaranto en la Sierra Nevada.

El amaranto es uno de los cultivos más antiguos e importantes de la población americana autóctona. Ejemplo de esa amplia distribución, es el gran número de nombres con que se le conoce en los diversos lugares donde se cultiva: Huautli, Bledo, Alegría, Cola de zorro, Moco de pavo, Kiwicha, Hınca ataco, Ataco, Coyo, Achis, Coimi achis, Yuyo, Achita y Amaranthus vocablo griego que significa “Flor eterna” (que no se marchita).

IMAGEN II. RECOLECTOR DE AMARANTO: CÓDICE FLORENTINO

Fuente: Anónimo. PLBI43 - Crop of the day: Amaranth. The crop of the day: Amaranth (*Amaranthus* spp., Amaranthaceae), consultado el 20 de noviembre de 2006 en <http://www.plantsciences.ucdavis.edu/gepts/pb143/LEC01/pb143101.htm>.



IMAGEN 12. COSMOGONÍA Y AGRICULTURA EN EL MUNDO PREHISPÁNICO

Fuente: López-Austin, A., 1994. Tamoanchan y Tlalocan , México : FCE.



En México el amaranto se cultiva desde hace 7,000 años y constituyó la principal fuente de proteínas de los pueblos prehispánicos. Esta planta ocupó un lugar central en la alimentación de los pobladores originarios de la cuenca de México. Algunas crónicas indican que los aztecas producían aproximadamente entre quince y veinte toneladas al año, y más de cinco mil hectáreas estaban dedicadas a la siembra de esta semilla.

El amaranto era considerado un alimento sagrado para los mexicas y su consumo estaba asociado a numerosas celebraciones religiosas. Tanto las semillas como la harina que se elaboraba eran utilizadas en las festividades de por lo menos nueve de los 18 meses del calendario azteca; en esos meses se celebraban rituales en honor de diversas deidades, la mayor parte de esas festividades estaban asociadas a la agricultura.



En algunas de estas festividades, las mujeres molían la semilla de amaranto y la mezclaban con miel de abeja, miel de maguey o sangre humana, después le daban la forma de diversos seres o dioses, y luego comían dichas figuras durante las ceremonias en los grandes templos o en las reuniones familiares como un símbolo de comunión con sus deidades. Lo que representó para los conquistadores una especie de competencia pagana con respecto a la comunión difundida por la iglesia católica.

Por tal motivo, durante la época Colonial los evangelizadores prohibieron las festividades asociadas al amaranto, y muy probablemente, también se prohibió el cultivo mismo y el uso generalizado de la semilla. Lo que provocó la pérdida casi total de la costumbre de consumirlo en la mayor parte de la población. El cultivo logró sobrevivir sólo en pequeñas áreas, en las regiones montañosas de México y Sudamérica. Los conquistadores pensaron que el papel alimentario del amaranto podría ser sustituido por el trigo europeo; sin embargo, ignoraban las enormes cualidades nutritivas de la semilla, y la función fundamental que tuvo en el balance de la dieta de los pobladores originarios de Mesoamérica.



De esta manera, la conquista religiosa se volvió simultáneamente un acto de control y dominio físico con la ruptura del equilibrio nutricional, que acarreó efectos negativos en la salud del pueblo conquistado.

Los españoles revelaron su desprecio por el amaranto con la frase “Me importa un bledo”, todavía usual hasta nuestros días, que nos muestra la forma como los españoles trataban a los indígenas y sus tradiciones.

No fue sino hasta el siglo XX que el amaranto comenzó a revalorarse como un cultivo prometedor para la nutrición humana. En 1975, la Academia Nacional de Ciencias, en un esfuerzo por ampliar la base alimenticia mundial, realizó un estudio y publicó un documento titulado “Plantas tropicales subexplotadas con valor económico prometedor”. El amaranto fue incluido como parte de una lista de 36 vegetales con mayor potencial.

Actualmente ha sido considerado por la Organización Mundial de la Salud como uno de los alimentos del futuro; incluso se ha propuesto como una excelente alternativa de nutrición para



los tripulantes de los viajes espaciales, en donde las condiciones de tiempo, espacio e ingravidez obligan a los cosmonautas a consumir alimentos muy nutritivos, ligeros y de fácil digestión, características que se encuentran reunidas en el amaranto.

La planta que comúnmente conocemos como amaranto en realidad está conformada por una gran diversidad de especies y variedades, adaptadas a distintas altitudes, climas, y tipos de suelo. El amaranto se puede cultivar desde una altura al nivel del mar, hasta alturas propias de las montañas templadas o semifrías. Se produce tanto en regiones áridas, con lluvias que van desde los 400 milímetros anuales, hasta zonas tropicales con 1 300 milímetros de precipitación anual. En nuestro país las especies más frecuentes son el *Amaranthus cruentus* y el *Amaranthus hypocondriacus*; esta última especie es la que se adapta mejor a la región de la Sierra Nevada.

El amaranto es un cultivo muy eficiente que puede desarrollarse en condiciones agroclimáticas adversas para otros cultivos; por ejemplo: fuertes sequías, altas temperaturas o suelos relativamente salinos. A pesar de ello, es una planta sensible al frío y a las heladas tanto como el maíz, en consecuencia, los mayores rendimientos se obtienen con temperaturas elevadas.



El amaranto puede consumirse de múltiples formas, como grano, verdura o harina. También es posible usarlo como forraje para alimentar animales domésticos. La semilla puede utilizarse en la preparación de una amplia gama de alimentos; posee además, un potencial importante para orientarlo en las industrias de alimentos, de cosméticos, colorantes y plásticos biodegradables, por el alto contenido de ácidos grasos. Las variedades pigmentadas se aprovechan como colorantes en algunas bebidas tradicionales como la “chicha”.

IMAGEN 13. PALANQUETAS DE AMARANTO CON CHOCOLATE



Otra de las características más importantes de este grano es su alto valor nutritivo. La calidad proteica del amaranto es comparable a la de la soya y semejante a la de la carne (véase cuadros del 7 al 10): cien gramos de grano contiene alrededor de 17 gramos de proteína caracterizadas por un excelente balance de aminoácidos necesarios a los seres humanos, siendo superior incluso al



que ofrece la leche. Uno de los aminoácidos que contiene es la lisina, sustancia de gran importancia en nuestra nutrición, pero escasa en otros cereales como el maíz, el arroz o el trigo. El valor proteínico de la semilla es entre doce y 16 por ciento superior al trigo, diez por ciento mayor que el maíz y siete por ciento más alto que el arroz.

Actualmente, la forma más común en México de comer la semilla del amaranto es en el popular dulce llamado “alegría”, cuya preparación deriva del antiguo tzoalli, con la diferencia de que en la actualidad en lugar de la harina de amaranto, se utilizan las semillas reventadas como rosetas de maíz. Sin embargo, la semilla de amaranto puede consumirse de muy diversas maneras: en atoles, papillas, tamales, frituras, entre muchos otros más. La planta también es posible comerla en germinado y las hojas tiernas pueden prepararse en ensalada, sopas o cocidas al vapor. Estas últimas son ricas en vitaminas, proteínas y minerales, entre los minerales destacan el hierro, el calcio y el fósforo. La hoja de amaranto tiene más hierro que la espinaca, lo que la hace ideal para evitar la anemia; además, una característica es su alta digestibilidad, entre ochenta y el 92 por ciento.

Las semillas también pueden ser molidas y mezcladas con maíz para elaborar una gran variedad de platillos. La flor del amaranto en algunas regiones se emplea para adornar macetas y jardineras. Es común encontrarla en los mercados en venta para ornamentar las ofrendas del Día de Muertos.



IMAGEN 14. PLANTAS Y PANOJAS DE AMARANTO

CUADRO 7. COMPOSICIÓN PROXIMAL COMPARATIVA DE SEMILLAS DE AMARANTO, MAÍZ Y TRIGO.

	Amaranto	Maíz	Trigo
% Humedad	5.78	10.1	14.2
% Proteína cruda	15.29	9.4	13.1
% Grasa	7.12	5.2	2.7



CUADRO 8. COMPOSICIÓN COMPARATIVA DEL CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS (G/16 G N) EN SEMILLAS DE AMARANTO, MAÍZ Y TRIGO.

