



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO



**DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN
SUELOS**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL
DESARROLLO SOSTENIBLE**

**SISTEMA AGROFORESTAL Y ALIMENTACIÓN FAMILIAR EN
VICENTE GUERRERO, MUNICIPIO DE ESPAÑITA, TLAXCALA**

TESIS

Que como requisito parcial para obtener el grado de: **MAESTRO**
EN CIENCIAS presenta:

JESSICA IRENE ROSAS CASTELÁN

Chapingo, Estado de México, Junio de 2013



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES



SISTEMA AGROFORESTAL Y ALIMENTACIÓN FAMILIAR EN VICENTE
GUERRERO, MUNICIPIO DE ESPAÑITA, TLAXCALA

Tesis realizada por **JESSICA IRENE ROSAS CASTELÁN** bajo la dirección del
comité asesor indicado, aprobado por el mismo y aceptada como requisito parcial
para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN: AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO
SOSTENIBLE

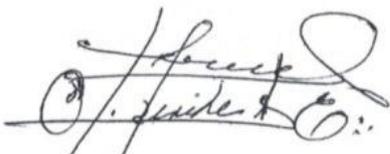
DIRECTORA


M.C. MARÍA DEL ROCÍO L. ROMERO LIMA

ASESOR


DR. JOSÉ LUIS ROMO LOZANO

ASESOR


DR. MIGUEL URIBE GÓMEZ

DEDICATORIAS

Dedico esta tesis, con todo mi amor y afecto a toda mi familia pero en especial a mis papás, hermana y a mi prima Evelia porque han sido como una lámpara que me enseña el camino en el que debo andar.

A mis mejores amig@s: Elvia, Lili, Yakin, Estela, Naty, Nancy, Abel, Sofía, Damián, Andrés y Bocardo, porque como dicen por ahí, los amigos son la familia que se escoge, gracias por formar parte de ella.

A mí cuñada Karem y a mi sobrina Karol por cariño excepcional.

También a mis compañeros de la maestría Nidia y Paco por brindarme su amistad.

Y muy en especial a Iván por su inmenso amor y cariño.

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico que brindaron para la realización de la tesis.

A los productores Demetrio Sánchez, Rogelio Sánchez, Clara Sánchez y a sus hijos por su atención, apoyo, hospitalidad prestados y también por las facilidades otorgadas para la realización del proyecto en la comunidad de Vicente Guerrero.

Al grupo de trabajo “Vicente Guerrero” por enseñarme el verdadero significado de la frase “caminante no hay camino se hace camino al andar”.

A Lulú por su valiosa colaboración en la toma de datos de esta tesis.

A la coordinación y a los profesores que imparten clases en la Maestría en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible por sus valiosas enseñanzas académicas.

Finalmente agradezco a mi comité asesor conformado por M.C. María del Rocío Romero Lima, al Dr. José Luis Romo Lozano, Dr. Miguel Uribe Gómez, por su constancia, apoyo incondicional y aportes valiosos para este trabajo.

DATOS BIOGRÁFICOS

Rosas Castelán Jessica Irene nació el 23 de Febrero de 1985, es originaria del Estado de México donde reside actualmente. Realizo sus estudios de Bachillerato en la Preparatoria Agrícola (2000-2004) de la Universidad Autónoma Chapingo, posteriormente ingreso a la Carrera de Ingeniería en Agroecología (2004-2008) del Departamento de Agroecología.

Del 2008 al 2009 trabajo en el Instituto para el Desarrollo de la Mixteca (IDEM) en Huajuapán de León, Oaxaca desempeñándose como técnica promotora realizando: diagnósticos participativos, talleres de abonos orgánicos, huertos de traspatio, ecotecnias (letrinas secas y estufas ahorradoras de leña), establecimiento de un modulo de lombricomposta así como capacitación y asesoría técnica a productores, enfatizando aspectos organizativos

En 2010 laboró para la Secretaría de Desarrollo Rural de Puebla en el Programa de Seguridad Alimentaria, para la Autoproducción de Alimentos en Traspacios en Capacitación y Extensionismo Rural.

En 2011 ingreso a estudiar la maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, en el Departamento de Suelos en la Universidad Autónoma Chapingo.

En cuantos aspectos académicos, ha participado en diversos foros, cursos, seminarios y talleres sobre seguridad y soberanía alimentaria.

También ha colaborado en el Centro Interdisciplinario de Agroecología y Agricultura Orgánica de la Universidad Autónoma Chapingo así como en el Foro de Movimiento de Agricultura Orgánica para integrar una propuesta en donde se incluya la Agricultura Orgánica en el Plan Nacional de Desarrollo.

**SISTEMA AGROFORESTAL Y ALIMENTACIÓN FAMILIAR EN VICENTE GUERRERO
MUNICIPIO DE ESPAÑITA TLAXCALA
AGROFORESTRY SYSTEM AND FAMILY NUTRITION IN VICENTE GUERRERO, ESPAÑITA MUNICIPALITY,
TLAXCALA**

Ing. Jessica Irene Rosas Castelán¹, M. C. María del Rocío Romero Lima², Dr. José Luis Romo Lozano³, Dr. Miguel Uribe Gómez⁴

RESUMÉN

Los sistemas agroforestales representan una opción para productores minifundistas de autoconsumo. El objetivo de esta investigación fue estudiar el sistema agroforestal orgánico de una familia campesina en la comunidad de Vicente Guerrero, Municipio de Españita, Tlaxcala, para identificar los flujos de materiales, la satisfacción de requerimientos nutrimentales de la familia y la conservación del recurso suelo, para demostrar su eficiencia e impacto en la soberanía alimentaria y generar un modelo posible de replicar en condiciones agroecológicas similares. Se identificaron los componentes del sistema agroforestal a través de visitas de campo. Se estimaron los rendimientos de cada cultivo sembrado en 2011 y 2012. Se consultó el contenido de carbohidratos y proteínas de cada cultivo para estimar el aporte total de ellos y compararlo con el requerimiento nutrimental humano. Las muestras de suelo, antes de la siembra y después de la cosecha determinó pH, MO, N, P y K. El sistema agroforestal de una hectárea se clasifica como "árboles en terrenos de cultivo", presenta pendiente moderada, tiene 6 terrazas y 5 bordos, cuenta con tres componentes: cultivos agrícolas (maíz, frijol, calabaza, tomate, avena, haba) cultivos perennes (13 especies de frutales) y animales (gallinas y caballos). Se obtuvo que los cultivos del sistema agroforestal orgánico en 2011 cubrieron los requerimientos de carbohidratos para 4.07 personas y proteínas para 4.45 personas, anualmente. En 2012, proporcionaron carbohidratos para 8.81 personas y proteínas para 10.85 personas anualmente esto se debió a una mayor precipitación y cambios en la proporción de los cultivos sembrados. Se observaron cambios en pH (6.89, 6.60), MO (1.61, 1.44 %), N (27.3, 14.87 mgKg⁻¹), P (35.39, 21.89 mgKg⁻¹) y K (870, 473.67 mgKg⁻¹) antes y después de las siembra. El sistema agroforestal orgánico familiar de una hectárea, aporta nutrientes para una familia promedio de 4 a 8 personas, dependiendo de las condiciones agroclimáticas contribuyendo a la soberanía alimentaria. En suelo se observó disminución del pH y del K debido al aumento de precipitación y lavado de nutrientes. El N y P del suelo fueron mayores antes de la siembra y disminuyen posteriormente, debido a la extracción de nutrientes por los cultivos. Se requiere incrementar el abonado con tlaxcashi dentro de las prácticas agroecológicas para conservar la calidad y estabilidad del suelo.

Palabras Claves: Sistema agroforestal, alimentación familiar, manejo agroecológico, soberanía alimentaria.

¹Autor / Author

²Directora/ Advisor

^{3,4}Asesor / Assessor

ABSTRACT

Agroforestry systems are an option for subsistence smallholders. The objective of this research was to study the organic agroforestry system of a peasant family in the community of Vicente Guerrero, Municipality of Españita, Tlaxcala, Material flows, family satisfaction of nutritional requirements, and soil conservation were assessed for their efficiency and impact on food self-sufficiency. Also, a model was generated for possible replication in similar agro-ecological conditions. Agroforestry system components were identified through field work. Yields for each crop grown in 2011 and 2012 and their carbohydrate and protein contents were estimated. These values were compared against human nutritional requirements. Soil samples were analyzed for pH, MO, N, P and K before and after each crop cycle. The one-hectare agroforestry system is classified as "trees on farmland", which includes a moderate slope with six terraces and five contour banks. It has three components: agricultural crops (corn, beans, squash, tomatoes, oats, faba beans), perennial crops (13 fruit species), and animals (chickens and horses).

It was found that the organic agroforestry crops in 2011 covered the yearly requirements of carbohydrates for 4.07 persons and protein for 4.45. In 2012 they provided carbohydrates for 8.81 persons and protein for 10.85 per year. This was due to increased rainfall and changes in the proportion of crops planted.

There were changes in pH (6.89, 6.60), OM (1.61, 1.44 %), N (27.3, 14.87 mgKg⁻¹), P (35.39, 21.89 mgKg⁻¹), and K (870, 473.67 mgKg⁻¹) before and after seeding. The family organic agroforestry system of one hectare provides nutrients for a family of 4-8 people, depending on growing conditions and contributes to food self-sufficiency. A decrease in soil pH and K was observed due to an increase in rainfall and nutrient leaching. Soil contents of nitrogen and phosphorus were higher before seeding, subsequently decreasing due to nutrient extraction by crops. It is necessary to increase fertilization with tlaxcashi to preserve soil quality and stability.

Index words: Agroforestry system, family nutrition, agro-ecological management, food self-sufficiency.

Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
2.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
3. MARCO TEÓRICO.....	4
3.1 Agricultura Campesina en el contexto del desarrollo sostenible: alimentación y producción de alimentos.....	4
3.2 Sistemas Agrícolas.....	7
3.2.1 Elementos del sistema.....	7
3.2.2 Estructura de un sistema.....	9
3.2.3 Función del sistema.....	12
3.3 Sistemas Agroforestales.....	14
3.3.1 Clasificación de los Sistemas Agroforestales.....	16
3.3.2 Beneficios de los Sistemas Agroforestales.....	18
3.4 Producción Orgánica.....	21
3.5 Alimentación humana y aporte de carbohidratos y proteínas.....	23
3.5.1 Alimentación familiar y dieta.....	25
3.5.2 Carbohidratos.....	27
3.5.3 Proteínas.....	28
3.5.4 Requerimientos nutricionales de carbohidratos y proteínas.....	29
3.6 Soberanía Alimentaria.....	31
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	33

4.1	Localización.....	33
4.2	Clima	35
4.3	Suelo	35
4.4	Orografía	36
4.5	Geología.....	36
4.6	Vegetación.....	37
4.7	Fauna	37
4.8	Población.....	37
4.9	Actividades económicas	38
4.9.1	Agricultura	38
4.9.2	Ganadería.....	39
4.9.3	Pesca.....	40
4.9.4	Industria.....	40
4.9.5	Comercio	40
4.10	Grupo Vicente Guerrero de Españita Tlaxcala	41
4.10.1	Misión del Grupo Vicente Guerrero.....	42
4.10.2	Visión del Grupo Vicente Guerrero	42
4.10.3	Desarrollo de prácticas Agroecológicas	42
4.11	Ubicación de la parcela	46
4.12	Entradas y salidas de materiales del sistema agroforestal.....	47
4.13	Estimación de producción y aporte de carbohidratos y proteínas	47
4.14	Propiedades del suelo	49

5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
5.1	Descripción del sistema agroforestal orgánico familiar.....	50
5.1.1	Identificar componentes y flujos sistema agroforestal orgánico familiar.....	50
5.1.2	Interacción entre componentes	51
5.1.3	Entradas y Salidas.....	54
5.1.4	Componente Agrícola.....	54
5.1.5	Componente Perenne	58
5.1.6	Componente Pecuario.....	59
5.2	Proporción de cultivos en el sistema agroforestal orgánico familiar.	60
5.3	Estimación de Carbohidratos y Proteínas en la parcela	62
5.4	Requerimientos nutrimentales para alimentación humana.....	63
5.5	Cambios en las características del suelo	65
5.5.1	Análisis inicial del suelo (2011)	65
5.6	Caracterización del Tlaxcashi.....	66
5.6.1	Cambios en la fertilidad de suelo	68
6.	CONCLUSIONES	71
7.	RECOMENDACIONES.....	73
8.	LITERATURA CITADA	74
9.	ANEXOS.....	82