	Amaranto	Maíz	Trigo
Isoleucina	2.43	4.15	3.01
Leucina	3.39	3.65	8.30
Lisina	3.83	3.0	2.92
Metionina	1.22	1.51	1.17
Cisteina	1.38	2.05	5.40
Fenilalanina	2.48	3.23	3.88
Tirosina	1.86	2.30	2.58
Treonina	2.46	3.52	2.42
Triptofano	0.73	0.8	1.12
Valina	2.75	1.30	3.85
Histidina	1.61	2.10	2.01
Prolina	3.34		
Serina	4.59		

Fuente: Fuente: Adaptado de Bressani, R., s/f., Composition and nutritional properties of amaranth, en anónimo, Amaranth. Biology, Chemistry and technology, pp. 185-192; y Yañez, E., I. Zacarías, D. Granger, M. Vásquez y A. Estévez. 1994. Caracterización química y nutricional del amaranto (*Amaranthus cruentus*), Arch. Latinoamer. Nutr. 44 (1): 57-62.

CUADRO 9. COMPARACIÓN DEL CONTENIDO DE MINERALES (MG/100G) EN GRANOS DE AMARANTO, MAÍZ Y TRIGO.

	Amaranto	Maíz	Trigo
Fósforo	600	322	380
Potasio	63		
Calcio	244	3080	40
Magnesio	342		
Sodio	23		
Hierro	53	3.5	4.24
Cobre	2.4	1.8	4.11
Manganeso	3.5		
Zinc	3.8	2.1	3.8

Fuente: Adaptado de Bressani, R., s/f., Composition and nutritional properties of amaranth, en anónimo, Amaranth. Biology, Chemistry and technology, pp. 185-192; y Yañez, E., I. Zacarías, D. Granger, M. Vásquez y A. Estévez. 1994. Caracterización química y nutricional del amaranto (*Amaranthus cruentus*), Arch. Latinoamer. Nutr. 44 (1): 57-62.



CUADRO 10. COMPARACIÓN DEL CONTENIDO DE VITAMINAS (MG/G) EN GRANOS DE AMARANTO, MAÍZ Y TRIGO

	Amaranto	Maíz	Trigo
Tiamina	1.4-2.5	4.7	5.8
Riboflavina	2.9-3.2	0.9	1.0
Niacina	100-115	16.2	25.2
Biotina	-		
Acido Fólico	-	0.3	0.6
Acido Ascórbico	28-30		

Fuente: Adaptado de Bressani, R., *s/f.*, Composition and nutritional properties of amaranth, en anónimo, Amaranth. Biology, Chemistry and technology, pp. 185-192; y Yañez, E., I. Zacarías, D. Granger, M. Vásquez y A. Estévez. 1994. Caracterización química y nutricional del amaranto (*Amaranthus cruentus*), Arch Latinoamer. Nutr. 44 (1): 57-62.

Las cualidades anteriormente descritas otorgan a este cultivo un alto valor, tanto para la nutrición de nuestras familias, como para la búsqueda de nuevas formas de aprovechamiento de esta maravillosa planta. Por ello, consideramos que las posibilidades que se abren con el cultivo del amaranto en la Sierra Nevada son muy amplias, adicionalmente es una especie complementaria del cultivo de maíz, no obstante que el cultivo del amaranto requiere una mayor inversión en trabajo y dinero, en términos nutricionales y comerciales es más atractivo (cuadros 11 y 12). Con respecto al aspecto comercial, recientemente se han abierto nuevos mercados para la siembra del amaranto en condiciones orgánicas, es decir, sin el empleo de agroquímicos, condición que favorece precios ligeramente mayores que los que se consiguen con el amaranto producido convencionalmente. Dentro de la región la empresa Amarantos Mexiquenses ha sido pionera en el cultivo orgánico de esta planta, con resultados bastante alentadores. Esta pequeña empresa dedicada a la producción agrícola y la transformación del amaranto en diversos productos alimenticios como (palanquetas y granolas principalmente), ha logrado establecer una alianza estratégica con la comercializadora Aires del Campo para vender sus productos en tiendas de autoservicio a nivel nacional, tiendas

especializadas de productos orgánicos y en algunas ciudades de los Estado Unidos.

La apertura de estos nuevos mercados para el amaranto, supone el incremento gradual en los próximos años en la demanda de semilla con calidad orgánica. Es otra de las razones por las cuales, el amaranto, además de constituir una opción para mejorar la calidad de nuestra alimentación, puede también significar una alternativa más para complementar los ingresos de las familias que se dedican a la agricultura en la región. Una ventaja adicional es el empleo de técnicas de producción orgánica, que en principio requieren de mayor esfuerzo en mano de obra, y la obtención y preparación de estiércoles; sin embargo, a la larga nos permite conservar mejor nuestros suelos; mejores condiciones de salud para nuestra familia; economizar en insumos químicos como fertilizantes e insecticidas; diversificar las plantas y productos cultivados en nuestras parcelas, y en resumen, hacer de nuestra agricultura una actividad más atractiva no sólo para los adultos, sino para todos los miembros de la familia. A continuación presentamos con mayor detalle las posibilidades de los cultivos orgánicos de amaranto, y los esfuerzos necesarios a realizar por parte de muchos de nosotros.



CUADRO II. COSTO Y BENEFICIO DEL CULTIVO DE AMARANTO ORGÁNICO SIN CERTIFICAR EN LA REGIÓN SIERRA NEVADA

Labor		Costo total jornales	Insumos	Costo total insumos y/o maquinaria	Costo Total
Preparación del terreno					
Arado de cincel	---		300	300	300
Rastra	---		300	300	300
Surcado	---		400	400	400
Elaboración del almácigo	1	130	Bocashi \$ 0.94 x 3 kilogramos Paja (residuos cosecha) Semilla \$ 30 x 4 kilogramos Supermagro 4.77 x 0.3 litros	2.82 120 1.43	254.25
Transplante	12	1 512			1 512
Biofertilización					
Bocashi (8 jornales por aplicación 2 aplicaciones)	16	2 080	Bocashi \$ 0.94 x 2 toneladas Acarreo	1 880 350	4 310
Supermagro	3	390	Supermagro \$ 4.77 x 100	477	867
Escarda.					
Primera	12	1 512	Tractor	300	1 812
Segunda	8	1 040	Tractor	300	1 340
Tercera	3	390	Tractor	300	690
Cosecha					
Corte amogotado	12	1 512			3 024
Recolección y trillado	2	260	Combinada	750	1 100
Transporte		---	1 flete	350	350
Limpinado	9	1 170		----	1 170
Almacenaje.	2	260	\$ 2 x 36 costales	72	332
Costo total:					17,761.25
Ingreso:	1.8 toneladas x \$ 14,000 por kilo				25,200
Ganancia:					7 438.75

El grano de amaranto orgánico tiene un precio que varía entre los \$ 14 y \$ 18 por kilogramo, sin embargo para acceder a este mercado el productor debe estar certificado como orgánico. El precio del amaranto producido convencionalmente oscila actualmente entre \$ 14 y \$ 15 por kilogramo.
Fuente: Datos proporcionados por la empresa Amarantos Mexiquenses S. de R. L. de C.V. en el municipio de Ozumba.



CUADRO 12. COSTO Y BENEFICIO DEL CULTIVO DEL MAÍZ BAJO EL SISTEMA CONVENCIONAL EN LA REGIÓN DE LA SIERRA NEVADA

Labor	Jornales	Costo total de jornales	Insumos y maquinaria	Costo de insumos y maquinaria	Totales
Preparación del terreno					
Barbecho			Tractor	300	300
Rastra			Tractor	300	300
Surcado			Tractor	400	400
Siembra	3	390	Semilla \$ 9 x 15 cuartillo	135	525
Fertilización química	3	390	Urea \$ 120 x 6 costales	720	1110
Escarda					
Primera escarda			Yunta	400	400
Cajón	3	390	Yunta	400	790
Enderezada	3	390	Yunta	200	590
Cosecha					
Tirada	2	260			260
Amogotada	2	260			260
Pizca	6	780			720
Transporte			1 flete	500	500
Almacenaje			\$ 2 x 80 costales	160	160
Costo total:					6315
Ingreso:	3 toneladas x \$ 1000 = \$ 3000				3000
Pérdida:					-3315

Fuente: Datos proporcionados por el Sr. Alvaro Arvizu, ejidatario de San Juan Atzacualoya, Tlalmanalco, Estado de México.