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Clasificación de sistemas agroforestales.....	17
Cuadro 2. Consumo de nutrimentos para individuos normales con la dieta en las condiciones de México.	30
Cuadro 3. Distribución de cultivos en la parcela y su superficie.....	34
Cuadro 4. Producción de Cultivos sembrados en Españaíta, Tlaxcala.	39
Cuadro 5. Volumen de la producción de carne en canal y de otros productos en Españaíta, Tlaxcala.	39
Cuadro 6. Cultivos sembrados en la parcela de Vicente Guerrero en 2011-2012.	48
Cuadro 7. Componente Agrícola (Cultivos anuales) Año 2011.	54
Cuadro 8. Rendimiento promedio en Tlaxcala durante el ciclo Primavera-Verano de Temporal.	55
Cuadro 9. Componente Agrícola (Cultivos anuales) año 2012.....	56
Cuadro 10. Comparación de rendimiento de 2012 (SIACON, 2011).....	57
Cuadro 11. Inventario del componente arbóreo.	58
Cuadro 12. Componente pecuario.	60
Cuadro 13. Aporte de carbohidratos y proteínas 2011.....	63
Cuadro 14. Aporte de carbohidratos y proteínas 2012.....	63
Cuadro 15. Personas al año que se alimentan de parcela.	64
Cuadro 16. Caracterización física y química del suelo 9 de Abril del 2011.	66
Cuadro 17. Caracterización física y química del abono orgánico (Tlaxcashí).	67
Cuadro 18. Comparación de las muestras de suelo de 2011 a 2012.....	68

Índice de Figuras

Figura 1. Un sistema abierto con entradas, salidas y dos componentes definidos por límites fijos (Hart, 1979).....	8
Figura 2. Relaciones entre componentes (Hart, 1979).....	10
Figura 3. Ejemplos de diferentes relaciones entre componentes y flujos que afectan la estructura y la función del sistema (Hart, 1979).....	10
Figura 4. La Agroforestería vista como sistema (Bronisten, 1984).....	15
Figura 5. Esquema de clasificación de sistemas agroforestales (Nair, 1997).	16
Figura 6. Pirámide Nutricional.	27
Figura 7. Mapa de localización de la comunidad de Vicente Guerrero.	33
Figura 8. Localización de las terrazas del área de estudio.....	34
Figura 9. Climograma de Nanacamilpa, Tlaxcala (promedio de 1972 a 2000).....	35
Figura 10. Mapa de la parcela.....	46
Figura 11. Esquema de entradas y salidas del sistema agroforestal orgánico familiar.....	53
Figura 12. Rendimientos de los cultivos sembrados en el ciclo 2011.	55
Figura 13. Rendimientos de los cultivos sembrados en el ciclo 2012.	56
Figura 14. Número de árboles frutales en la parcela de estudio.	59
Figura 15. Proporción destinada a cultivos en 2011.....	60
Figura 16. Proporción por tipo de cultivo en 2011.	61
Figura 17. Proporción destinada a cultivos en 2012.....	61
Figura 18 Proporción de superficie por tipo de cultivo en 2012.....	62
Figura 19.Cambios en pH, MO y N del suelo en las terrazas de la parcela agroforestal.....	69
Figura 20. Cambios en contenido de K en suelo.....	70

Índice de Anexos

Anexo 1. Proceso técnico del Sistema Cultivo.	83
Anexo 2. Inventario de Arboles.	84
Anexo 3. Cronograma de Actividades Productivas.	87
Anexo 4. Características del suelo durante el período de estudio Características del suelo de la parcela de Rogelio Sánchez, Comunidad de Vicente Guerrero, Municipio de Españita, Tlaxcala.	89
Anexo 5. Memoria Fotográfica.	91

1. INTRODUCCIÓN

El mundo se encuentra ante una situación de hambre inaceptable, ya que cerca de mil millones de personas padecen hambre y dos mil millones de personas mal nutrición (Nicholson *et al.*, 2009). Esto a consecuencia de la crisis socio económica y ambiental que se vive en nuestro continente debido al mal aprovechamiento de los recursos naturales de la cual los campesinos son uno de los sectores más golpeados (Murgueito, 1992).

El desarrollo sustentable, se muestra como una estrategia para mitigar esta crisis, el cual en el informe de Brundtland CAMMD (1987) lo define como el aprovechamiento racional de los recursos naturales que satisfaga las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer los recursos de las generaciones futuras

Por lo tanto una herramienta que nos permite llevar a cabo el desarrollo sustentable son los sistemas agroforestales, que se pueden definir de manera muy general, como los árboles que crecen junto con cultivos anuales, que tienen la característica de modificar el microclima, mantener y mejorar la fertilidad del suelo; también contribuyen a la fijación de nitrógeno y la absorción de nutrientes de los horizontes profundos del suelo, mientras que su hojarasca repone los nutrientes del suelo, manteniendo la materia orgánica, y sosteniendo cadenas tróficas complejas del suelo (Altieri y Nicholls, 2011).

No obstante Hart (1979) indica que los componentes de cualquier sistema deben tener cierto diseño y arreglo para que tengan un buen funcionamiento. Esto dependerá del lugar y el clima en donde se encuentren, de esta manera nos proporcionaran diversos beneficios, como son: la producción de alimentos que ayudará a tener alimentos sanos y accesibles para la familia, bajo una producción orgánica se evitará la compra de insumos como plaguicidas y fertilizantes que tienen altos precios y causan un severo daño a la salud humana y al ambiente.

Los productores del grupo de trabajo de la comunidad de Vicente Guerrero han establecido un sistema agroforestal denominado “árboles en terreno de cultivo” como alternativa orgánica para producir alimentos, en el cual han implementado técnicas agroecológicas para su manejo: como son: zanjas bordo, para la conservación de suelo y elaboración de abonos orgánicos con materiales de la región (Magdaleno, 2005).

Sin embargo unos de los principales retos actuales de este tipo de sistema agroforestal es lograr una adecuada disponibilidad energética y proteica para la alimentación familiar, en regiones donde el acceso al mercado es limitado y los ingresos son insuficientes (Márquez *et al.*, 2011).

Por lo tanto, la importancia que tiene este proyecto de investigación es conocer cómo funcionan los sistemas agroforestales en Tlaxcala y como contribuyen a la soberanía alimentaria, ya que es parte de la visión que tiene el grupo Vicente Guerrero y este le brindará elementos para promover los sistemas agroforestales como una alternativa en la producir alimentos en otros lugares.

Por lo tanto el objetivo de esta investigación es estudiar el sistema agroforestal orgánico de una familia campesina de la comunidad de Vicente Guerrero, Municipio de Españita, Tlaxcala, que permita identificar los flujos de materiales, así como la satisfacción de requerimientos nutrimentales de la alimentación familiar y la conservación del recurso suelo, con el fin de demostrar su eficiencia y su impacto en la soberanía alimentaria, además de que posibilite generar un modelo para su replicación en otros lugares.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Estudiar el sistema agroforestal orgánico de una familia campesina de la comunidad de Vicente Guerrero, Municipio de Españita, Tlaxcala, que permita identificar los flujos de materiales, así como la satisfacción de requerimientos nutrimentales de la alimentación familiar y la conservación del recurso suelo, con el fin de demostrar su eficiencia y su impacto en la soberanía alimentaria, además de que posibilite generar un modelo para su replicación en otros lugares.

2.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar los componentes y flujos de materiales del sistema agroforestal orgánico de una familia campesina de la comunidad de Vicente Guerrero, Municipio de Españita, Tlaxcala.
2. Estimar el aporte de carbohidratos y proteínas de los cultivos establecidos y comparar ese aporte nutrimental con los requerimientos alimenticios de proteínas y carbohidratos de una familia campesina.
3. Observar los cambios en las propiedades del suelo en las áreas de cultivos anuales en dos años de rotación de cultivo que permita identificar cambios en la fertilidad del suelo.
4. Demostrar la eficiencia del sistema agroforestal orgánico y su impacto en la soberanía alimentaria, para generar un modelo que pueda replicarse en condiciones similares.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Agricultura Campesina en el contexto del desarrollo sostenible: alimentación y producción de alimentos.

Desde la perspectiva ambiental, el modelo de agricultura industrial que se introdujo en los años 60 con la llamada revolución verde ocasionó una serie de desequilibrios ecológicos y un fuerte deterioro al ambiente, por lo que una alternativa que se plantea, en donde se puedan producir alimentos sanos y de buena calidad son los sistemas que fomenten la diversidad productiva y que sean resilientes al cambio climático. En la gran variedad de estilos agrícolas ecológicos desarrollados por al menos el 75% de los 1.5 millones de pequeños propietarios, agricultores familiares e indígenas en 350 millones de pequeñas explotaciones que representan no menos del 50% de la producción agrícola para el consumo interno global, se encuentran las bases de esos sistemas alternativos (ETC, 2009). La mayoría de los alimentos que se consumen hoy en el mundo, se deriva de 5,000 especies de cultivos domesticados y 1.9 millones de variedades vegetales conservadas y manejadas por campesinos, la mayoría cultivados sin agroquímicos (ETC, 2009).

La mayoría de los campesinos del mundo mantienen pequeños sistemas agrícolas diversificados, que ofrecen modelos prometedores para incrementar la biodiversidad, conservar los recursos naturales, estabilizar los rendimientos sin agroquímicos, prestar servicios ecológicos y entregar lecciones notables de resiliencia frente al continuo cambio ambiental. Por estas razones, se reconocen que los agroecosistemas tradicionales tienen el potencial para aportar soluciones a muchas incertidumbres que enfrenta la humanidad en la era del cenit del petróleo, del cambio climático global y de la crisis financiera (Altieri, 2004; Toledo y Barrera, 2009).

En la perspectiva económica, un aspecto importante que contribuyó a la crisis que actualmente se vive, es que la economía ignoró, durante mucho tiempo la relación entre la actividad económica, la disponibilidad de recursos y el flujo energético.

Así, las teorías económicas de los años cincuenta y sesenta se construyeron bajo el supuesto de la renovación infinita y disponibilidad ilimitada de recursos naturales en un sistema considerado cerrado; estas teorías fueron promovidas por la corriente neoclásica, negando estudios contemporáneos sobre el uso de la energía en la economía que mostraban, por ejemplo que la agricultura moderna era mucho menos eficiente que la agricultura tradicional ya que tiene menos retorno energético por unidad de energía invertida (Gutiérrez y González, 2010).

Sin embargo, es aquí en donde el concepto de economía campesina retoma importancia ya que engloba aquel sector de la actividad agropecuaria nacional donde el proceso productivo es desarrollado por unidades de tipo familiar con el objetivo de asegurar, ciclo a ciclo la reproducción de sus condiciones de vida y de trabajo, la reproducción de los productores y de la propia unidad de producción, para generar en un primer término los medios de sostenimiento (biológico y cultural) de todos los miembros de la familia (CEPAL, 1982). Por lo que uno de los principales aspectos de la agricultura campesina es la unidad familiar, la cual representa la principal fuerza de trabajo, esta se divide de acuerdo, a la edad y sexo y está regida con frecuencia por normas consuetudinarias. En la unidad económica familiar, raramente se recurre a la fuerza de trabajo contratada, por lo que la composición y el tamaño de la familia es uno de los factores principales en la organización de la unidad económica campesina (CEPAL, 1982).

Por lo tanto, en los últimos años se ha retomado la importancia que tiene la economía campesina dentro de ámbito rural, la producción de alimentos y la agricultura, ya que esta aporta numerosas bondades, a los pequeños productores como son: incremento en la oportunidad de recibir ingresos mediante el autoempleo en la parcela, también se disminuye el riesgo de los mercados, por cambios del clima o ataques de plagas o enfermedades por la diversidad de cultivos. Por ende se reducen los costos de manejo y uso de fertilizantes y agroquímicos por que estos lo hacen con productos naturales al alcance de los campesinos. Aunque muchos de estos beneficios se logran ver en el largo plazo, es una alternativa viable que tienen los agricultores de producir alimentos sanos,

de buena calidad de una manera más económica y más ecológica (Soto *et al.*, 2008).

En cuanto a la perspectiva social, la agricultura campesina contribuye a resolver el problema de pérdida de autosuficiencia alimentaria por que brinda gran cantidad y variedad de productos y/o servicios que satisfacen las necesidades primordiales de la familia, además tiene el potencial para mejorar la dieta campesina; por la diversidad y disponibilidad de alimentos que se encuentran en las parcelas (Soto *et al.*, 2008). Por lo tanto, el tener garantizado la alimentación redundante en una mejor calidad de vida para las comunidades rurales ya que conservan su independencia y su soberanía alimentaria.

Los movimientos sociales rurales tienen que estar encaminados a la restauración de los sistemas alimentarios locales y esta debe ir acompañada de la construcción de alternativas agroecológicas que se adapten a las necesidades de los pequeños productores y de la población de bajos ingresos, al mismo tiempo deben oponerse el control corporativo sobre la producción y el consumo (Van der Ploeg, 2009). También será de importancia fundamental la participación activa de los agricultores en el proceso de innovación tecnológica y la difusión a través de modelos Campesino a Campesino, donde los investigadores, extensionistas y técnicos de organizaciones no gubernamentales pueden desempeñar un importante papel de facilitación (Altieri y Toledo, 2011).