Consideraciones necesarias antes de sembrar amaranto.

En el siguiente (Cuadro 13) se presentan algunos detalles que es necesario prever y cuidar, en el caso de que decidamos cultivar la planta de amaranto.

CUADRO 13. LO QUE HAY QUE CUIDAR CUANDO SEMBRAMOS AMARANTO.

Para el establecimiento	Para su mantenimiento	En el momento de cosecharse	En la comercialización
<p>1. El amaranto prefiere suelos con un pH cercano a 6 y una temperatura alrededor de los 15° C para su establecimiento.</p> <p>2. El amaranto en general es una planta sensible al foto período, o cantidad de horas de luz que recibe. Es decir, al sembrarse o transplantarse tardíamente (ver calendario), recibe mucho menos tiempo de luz, lo que determina que florezca antes de tiempo, lo cual reduce considerablemente sus rendimientos.</p> <p>3. Dejar el amaranto demasiado tiempo en el almácigo, puede provocar estrés en la planta, lo que también adelanta la floración y trae como consecuencia una baja considerable del grano cosechado.</p>	<p>4. Si bien esta planta resiste períodos cortos de sequía sin morir, esos momentos de deshidratación también provocan estrés en la planta que adelanta la floración y reduce la producción.</p> <p>5. El control adecuado y a tiempo de otras plantas que compiten por luz con el amaranto es muy importante. Estas deben ser cortadas antes de que broten semillas, para impedir que puedan mezclarse con la semilla del amaranto durante la cosecha; esta contaminación es frecuente sobre todo en la cosecha con máquina. Si nuestro amaranto es superado en altura por las plantas vecinas, comenzará a sombrearse y en consecuencia su desarrollo no será óptimo.</p>	<p>6. El amaranto deberá cosecharse cuando han pasado las primeras heladas, y en el momento que la planta esté bien seca.</p> <p>7. En caso de cosecharse con una “combinada”, se debe reducir la velocidad del cilindro, con la finalidad de minimizar los daños sobre el grano.</p>	<p>8. Si decidimos sembrar una superficie amplia con amaranto es conveniente que tengamos claro con anterioridad, dónde lo vamos a vender y cuál será el precio que nos pagarán por nuestro producto.</p>
		Fuente: Elaboración propia	



Preparación del terreno para la siembra.

Para la preparación se utiliza una rastra, si el terreno tiene mucha hierba es necesario utilizar una segunda rastra cruzada; en el caso de que exista compactación del suelo, entonces también se emplea el arado de cincel. Esta operación es posible que la realice una sola persona. En la producción de amaranto orgánico, donde se busca la conservación del suelo, es importante saber que entre las labores de preparación que se llevan a cabo, se remueva lo menos posible la tierra, sobre todo es necesario evitar el empleo del arado de discos que invierte las capas del suelo. Esta acción no sólo modifica la estructura del suelo y genera compactación en el largo plazo, sino que reduce la humedad y modifica las poblaciones de microorganismos; por ello se recomienda que las labores se hagan con yunta o arado de cincel.



Cultivos que pueden ser intercalados, asociados o rotados con el amaranto.

En producciones de tipo comercial, prácticamente no existen experiencias documentadas de asociación de cultivos. En cultivos de subsistencia se conoce el caso del amaranto cultivado en la zona



purépecha de Michoacán, donde éste se intercala con maíz, huauzontle o frijol de mata.

El amaranto crece pobremente en suelos compactados. Por ello, si tenemos un suelo con esas características es conviene un año antes alguna asociación de leguminosa con gramínea (por ejemplo: maíz con haba, avena con ebo). O bien, sembrar una leguminosa (chícharo, ebo o frijol) unos meses antes del establecimiento del amaranto, luego incorporar este cultivo al suelo en la fase de floración, con la ayuda de una rastra.

Es importante considerar que el amaranto en la región puede sembrarse hasta por tres años consecutivos en la misma parcela, pero al cuarto año conviene establecer ebo, para incorporarlo al suelo como abono verde al suelo.

En el caso de la empresa Amarantos Mexiquenses también se han hecho rotaciones anuales con flor de manzanilla.



Tiempo de la siembra del amaranto

El amaranto puede ser sembrado directamente en el campo, o de manera indirecta, se siembra en un primer momento en un almácigo o en charolas de germinación. En el primer caso la siembra tiene que ser más temprana (de mayo a la primera semana de junio), en el segundo, puede ser más tardía (primera quincena de junio en zonas altas y durante todo el mes de junio en zonas más bajas).

La siembra directa.

La siembra directa deberá realizarse durante el mes de mayo. Para ello, el terreno tendrá que estar limpio de hierba y sin presentar compactación del suelo. Con la yunta o el tractor se trazaran surcos bajos, de lomo ancho (véase figuras 6a y 6b), con una ranura de baja profundidad de uno o dos centímetros. Este trabajo puede ejecutarse con el implemento más pequeño del tractor (la reja del número 0) o con la yunta. La semilla se depositará en la ranura a lo largo del surco “a chorrillo”. Un implemento que puede adaptarse para dicha tarea es un tubo de cobre de un metro de largo con la punta aplanada en uno de sus extremos (reduciendo la boca del tubo a una pequeña ranura), y el otro extremo se une a una bolsa o ayate (véase Imagen 13). Es conveniente que para darle la forma aplanada a la punta, se haga de manera cuidadosa, con unas pinzas y dejando la ranura con un espacio de dos milímetros, que permita la fácil salida de la semilla. La semilla deberá mezclarse con arena seca, en una proporción de una parte de semilla por dos de arena, con la finalidad de que la mezcla le otorgue peso a la semilla y permita una mayor homogeneidad en el momento de sembrarla. La siembra deberá ser uniforme a lo largo de todo el

surco, cuidando que la semilla quede sobre el lomo y dentro de una pequeña ranura en la tierra.

Son conocidas algunas experiencias donde la siembra se ha realizado en surcos sin ranura, muy altos, poco anchos y sin el empleo de arena, que han llevado a grandes fracasos, debido a que la semilla tiende a caerse hasta el fondo del surco, en donde es cubierta por el azolve o arrastrada por el agua, lo que provoca el brote nulo o escaso de la planta, en la mayor parte del terreno.

IMAGEN 16. IMAGEN. COSTAL CON TUBO SEMBRADOR



IMAGEN 17. SEMBRANDO AMARANTO EN FORMA DIRECTA



En la siembra directa las densidades que se consideran van de 1.2 a 3.5 kilogramos de semilla por hectárea. Los surcos pueden tener un ancho de ochenta a noventa centímetros y las semillas se siembran “a chorrillo” con una separación de 1.3 centímetros. Algunos estudios que se han llevado a cabo en Missouri, Estado Unidos, han demostrado que es posible efectuar siembras desde 280 gramos hasta 4.4 kilogramos por hectárea, con una distancia promedio entre semillas de 1.25 centímetros y de 75 centímetros entre líneas. Los mayores rendimientos se han reportado con densidades bajas, puesto que hay menor competencia entre las plantas, generalmente con surcos de 75 a 80 centímetros de distancia.

En otros países se ha sembrado amaranto orgánico con distancias de veinte centímetros entre planta y planta, y de 45 centímetros entre hileras. Hay que recordar que una mayor distancia entre líneas incrementa el rendimiento general, pero también aumenta el número de otras hierbas que compiten con el amaranto y que por tanto requieren ser controladas.