Los gobiernos también tienen un papel importante que desempeñar, como proporcionar incentivos a los agricultores para que adopten tecnologías conservadoras de recursos y reactivar los programas públicos de investigación y extensión agroecológica adaptada a las necesidades y circunstancias de los pequeños agricultores, sus asociaciones y redes. Todo esto debe ir acompañado de iniciativas que permitan la creación y el acceso a mercados que devuelvan precios justos a los pequeños agricultores, y protejan a los campesinos de políticas comerciales globalizadas (Altieri y Nicholls, 2012).

Sin lugar a dudas, el conjunto de prácticas tradicionales de manejo de cultivos utilizados por muchos agricultores de escasos recursos, que se adaptan bien a las condiciones locales y que pueden conducir a la conservación y regeneración de la base de recursos naturales, es una riqueza para los investigadores modernos que buscan crear nuevos agroecosistemas bien adaptados a las circunstancias agroecológicas y socioeconómicas locales de pequeños agricultores (Altieri y Nicholls, 2012).

3.2 Sistemas Agrícolas

3.2.1 Elementos del sistema

Hart (1979) menciona que en el mundo real los sistemas son abiertos, es decir tienen interacción con el medio ambiente. Esta interacción resulta de entradas y salidas a la unidad. Al observar fenómenos reales y definir conjuntos de componentes que forman unidades, las fronteras entre unidades constituyen los límites de cada sistema. Hay ciertos elementos que todo sistema tiene y estos son:

- Componentes
- Interacción entre componentes
- Entradas
- Salidas
- Límites

Los componentes de un sistema son los elementos básicos (la materia prima) del sistema. Si se analiza una casa como un sistema, los ladrillos, las tejas, la tubería, etc. son los componentes del sistema. La interacción entre los componentes de un sistema es lo que proporciona las características de estructura a la unidad (Hart, 1979).

Las entradas y salidas de un sistema son los flujos que entran y salen de la unidad. El proceso de recibir entradas y salidas es lo que le da función a un sistema, un motor que tiene la función de mover un automóvil es un sistema que

toma gasolina (entrada) y produce energía mecánica (salida) que lo mueve. Muchas veces existen dificultades para definir los límites de un sistema. Hay que tomar en cuenta dos pautas en la definición de los límites de un sistema; el tipo de interacción entre componentes y el nivel de control sobre las entradas y salidas. Al analizar fenómenos reales, se verá que algunos componentes de éstos van a tener interacción directa y otros solamente interacción indirecta entre sí (Hart, 1979).

Cuando un flujo sale de un componente y entra a un conjunto de componentes y el conjunto no tiene control sobre la entrada del flujo se puede asumir que este flujo es una entrada a un sistema, y que existe un límite entre la unidad que produce el flujo (salida) y la unidad que lo recibe la entrada. Por ejemplo, la precipitación es una entrada al sistema bosque (Hart, 1979).

La Figura 1. Describe un sistema con dos componentes, interacción entre componentes, entradas, salidas y límites. Todo sistema real tiene estos cinco elementos. Al usar el enfoque de sistemas para estudiar un fenómeno, el primer paso consiste en la identificación de estos elementos básicos, que forman el sistema de interés (Hart, 1979).

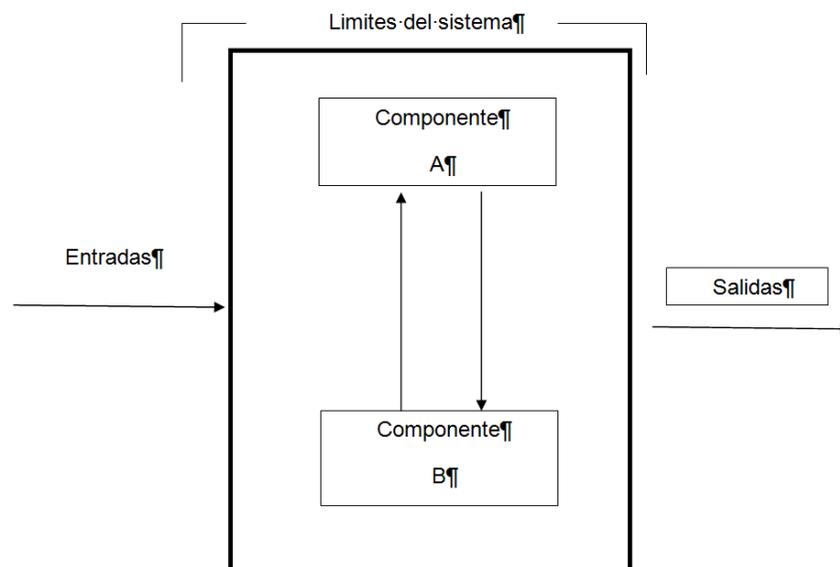


Figura 1. Un sistema abierto con entradas, salidas y dos componentes definidos por límites fijos (Hart, 1979).

3.2.2 Estructura de un sistema

La estructura de un sistema según Hart (1979) tiene las siguientes características relacionadas con los componentes del sistema:

- Número de componentes
- Tipo de componente
- Arreglo (interacción) entre componente

El número de componentes de un sistema es simplemente la cantidad (1, 2,3,...n) de elementos básicos que interactúan para construir el sistema. Es obvio que el número de personas que trabajan para una empresa afecta la estructura (organización) de la empresa. Los ecosistemas pueden tener un número diferente de poblaciones de plantas y de animales (Hart, 1979).

Las características de un componente individual pueden tener mucha influencia sobre la estructura de un sistema. La presencia de un animal grande (componente) dentro de un ecosistema influye en la cadena de alimentos (estructura) del sistema (Hart, 1979).

Aunque el número y el tipo de componente afecta enormemente la estructura de un sistema, el arreglo entre los componentes de un sistema es tal vez aún más importante. El número y el tipo de componente pone ciertos límites a los tipos de interacción que pudieran ocurrir dentro de un sistema (pocos componentes limitan el número de interacciones) pero en muchos casos, los mismos componentes pudieran estar relacionados con diferentes arreglos (Figura 2).

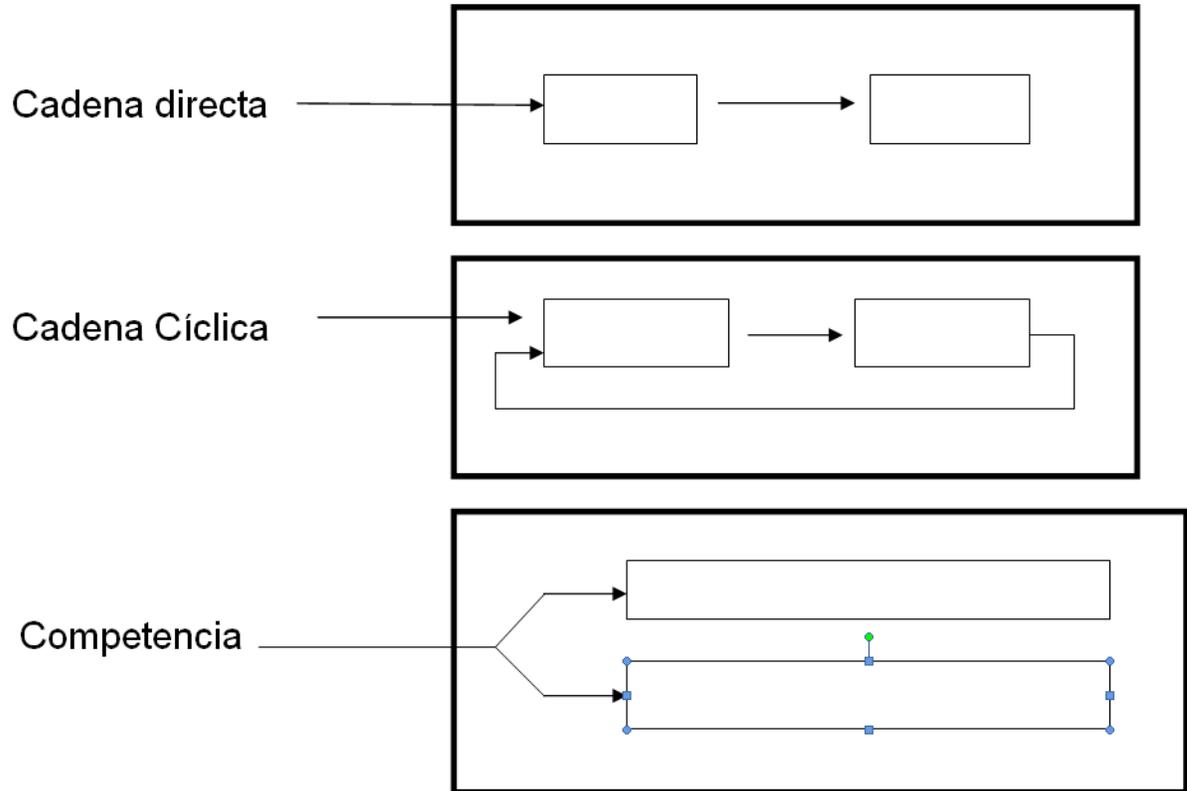


Figura 2. Relaciones entre componentes (Hart, 1979).

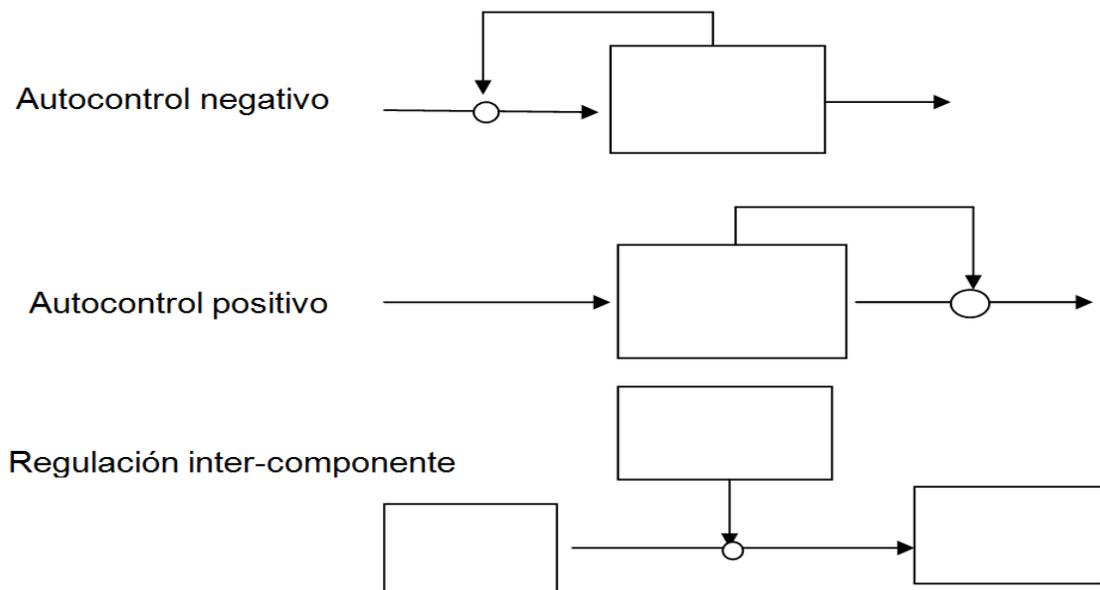


Figura 3. Ejemplos de diferentes relaciones entre componentes y flujos que afectan la estructura y la función del sistema (Hart, 1979).

Las relaciones entre dos componentes pueden ser del tipo de cadena directa, en la cual una salida de un componente es una entrada a otro; del tipo cadena cíclica, en la cual hay retroalimentación; y del tipo competitivo, en la cual los componentes compiten por la misma entrada. Un sistema puede tener solo uno de estos tipos de interacción, o si en el sistema es más complejo, puede tener las tres (Hart, 1979).

Un ejemplo de sistema con cadena directa es la cadena de alimentos de un ecosistema. Las plantas son consumidas por los herbívoros y estos por los carnívoros (Odum, 1971). Ejemplos de cadenas cíclicas son el ciclaje de nutrientes dentro de un ecosistema (del suelo a plantas, a animales, al suelo, etc.). Varias relaciones se caracterizan por competencia entre sus componentes: como dos plantas compitiendo por la radiación solar (Hart, 1979).

En la Figura 3. También describe tres tipos de relaciones entre componentes y flujos que entran y salen de los componentes. Hay dos tipos de autocontrol: uno es el caso en donde un componente puede regular su propia entrada (los animales tienen esta característica) otro es el caso en que un componente que puede regular su propia salida ejemplo: control de una empresa sobre su venta de producto). También existe un tipo de relación entre componente y flujos en que un componente puede controlar el flujo entre otros dos componentes. Un ejemplo es: una planta con su sombra afectando la radiación que recibe otra planta (Hart, 1979).

Es obvio que el tiempo de interacción entre componentes y flujos está muy relacionado con la interacción entre componentes. Los componentes en una cadena cíclica también pueden presentar un caso de regulación de flujos entre componentes. Los tipos de autocontrol (positivo y negativo) pueden ocurrir en una cadena directa, en una cadena cíclica, en competencia entre componentes o dentro de un sistema en una combinación de diferentes relaciones (Hart, 1979).