La aparición de los brotes de las plantas de amaranto puede verse detenida por la formación de una costra superficial sobre el suelo, provocada por las gotas de lluvia que compactan la tierra al caer. Para ello, se recomienda preparar adecuadamente la cama de cultivo, por ejemplo, colocando un poco de paja después de la siembra con la finalidad de crear una especie colchón. Es importante mencionar que en la siembra directa se ahorra el trabajo del transplante, pero se requiere de un aclareo, es decir, la eliminación de las plantas de amaranto excedentes, de forma tal que al final tengamos plantas con una distancia no menor a veinte centímetros en un arreglo de mateado.

Dicha acción permite eliminar la competencia entre plantas y tener un mejor desarrollo del cultivo.

Este aclareo se hace inmediatamente antes de la primera escarda, en el momento en que hayan emergido la mayor parte de las plantitas de amaranto.

FIGURA 6A. SIEMBRA ADECUADA

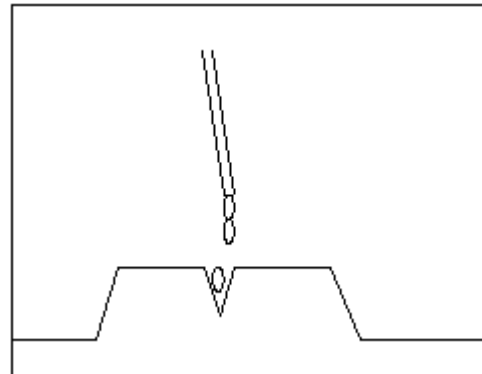
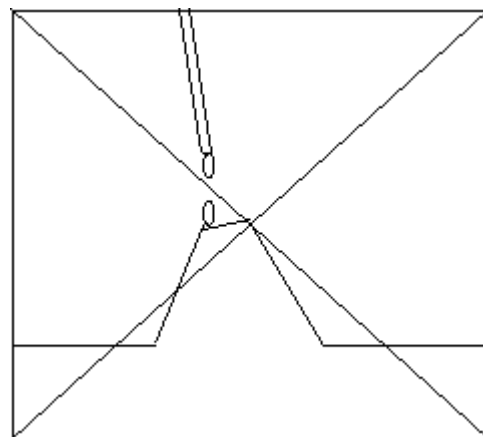


FIGURA 6B. SIEMBRA INCORRECTA



Siembra en almácigo.

Tradicionalmente, el almácigo se preparaba en la región chinampera de Chalco, Tlahuac y Xochimilco, mediante el empleo de bloques de lodo en donde se colocaba y germinaba la semilla. En Ozumba se ha desarrollado una tecnología similar, pero adaptada a las condiciones de la región.

Se excava un rectángulo de ocho metros de largo por un metro de ancho, con una profundidad de quince a veinte centímetros. El terreno debe estar libre de piedras y tener fácil acceso al agua de riego. Primeramente se coloca una capa delgada de paja que cubra ligeramente el fondo de la excavación y se aplica un riego ligero. Luego se coloca una capa del biofertilizante bocashi, -mencionado anteriormente- de unos tres a cinco centímetros de altura y por último se completa el relleno con tierra cernida.

La cama recién formada se riega con agua suficiente hasta saturar el suelo (que se forme lodo). Se espera de una a dos horas a que toda la cama se humedezca de forma homogénea y si es necesario, se realiza un segundo riego. Finalmente, con un cuchillo o con un rastrillo modificado (con cuchillas o puntas desbastadas) se raya la cama, primero a lo largo y luego a lo ancho, formando cuadrillos de unos dos centímetros de lado. Las cuchillas deberán penetrar unos tres o cuatro centímetros de profundidad. Sobre esta cuadrícula se riega “al voleo” cuatro kilogramos de semilla, cuidando que ésta quede repartida lo más uniformemente posible.

La cuadrícula diseñada permite delimitar cada una de las matas del almácigo, y así poder separarlas más fácilmente al momento del transplante; pero sobre todo, las marcas nos dan una orientación

para el deshierbe de la cama en días posteriores, utilizando el mismo rastrillo, el cual se deberá pasar siguiendo las líneas de la cuadrícula. El almácigo deberá prepararse entre la última semana de abril y las dos primeras de mayo.

IMAGEN 18. ALMÁCIGO



Otra forma de preparar la semilla para el transplante es la siembra en charolas de unicel, cartón, plástico, etc. Cada cepellón o cavidad de la charola deberá contener tres plántulas de aproximadamente quince o veinte centímetros de altura para al momento de ser transplantadas. En este caso, el sustrato utilizado es una mezcla de tierra de monte, bocashi y arena (en proporción de 3:1:1). Si se llegaran a tener problemas como descomposición (pudrición) de la plántula o el secado del tallo en la charola, entonces conviene reducir los riegos y aplicar un poco de caldo bordelés en la proporción de una porción de caldo por cuatro partes de agua.

Existen experiencias en la región de Tehuacán, Puebla, en donde la semilla se germina en charolas recicladas (cajas de refresco). Luego, las plantitas en grupos de tres se transplantan en bolsas de vivero pequeñas, donde alcanzan un tamaño de 25 a 30 centímetros. Después de lo cual son directamente transplantadas a la parcela.



Distancia adecuada para el trasplante.

Para efectuar el trasplante es necesario el inicio de la temporada de lluvias, que normalmente ocurre a partir del mes de junio. Este debe llevarse a cabo de 23 a 33 días después de la siembra en almácigo. Se plantan de tres a cinco plantas por mata (porción de terreno preparada) y se marca una distancia de treinta centímetros entre cada mateado. El trasplante es realizado de forma manual, cuando las plántulas tienen entre quince y veinte centímetros de altura, lo cual llega a ser tardado y laborioso.

IMAGEN 19. SEPARANDO EL ALMÁCIGO PARA SELECCIONAR PLÁNTULA A TRANSPLANTAR

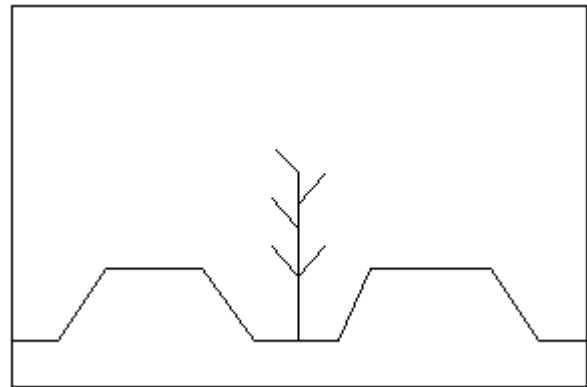


IMAGEN 20. CEPELLÓN PARA TRANSPLANTE

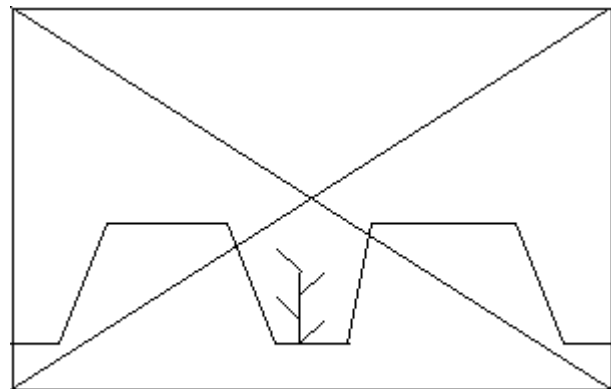


La densidad, es decir, la cantidad de plantas dispuestas en una porción de terreno, tiene un efecto significativo sobre el rendimiento, los mayores rendimientos están asociados a densidades bajas de población. En general, para la región de la Sierra Nevada, se recomienda que el cultivo de amaranto se haga en surcos de ochenta centímetros de ancho, y el trasplante de cepellones con tres plantas, se disponga a una distancia de treinta a sesenta centímetros.

7A. ALTURA DE TRANSPLANTE CORRECTA



7B. ALTURA DE TRANSPLANTE INCORRECTA



Trabajos y deshierbe necesarios a nuestro cultivo.

La primera escarda consiste en la eliminación de la hierba que puede competir con el amaranto por la luz (de ocho a quince días después del transplante), además éste es un buen momento para aflojar el suelo con la finalidad de que la raíz del cultivo goce de mejores condiciones para su desarrollo. Esta labor se realiza poco antes de que la hierba silvestre alcance la altura del amaranto. Si la planta es todavía muy pequeña como para pasar el arado de palo o la cultivadora, entonces se hace un primer trabajo con azadón.

Es importante que el trabajo de escarda no tape a la pequeña planta de amaranto. La segunda escarda se hace quince días después, primero con azadón y posteriormente pasando el arado de yunta o la cultivadora, de forma tal que se le eche montón (de tierra) a la planta y se elimine la hierba de menor tamaño. Si el cultivo lo requiere, se da

una tercera escarda con la yunta, con la finalidad de terminar de dar forma al cajón del amaranto (aterrado o montón), y eliminar la hierba que haya crecido en las últimas semanas, es positivo utilizar también el azadón.

Abonamiento y aplicación de supermagro.

Algunos investigadores consideran que la dieta del amaranto es menor a la del maíz, pero mayor que la de cebada, y muy parecida a la del girasol. Algunos experimentos han establecido que es suficiente con veinte gramos por metro cuadrado de nitrógeno para 33.3 plantas por cada metro cuadrado; lo que correspondería a una producción de biomasa (considerando la planta completa) de 2 827 gramos por metro cuadrado y un rendimiento de semilla de 346 gramos por metro cuadrado.

CUADRO 14. RANGOS DE FERTILIDAD DEL SUELO Y EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES PARA EL CULTIVO DEL AMARANTO

	Cantidad de nutrientes, que debería mantenerse para cultivar amaranto con buenos rendimientos en suelos de fertilidad media y alta: (kilogramos por hectárea)	Por cada 1 483 kilogramos por hectárea de grano producido el cultivo extrae: (kilogramos por hectárea)
Nitrógeno	112 a 135	30
Fósforo	37 a 94	9
Potasio	198 a 297	7

Fuente: Adaptado de Grain amaranth a lost crop of the Americas, y D. H. Putnam, E. S. Oplinger, J. D. Doll, and E. M. Schulte y E. Weber, 1987, Amaranth Grain Production Guide 1987, Rodale Research Center Rodale Press, Alternative field crops manual, University of Wisconsin-Extension, Cooperative Extension, University of Minnesota: Center of Alternative Plant and Animal Products and the Minnesota Extension Service.



En el Cuadro 15 que mostramos más adelante, se presenta un análisis promedio de los nutrientes contenidos en un abono bocashi. Como podremos darnos cuenta, para recuperar la cantidad de nitrógeno extraída por el cultivo en un ciclo (véase Cuadro 14), tendríamos que aplicar como mínimo entre cuatro y cinco toneladas de bocashi, para un rendimiento aproximado de una y media toneladas. Sin embargo, como se comentó en el primer capítulo, los cultivos orgánicos poseen la ventaja de que la materia orgánica –base de éstos cultivos- es dinámica, está constantemente transformándose y liberando sus nutrientes; todos estos cambios son favorecidos por microorganismos. Y si bien el nitrógeno es el componente que las plantas extraen en mayor cantidad, no es el único, existen muchos otros más, que nuestro bocashi también va a aportar.

Si consideramos los materiales orgánicos que ya existen en el suelo, que en el futuro podrán mineralizarse y convertirse en nitrógeno asimilable por la planta (por ejemplo los residuos de la cosecha o las malezas que hemos cortado y dejado en el suelo), nos daremos cuenta que ahí contamos con otra fuente de nitrógeno, por lo que la cantidad de abono a aplicar no tendrá que ser tan grande como se calculó en un inicio. Si a esto le añadimos la aplicación de “abonos verdes” y la presencia de microorganismos que fijan el nitrógeno de la atmósfera, es posible concluir que la cantidad de nitrógeno a recuperar a través del bocashi será todavía menor.

Es importante entonces considerar que no requerimos de cantidades tan altas de estiércol para desarrollar la agricultura orgánica; siempre y cuando mantengamos un suelo en condiciones adecuadas para que los microorganismos realicen su trabajo, practiquemos rotaciones y asociaciones

con leguminosas, y procuremos integrar a los suelo, las hierbas resultado de los deshierbes, así como los residuos de las cosechas. Esto nos muestra que calcular y aplicar una receta general, única, para una fertilización adecuada con compostas en los cultivos de la región, es prácticamente imposible, en tanto los factores, interacciones y nutrientes que intervienen son múltiples. Además, cada parcela tendrá condiciones biológicas y fisicoquímicas distintas según el lugar donde se encuentre y el manejo que se le haya dado.

Debido a lo antes dicho, nos basaremos en la experiencia directa de la empresa Amarantos Mexiquenses para hacer una recomendación de la cantidad mínima con la cual abonar los cultivos, a un costo económico razonable. La aplicación de bocashi o composta en el suelo depende sobre todo del estado en el que se encuentre los suelos de nuestras propias parcelas y de la disponibilidad de abono que tengamos. La recomendación general en la región de Ozumba, en donde se ha cultivado amaranto orgánico es la aplicación mínima de una tonelada, fraccionada en dos parte, la primera mitad en el momento del transplante y la segunda durante la primera escarda. Si nuestros suelos son más arenosos, entonces el requerimiento de composta será mayor; los rangos de aplicación podrán estar entre una y cinco toneladas por hectárea. Y la aplicación deberá hacerse “mateada”.



IMAGEN 21. PLANTAS CON ABONO BOCASHI ANTES DEL PRIMER PASO DE YUNTA



En experiencias recientes se ha comenzado a emplear el biofertilizante supermagro, como complemento nutricional en la producción de amaranto. Se han practicado aplicaciones de este preparado en concentraciones del tres a cinco por ciento (es decir de 600 a mil mililitros de supermagro para completar una bomba aspersora de veinte litros) cada 45 días. Es conveniente

un total de tres aplicaciones desde el momento del trasplante hasta la formación de grano. Es favorable practicar una primera aplicación, cuatro o siete días después del trasplante, cuidando que el suelo esté húmedo. En el almácigo también podrá hacerse una aplicación, cuando la planta tenga entre siete y diez días después de la germinación con una concentración del uno por ciento.

Un cultivo bien nutrido presentará un crecimiento favorable a partir de su germinación, caracterizado por hojas oscuras y tallos vigorosos. En el mediano plazo, el crecimiento continuará, se mantendrá en buen estado de salud y presentará una rápida ramificación. En el largo plazo, las condiciones de un buen suelo se traducirán en la obtención de plantas con hojas largas de un verde ligeramente claro, con panojas pesadas y tallos lo suficientemente fuertes como para soportar dichas panojas.

CUADRO 15. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL BOCASHI.

Parámetro	Nivel
Densidad aparente kilogramos por litro	0.69
PH 1:2 Agua destilada	7.3
Materia orgánica – porcentaje:	8.1
Nitrógeno total – porcentaje:	0.71
Fósforo – porcentaje:	0.70
Potasio – porcentaje:	1.5
Calcio – porcentaje:	3.9
Magnesio – porcentaje	0.6
Relación Carbono/Nitrógeno	6.6
Hierro (miligramos por kilogramo)	115
Zinc (miligramos por kilogramo)	90
Manganeso (miligramos por kilogramo)	297
Cobre (miligramos por kilogramo)	57
Molibdeno (miligramos por kilogramo)	0.8
Cobalto (miligramos por kilogramo)	0.3

Componentes principales del bocashi analizado: aserrín, tierra, estiércol de vaca, harina de pescado, salvado, levadura, piloncillo, carbón molido.

Fuente: Análisis proporcionados por el Ing. Mauro Martínez, del Pueblo de la Magdalena Petlacalco, Delegación Tlalpan, Distrito Federal.



IMAGEN 22. PLANTAS DE AMARANTO BIEN NUTRIDAS



Plagas y enfermedades que atacan al amaranto. Medidas preventivas.

En general en nuestra región, el amaranto no presenta grandes problemas de plagas o enfermedades, sobre todo si existe una buena nutrición del cultivo y la rotación con otros cultivos.

IMAGEN 23. PANOJA DE AMARANTO EN FLORACIÓN



Tiempo y modo de cosechar.