Las relaciones entre componentes y flujos producen el arreglo característico de un sistema. Si al arreglo se suma el tipo y el número de componentes, el resultado es

la estructura del sistema. Esta estructura está muy ligada con la función del sistema (Hart, 1979).

3.2.3 Función del sistema

La función de un sistema explica Hart (1979) que siempre se define en términos de procesos. La función está relacionada con el proceso de recibir entradas y producir salidas. Este proceso se puede caracterizar usando criterios diferentes, pero tal vez los más importantes son:

- Producción
- Eficiencia
- Variabilidad

La producción bruta de un sistema es una medida de la salida de un sistema. Casi siempre es necesario incluir unidades de tiempo p.e. (Kg día^{-1}) y en muchos casos una unidad que da información sobre superficie (p.e. $\text{TM/km}^2 \text{ año}^{-1}$ o $\$ \text{ año}^{-1}$ del país X). La producción neta de un sistema es la cantidad de las salidas, restando las entradas (producción neta = producción bruta-entradas) (Hart, 1979).

La eficiencia es una medida que toma en cuenta las cantidades de entradas y salidas de un sistema. La eficiencia es dividida por la entrada. Por ejemplo si 10 calorías entran a un sistema y si salen 5 en forma de utilidad. La eficiencia del sistema es convertir calorías a un producto de utilidad 0.5 ($5/10$).

La variabilidad es un concepto que toma en cuenta la probabilidad en la cantidad de salidas. Si en un tiempo determinado una fábrica produce una salida que varía entre 5 y 10 carros por día y otra fábrica produce una salida que varía entre 2 y 13 carros por día, aunque ambas producen en promedio 7.5 carros por día, es obvio que la primera fábrica tiene cierta ventaja sobre la segunda, es menos variable en su función de producir carros.

Las características de la función como productividad, eficiencia y variabilidad son un resultado directo de las características de estructura de un sistema. Hacer el

análisis de un sistema, no es, sino tratar de relacionar la estructura con la función de ese sistema (Hart, 1979).

Sistemas agrícolas

El agroecosistema es un conjunto de poblaciones de plantas, animales y microorganismos que pueden incluir poblaciones de cultivos, animales domésticos o ambos. Estas poblaciones de valor agrícola pueden ser separadas de las otras poblaciones y definidas como subsistemas de cultivos o animales. Los sistemas de cultivos y de animales son arreglos de poblaciones de cultivos o animales que interactúan.

Según Hart (1979) para entender un sistema de cultivo hay que estudiar: el nivel del agroecosistema, el nivel de sistema de cultivo y el nivel de un cultivo. Este principio puede ser denominado el principio de tres niveles mínimos y puede servir como pauta para la investigación de cualquier sistema agrícola.

Sistema de cultivo y sistema de animales

Ambos sistemas están al mismo nivel jerárquico (subsistemas de agroecosistemas) y tienen mucho en común. Como cualquier otro sistema son arreglos de componentes, con entradas y salidas. Un sistema de cultivo es un arreglo espacial y cronológico de poblaciones de cultivos, con entradas de radiación solar, agua y nutrientes y salidas de biomasa con valor agronómico. Un sistema de animales es un arreglo espacial y cronológico de animales con entradas de alimentación animal y agua, salidas de agua o productos, como leche huevo, etc. (Hart, 1979).

Como metodología, para describir el sistema del agricultor y evaluar las diferentes modificaciones a este sistema se pueden considerar: Cambio en los componentes del sistema (incrementar o disminuir número de poblaciones, o cambiar variedades de cultivos o razas de animales, cambios a nivel de sistema cultivo o de animales, cambios de arreglo cronológico de los componentes (fecha de siembra de los cultivos, tiempo de rotación de los animales) (Hart, 1979).

3.3 Sistemas Agroforestales

La promoción de la agricultura sostenible debe ser un tema prioritario de las estrategias del desarrollo y de la agenda política para contribuir al remedio de la pobreza y a la conservación de los recursos naturales en la región de Latinoamérica y el Caribe. Afortunadamente esta región es abundante en recursos naturales para el desarrollo agrícola. Los recursos naturales por si solos serán de poco valor, a menos que sean combinados con recursos humanos y tecnológicos apoyados por políticas que aseguren la producción y la equidad en la distribución de alimentos, de tal manera que la gente no tenga hambre en cualquier tiempo y en cualquier lugar. Debido a la abundancia y diversidad de la agricultura en Latinoamérica, esta región está dotada con ventajas comparativas para competir en los mercados mundiales. Por lo tanto el desarrollo sostenible de la agricultura y los recursos naturales pueden contribuir notablemente al bienestar social y económico, especialmente en las áreas rurales pequeñas que padecen pobreza alimentaria (Krishnamurthy y Ávila, 1999).

Una herramienta que nos permite diseñar estrategias encaminadas al desarrollo sustentable son los sistemas agroforestales, ya que estos son más complejos que los monocultivos. Esta complejidad resulta de las interacciones económicas y ecológicas que producen beneficios ya que combinan especies complementarias con patrones diferenciales de crecimiento, hacen una utilización óptima del espacio vertical o cultivos multiestratos, usan intensivamente el espacio horizontal o cultivos múltiples, tienen un régimen de manejo con arreglos temporales de diferentes componentes, y optimizan las interacciones positivas entre los componentes (Krishnamurthy y Ávila, 1999).

Krishnamurthy *et al.* (2003) define a los sistemas agroforestales como el uso de tierra que involucra el manejo deliberado de árboles y arbustos, en asociación cercana con los cultivos agrícolas anuales y perennes, así como animales domésticos cercanos al predio de cultivo. Es la unidad completa el árbol, cultivo y animal manejada intensivamente mediante el trabajo familiar.

Entre los agroecosistemas que mantienen prácticas tradicionales, conservan y regeneran los recursos naturales, están los sistemas agroforestales. Un sistema agroforestal se define como la asociación de una leñosa perenne (árboles y/o arbustos) con cultivos agrícolas y/o animales dentro de la misma unidad de tierra, (Soto *et al.*, 2008). Un esquema representativo con todos los elementos, en donde en vez de cultivos se incluye pasto, se presenta en la Figura 4.