Anteriormente, en la región de Ozumba la cosecha se realizaba manualmente pero esto implicaba un aumento en jornales y tiempo. Para realizar la cosecha de una hectárea se necesitaban de seis jornales y seis días. Actualmente se lleva a cabo con una maquina combinada, la cual se encarga de cosechar y trillar, con una eficiencia de dos horas por hectárea. La rotura de tallos, el acame de la planta y el dejar demasiado tiempo la planta en el campo pueden reducir la cosecha. Por ello, la cosecha debe hacerse en el momento en que el grano ha perdido la humedad suficiente como para lograr cosecharlo, y al mismo tiempo no dejar la planta tanto tiempo en el campo, como para que al secar la semilla empiece a caer.

La mejor manera para fijar el momento de la cosecha es cuando al morder la semilla la encontramos muy dura y trueno. La producción del amaranto en grano es mejor en regiones que presentan climas secos en el otoño; es importante permitir el secado de las flores terminales del amaranto, después de las lluvias o rocíos densos, para proceder a la cosecha, con la finalidad de evitar la contaminación del grano con hongos.

El amaranto puede cosecharse en pie directamente con la “combinada”, para lo cual el campo debe estar bien limpio de otras hierbas y basura, además de que el cultivo tendrá que estar bien seco y sin mucho acame. La otra opción, normalmente empleada en Ozumba, es cortar con machete y “amogotar” cuando la planta comience a mostrar las primeras hojas secas que se caen (normalmente a comienzos de diciembre en la zonas más bajas y calientes y a finales de noviembre en las zonas más altas y frías); entonces se deja secar quince días en el campo, para luego utilizar



una combinada que va recogiendo los mogotes y trillando el grano. Durante el corte, cada persona debe de cosechar tres surcos y establecer un arreglo con el cortador de junto, de tal manera que la gavilla o mogote se forme con las plantas de seis surcos; para esta operación se requieren alrededor de diez jornales, pero si se presentan problemas de acame, los jornales pueden elevarse hasta catorce.

IMAGEN 24. AMARANTO LISTO PARA SER CORTADO Y AMOGOTADO



IMAGEN 25. CORTADORES



IMAGEN 26. COMBINADA HACIENDO LA COSECHA



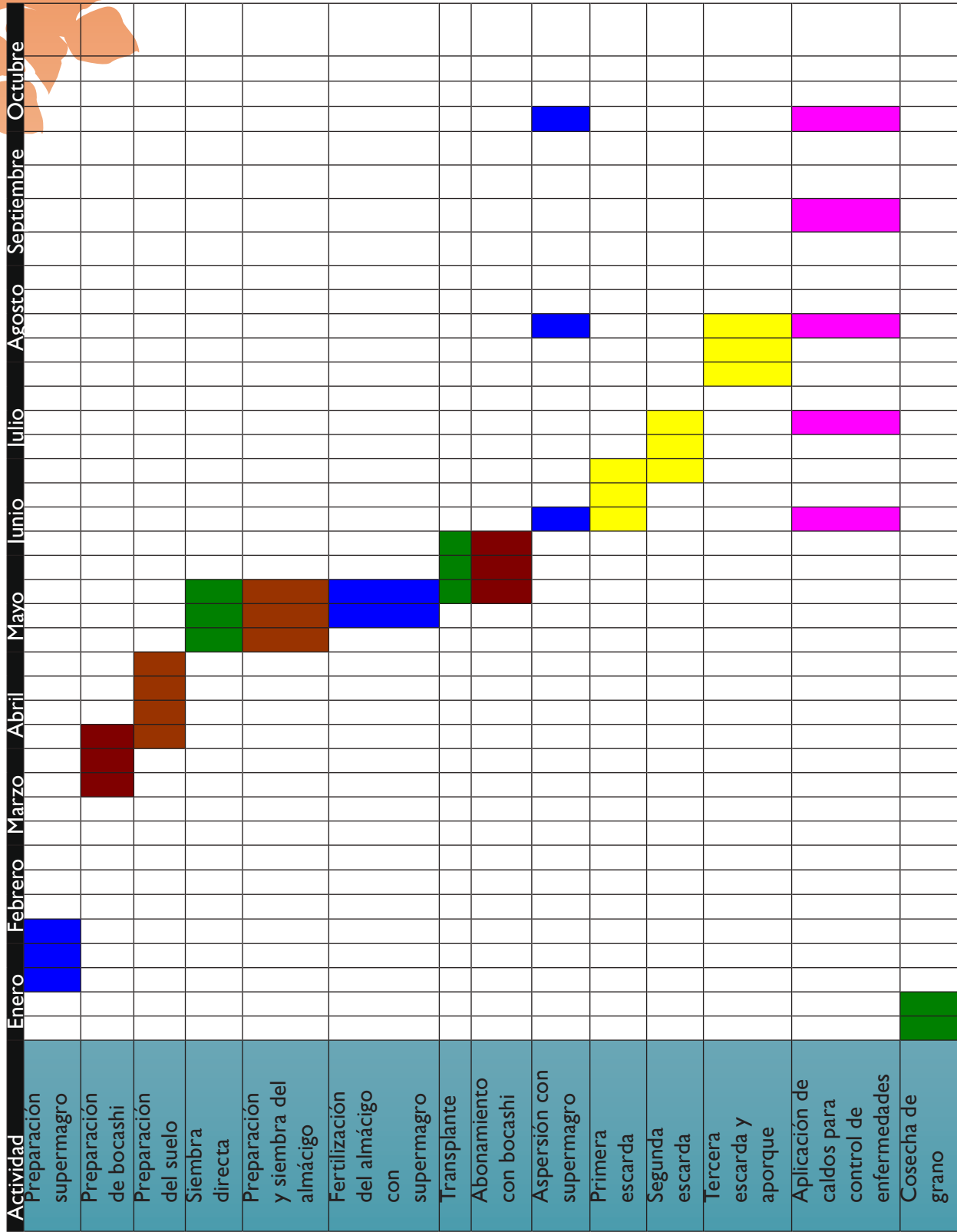
Almacenamiento del amaranto.

Para almacenar la semilla cosechada es necesario tamizarla con una criba fina para separar los restos que hayan quedado de basura y paja, y así la semilla quede lista para almacenarse limpia. Se guarda en costales de cincuenta kilogramos. El grano debe ser depositado con una humedad no mayor al diez o doce por ciento, para impedir que entre en estado de descomposición.





FIGURA 8. CALENDARIO DE ACTIVIDADES POR SEMANAS DEL MES



Fuente: Elaboración propia a partir de experiencia con agricultores de los municipios de Ozumba y Tlalmanalco.

Capítulo 4. Perspectivas y recomendaciones para la siembra de amaranto orgánico y empleo de fertilización orgánica en la región de la Sierra Nevada.

En el capítulo anterior observamos el proceso productivo del amaranto basado en la experiencia de la empresa Amarantos Mexiquenses. Durante el año 2006 el Programa Universitario de Investigación Sierra Nevada comenzó a promover entre algunos productores agrícolas, la siembra de amaranto en el ejido de San Juan Atzacualoya del Municipio de Tlalmanalco. Dicha experiencia nos permitió establecer algunos de los problemas y limitaciones que los productores de la región tendrían que considerar si deciden producir amaranto por primera vez.

I. Los productores sin experiencia en el cultivo de amaranto deberán empezar sembrando superficies menores a una hectárea, probablemente entre 2 500 y 5 000 metros cuadrados, de forma tal que el nivel de riesgo no sea tan alto y tengan mayor capacidad de desarrollar las diferentes actividades de mantenimiento del cultivo en los tiempos y con la calidad requerida. Incluso creemos que para que el cultivo de amaranto se expanda en la región sería más conveniente contar con una gran cantidad de productores que cultivaran pequeñas porciones de terreno, en donde combinaran otras especies con un potencial de mayor valor agregado (como frutales para conservas, plantas medicinales u hortalizas orgánicas); en vez de unos pocos productores con grandes superficies de monocultivo que sólo oferten materia prima; ya que la realidad actual en nuestro país es que la mayoría de nuestros campesinos son minifundistas

descapitalizados, que pueden estar interesados en el amaranto, pero que seguirán sembrando maíz como estrategia de producción más estable, menos riesgosa y de subsistencia.

Es importante hacer notar que no se trata de suplantarse la siembra de maíz por amaranto, sino de diversificar la producción de maíz con otros cultivos; en este sentido es primordial entender que si bien el amaranto nos puede proporcionar una mayor ganancia económica y un aporte nutricional de más calidad, el maíz nos aporta una gran parte de los carbohidratos que consumimos a través de la tortilla, los tamales y los atoles que comemos en nuestros hogares de manera cotidiana. Por otro lado, el maíz es el cultivo mejor conocido por nuestros campesinos y con mayor arraigo cultural; lo que requerimos es desarrollar industrias locales para procesarlo en diferentes formas, en combinación con el amaranto y otros productos.



2. Es importante buscar modelos de producción que permitan asociar al cultivo del amaranto otros cultivos que favorezcan la fertilidad del suelo y proporcionen mayor seguridad al sistema productivo, mediante la diversificación de productos cosechados, con un enfoque en el que la producción de amaranto no solo signifique la sustitución de insumos químicos por orgánicos, sino un verdadero manejo ecológico de nuestras parcelas.

Esto implica un proceso de continua investigación y ensayo que nos permita descubrir las mejores combinaciones entre plantas, que aseguren tanto ingresos económicos suficientes, como salud ecológica a nuestros cultivos y parcelas. En este sentido es interesante observar las experiencias de siembra de amaranto con sistemas orgánicos en otros sitios del país.

A continuación se señalan dos casos que pueden aportarnos ideas para comenzar a innovar en nuestras parcelas:

a) Siembra de amaranto en mogote de algunos pueblos purépechas en Michoacán.

Esta experiencia fue documentada por Pérez Agis y colaboradores en la Revista de Agroecología, Leisa. El mogote se realiza en tierras con pendiente y muy pedregosas, las cuales con un manejo adecuado (largos periodos de descanso, cero labranzas y empleo de semillas adaptadas a las condiciones locales) se pueden aprovechar en forma óptima y con un bajo impacto ambiental. En este sistema se siembran simultáneamente amaranto, calabaza, maíz, chíá blanca y chíá roja; el terreno se prepara primero deshierbando con machete a finales de mayo y durante el mes de junio

para eliminar los retoños de arbustos. Después de lo cual se siembra. Cuando hay suficiente tierra se aporcan las plantas. La cosecha se efectúa en forma escalonada, ya que la calabaza se empieza a consumir tierna desde el mes de agosto, el maíz comienza a cortarse tierno como «elote», en el mes de septiembre. Los productos maduros se cosecha en el mes de enero; el rendimiento promedio del maíz es de quinientos kilogramos por hectárea. La chíá blanca o amaranto y la chíá roja se cosechan en el mes de diciembre y su rendimiento promedio es de una a 1.2 toneladas por hectárea. En sistemas más intensivos donde se hacen surcos, y se asocian el maíz de color y el amaranto, los rendimientos del maíz son de una tonelada por hectárea y los del amaranto de 1.2 toneladas por hectárea. Las superficies máximas cultivadas son de unos 2 500 metros cuadrados.



Foto: Valdemar Soto



b) Cooperativa Qualli en Tehuacán, Puebla.

Este sistema fue desarrollado para regiones áridas y con pequeñas superficies, y actualmente Qualli se encuentra incursionando en la producción orgánica. Las características esenciales de este método de cultivo intensivo son:

- Siembra de la semilla en germinadores, para anticipar el período de lluvias.
- Trasplante de la plántula a bolsa de vivero, en el caso de que se presente retraso en el comienzo de la temporada de lluvias, simultáneamente se evita la competencia con otras plantas y un uso eficiente del agua en espera del temporal.
- Uso de polímeros higroscópicos que absorben y retienen la humedad para períodos de sequía.
- Trasplante de la planta al campo, con elaboración de cajetes a manera de “microcuencas”, con la finalidad de captar la escasa precipitación pluvial y hacerla disponible a la raíz, concentrando la humedad alrededor de la planta.
- Baja densidad de las plantas dispuestas en la siembra para no desgastar el suelo y evitar la competencia por la luz.
- Consumo de la parte verde del amaranto. Conviene recordar que además del grano, una hectárea sembrada con este sistema aporta un mínimo de cinco toneladas de hoja que la familia puede consumir o vender durante todo el año (ya sea fresca o deshidratada). Un tercer producto es el forraje para la alimentación animal, del cual se obtiene un mínimo de 10 toneladas.

IMAGEN 27. AMARANTO DURANTE LA FASE DE FLORACIÓN



3. Realización de un manejo más integral del suelo que permita producir de forma orgánica sin necesidad de enormes cantidades de estiércol.

Ahora, que las comunidades del suelo (ecosistemas) son mejor conocidas es posible prever que los ecosistemas funcionarán bien, cuando los organismos benéficos que los componen están presentes en cantidades proporcionadas, en el tiempo correcto y en el ambiente que los soporta. Podemos considerar entonces que el adecuado manejo del suelo y la utilización de abonos orgánicos reducirán las aplicaciones de fertilizantes químicos, plaguicidas y otros agroquímicos, lo que resulta en un manejo correcto de los cultivos. Sin embargo, la baja disponibilidad de estiércoles que actualmente se presenta en la mayoría de nuestras comunidades constituye una limitación importante. Por ello, volvemos a enfatizar que la agricultura orgánica no intenta una simple sustitución de insumos químicos por orgánicos, sino buscar un manejo del suelo que permita conservar la vida y los equilibrios en éste. Por lo cual, es necesario que en nuestras parcelas realicemos rotaciones y asociaciones de diversos cultivos, y procuremos mantener el suelo en buenas condiciones: no aplicar herbicidas, no voltear el suelo con el arado y procurar mantener algunas hierbas de forma controlada.



Asimismo, el uso de microorganismos para mejorar la fertilidad del suelo puede ser otra estrategia complementaria con miras a incrementar la eficiencia de las aplicaciones de materia orgánica. Ahora ya es posible aplicar bacterias que fijan el nitrógeno atmosférico (*Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*), algas (*Azolla*) y hongos que viven en las raíces de las plantas (micorrizas); que ayudan a una mejor absorción del fósforo y protegen contra las enfermedades que pueden presentarse en las plantas. Estos microorganismos se pueden inocular o aplicar al suelo para facilitar su multiplicación. Actualmente se viene produciendo a nivel comercial inóculos a base de *Rhizobium* y *Azotobacter*. Las diversas experiencias de campo demuestran que la fijación biológica de nitrógeno por intermedio de la asociación de leguminosa (alfalfa, trébol, frijol, etc.) y *Rhizobium*, eleva de manera considerable las cifras de nitrógeno fijado en el suelo (de cincuenta a cuatrocientos kilogramos por hectárea al año). Sin embargo, estas aplicaciones no serán suficientes y tendrán poco sentido, si no buscamos la recuperación de las condiciones ecológicas idóneas para que nuestros suelos puedan albergar a todos esos microorganismos que son la base tanto de la nutrición como de la salud de nuestros cultivos.

De forma complementaria a la aplicación de materia orgánica (ya sea compostas o mediante los residuos de los cultivos), es conveniente también integrar polvos de roca (mármol, basalto, tezontle y/o granito) que remineralicen los suelos; así como establecer asociaciones de diferentes cultivos, que permitan crear las condiciones óptimas para que los organismos que habitan los suelos puedan alimentarse y reproducirse de manera permanente y equilibrada. En resumen las estrategias de manejo integral del suelo serían las siguientes:

- A) Aplicación de abonos composteados bocashi, de forma mateada.
- B) Incorporar residuos de la cosecha de amaranto y de otros cultivos establecidos en las parcelas.
- C) Procurar que el suelo esté siempre cubierto por residuos de plantas o cultivos de cobertera.
- D) Labranza mínima: no aplicar arado de discos y procurar mover el suelo lo menos posible.
- E) Intercalamiento y asociación de cultivos: leguminosas (trébol, chícharo, haba, frijol o ebol), ya sean solas o asociadas con gramíneas como (maíz o avena), chíca, huauzontle y también árboles frutales.
- F) Rotación con abonos verdes.
- G) Control parcial de “malezas” (sobre todo de aquellas especies y en aquellos momentos en que la competencia por la luz sea determinante).
- H) Aplicación de polvos de roca cada tres o cinco años.
- I) Inoculación de semillas o plántulas con microorganismos benéficos y nativos de la región.

IMAGEN 28. BOCASHI LISTO PARA USARSE



4. Finalmente queremos hacer notar la importancia que tiene ir registrando, anotando y compartiendo las distintas experiencias e innovaciones que cada uno de los agricultores irá experimentando día con día. Esta tarea es fundamental, en tanto que nos permitirá darnos cuenta de la efectividad de cada una de nuestras acciones y de los resultados de las nuevas ideas que se nos ocurran en el quehacer de la producción. La agricultura ecológica, como ya se ha dicho anteriormente, no son recetas para sustituir insumos de síntesis química, a cambio de microorganismos y materia orgánica, sino una forma de ver y actuar en el mundo, lo que implica cambios de actitudes, paciencia, mucha observación y la capacidad de aprender algo nuevo a partir de cada una de nuestras decisiones y acciones en la parcela... por ello, es vital estar siempre abiertos y dispuestos a compartir lo aprendido.



**IMAGEN 29. TRABAJANDO JUNTOS
PODEMOS COMPARTIR MÁS EXPERIENCIAS**



Bibliografía y páginas de Internet consultadas

Anónimo, s/f. Grain amaranth a lost crop of the Americas, consultado el 30 de agosto de 2006 en <http://www.jeffersoninstitute.org/overviews/amaranth.shtml>

http://eap.mcgill.ca/_private/vl_head.htm

Anónimo, s/f. PLBI43-Cropoftheday:Amaranth. The crop of the day: Amaranth (Amaranthus spp., Amaranthaceae), consultado el 20 de noviembre de 2006 en <http://www.plantsciences.ucdavis.edu/gepts/pbi43/LEC01/pbi43i01.htm>.

Alternativas, A.C., s/f. Amaranto: historia y promesa, consultado el 4 de septiembre de 2006 en <http://www.laneta.apc.org/alternativas/>

Álvarez, N. y M. Genta, 1993. Amaranthus. Desarrollo de productos alimenticios de alto valor nutricional. La alimentación latinoamericana, 197: 36-39.

Araceli C. Díaz-Ortega, J. Alberto Escalante-Estrada, Antonio Trinidad-Santos, Prometeo Sánchez-García, Cristina Mapes-Sánchez y David Martínez-Moreno, s/f.

Rendimiento, eficiencia agronómica del nitrógeno y eficiencia en el uso del agua en amaranto en función del manejo del cultivo del amaranto, consultado el 15 de septiembre en <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/22/1/109.pdf#search=%22amaranthus%20hypochoeridaceae%22>

Asociación Mexicana del Amaranto, s/f. Centro de Información al Consumidor, consultado el 5 de noviembre de 2006 en <http://www.amaranta.com.mx/elamaranto/historia/historia.htm>

Bressani, R., s/f., Composition and nutritional properties of amaranth, en anónimo, Amaranth.

Biology, Chemistry and technology, pp. 185-192.

Centéotl, A.C., s/f. El amaranto. Alimento de los dioses para los hombres y mujeres de hoy, Centro de desarrollo comunitario, consultado el 5 de septiembre de 2006, en: <http://www.prodigyweb.net.mx/centeotlac/pages/historia.htm>

D. H. Putnam, E. S. Oplinger, J. D. Doll, and E. M. Schulte y E. Weber, 1987. Amaranth Grain Production Guide 1987, Rodale Research Center Rodale Press, Alternative field crops manual, University of Wisconsin-Extension, Cooperative Extension, University of Minnesota: Center of Alternative Plant and Animal Products and the Minnesota Extension Service.

Food and Agriculture Organization, 1973, Amino acid content of foods and biological data on proteins, FAO, Roma, pp. 8 -12.

Kigel J., s/f, Development and ecophysiology of amaranths, en anónimo, Amaranth. Biology, Chemistry and technology, pp. 57-58.

León A., R.,. 2003. Manual Edafológico de Campo (2ª ed.), Universidad Veracruzana, México, pp. 39-40

López-Austin, A., 1994. Tamoanchan y Tlalocan, Fondo de Cultura Económica, México.

ONU, 1997. Declaración de compromiso No. 62, Agenda XXI ONU, 1997



Pengue W. 2001, The impact of soya expansion in Argentina, Seedling, Volume 18(3), June 2001, GRAIN Publications, consultado el 20 de agosto en www.grain.org/publications/seed-01-9-3-en.cfm

Pérez-Agis E., De la Cruz T. E., Mapes C., Andrade G. J., 2005. "Las comunidades campesinas: un importante reservorio de recursos para la humanidad", en Leisa, Revista Agroecológica. Vol. 20, Núm. 4, Abril 2005, Ecoagricultura: cultivando con la naturaleza, consultado el 17 de agosto en <http://peru.test.kolibrie.net/anteriores/204/20.html>

Pinheiro S. y Restrepo J., 2003. Agricultura orgánica. Remineralización de los alimentos y la salud a partir de la regeneración mineral del suelo., Fundación Juquira Candirú, Brasil, Colombia, México, p.68.

Restrepo, J. 1996. Abonos orgánicos fermentados. Experiencias de agricultores en Centro América y Brasil, Cedeco-OIT., 51 p.

Restrepo, J. s/f. Apuntes del curso sobre cafecultura orgánica., Mimeo.

Riechman, J. y Sempere, J. 2003. Cuidar la T(tierra). Políticas agrarias y alimentarias sostenibles para entrar en el siglo XXI, España, 623 p.

Rodríguez, G. y Paniagua, J. J., 1994. Horticultura orgánica: una guía basada en la experiencia en Laguna de Alfaro Ruiz, Costa Rica, Serie No. I, Vol. 2, Fundación Guilombe, San José, Costa Rica.

Rosado, L., Camacho-Solís R. y Bourges H., 1999. Adición de vitaminas y minerales a harinas de maíz y de trigo en México, en: Salud Pública de México, vol. 41, no.2, marzo-abril de 1999, pp. 130 -137.

Singh, B.P., and., Whitehead, W. F., 1993. Population density and soil pH effects on vegetable amaranth production. p. 562-564, In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), New crops, Wiley, New York.

Stallknecht, G. F., and J.R. Schulz-Schaeffer, 1993. Amaranth rediscovered, p. 211-218, In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), New crops, Wiley, New York, consultado el 20 de agosto

Tiryaki, I, Korkmaz, A, Nas, M N, and Ozbay, N., s/f. Priming combined with plant growth regulators promotes germination and emergence of dormant *Amaranthus cruentus* L. seeds, Seed Science and Technology, 33 (3): 571-579 2005

Valencia I. C., y Hernández B. A., 2002. Muestreo de Suelos, Preparación de Muestras y Guía de Campo, Universidad Nacional Autónoma de México, México, pp. 89.

Wambua, M. 2006. Grain amaranth leaves turning yellow. Article N° 3437, (31-07-2006), Agricultural Commodity Exchange Section: Agriculture KACE Question Answer Service for Agriculture, Kenya, consultado el 30 de septiembre de 2006 en: http://www.runetwork.de/html/en/index.html?article_id=3437

Yañez, E., I. Zacarías, D. Granger, M. Vásquez y A. Estévez. 1994. Caracterización química y nutricional del amaranto (*Amaranthus cruentus*), Arch Latinoamer Nutr. 44 (1): 57-62.



Esta primera edición constó de 1000
ejemplares que se terminaron de imprimir
en diciembre del 2006 en los Talleres
“Impresos Karla Imagen y Respuesta”
Antonio García Cubas 120 bis, Col.
Obrera, C.P. 06800, Méx D.F.
La producción estuvo al cuidado de
Victor M. Martínez González

DICIEMBRE DEL 2006