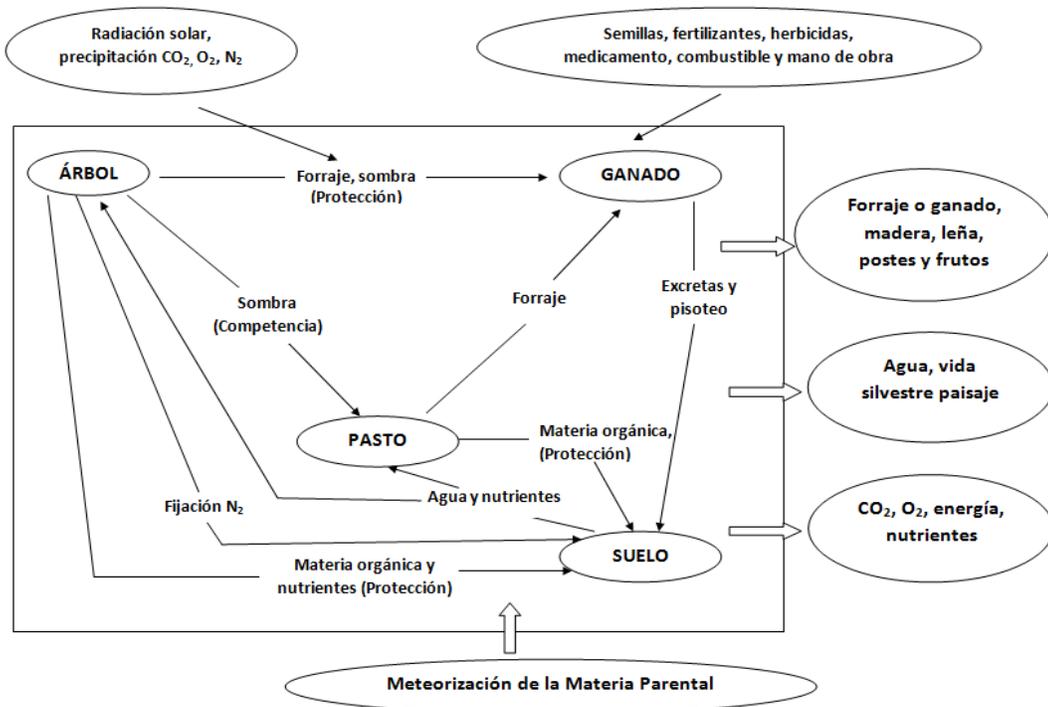


Figura 4. La Agroforestería vista como sistema (Bronisten, 1984).

Aunque esta práctica de uso de suelo se ha llevado a cabo desde hace muchos años, ha tomado importancia en los últimos años, incorporando resultados de estudios científicos y derivando en nuevas propuestas de manejo (Soto *et al.*, 2008).

Los sistemas agroforestales poseen características muy particulares que contribuyen a mejorar diversos aspectos tanto económicos, ecológicos y sociales, permiten un mejor desarrollo de los pequeños agricultores y se muestra como una

alternativa promisorio para disminuir los efectos adversos del cambio climático y el problema de soberanía alimentaria.

Los sistemas agroforestales por lo tanto, son lugares en donde los árboles crecen junto con cultivos anuales, en donde se modifican el microclima, mantienen y mejoran la fertilidad del suelo; y algunos árboles contribuyen a la fijación de nitrógeno y la absorción de nutrientes de los horizontes profundos del suelo, mientras que su hojarasca ayuda a reponer los nutrientes del suelo, manteniendo la materia orgánica, y sosteniendo cadenas tróficas complejas del suelo (Altieri y Nicholls, 2012).

3.3.1 Clasificación de los Sistemas Agroforestales

Existen diversas clasificaciones de los sistemas agroforestales propuestas por distintos autores, una de ellas es la que propone Nair (1997) la cual está basada en el tipo de componente, y concluyó que sólo hay tres componentes que son manejados por el usuario de la tierra en los sistemas agroforestales que son: perennes leñosas, plantas herbáceas y animales. La lógica de la clasificación debería estar basada en la presencia de estos componentes en las siguientes categorías como se muestra en la Figura 5.

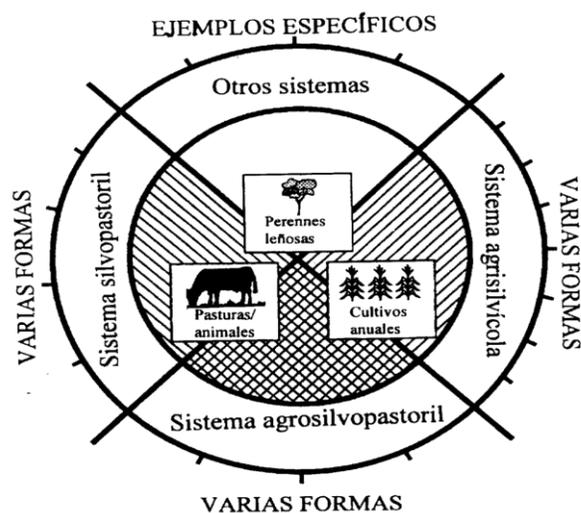


Figura 5. Esquema de clasificación de sistemas agroforestales (Nair, 1997).

Clasificación de los sistemas agroforestales de acuerdo con los componentes presentes:

Agrisilvícola: cultivos y árboles (incluyendo arbustos/enredaderas).

Silvopastoril: pasturas/animales árboles.

Agrosilvopastoril: cultivos, pasturas/animales y árboles.

Los beneficios que aportan los sistemas agroforestales dependerán de la selección y el diseño de las especies en donde se encuentren. Otra de las clasificaciones propuesta por Young (1994) está basada en tres niveles: en el primero con los componentes presentes, el segundo nivel de acuerdo con el arreglo de los componentes en espacio y tiempo; el tercer nivel de clasificación es empírico, empleando como criterios la densidad de árboles, el arreglo espacial detallado, así como las funciones de manejo.

Cuadro 1. Clasificación de sistemas agroforestales.

Tipos de sistemas agroforestales	
Predominantemente agrisilvícola (árboles con cultivo)	
Rotacional	Agricultura Migratoria Manejo de árboles en barbecho, incluye intercultivos de relevo Taungya
Mixto Espacial	Árboles en tierras de cultivo Combinación de cultivos y plantaciones Sistemas Multiestratos, incluyendo huertos caseros y jardines forestales
Zonal espacial	Plantaciones en lindero Árboles en la estructura Barreras rompevientos y cinturones de protección (también silvopastoril) Intercultivos en setos o hileras (cultivos en callejones incluyendo intercultivos de árboles-hileras) Barreras de setos en contornos Transferencia de biomasa (corte y acarreo, acolchados)
Predominantemente silvopastoril (árboles con pasturas y ganado)	
Mixto espacial	Árboles en pasturas (sistema parkland) Cultivos perennes con pasturas incluyendo árboles frutales
Zona espacial	Hileras de cercos vivos Bancos de forraje
Predominantemente árboles (ver también Taungya)	
Forestería en la comunidad y en la finca Agroforestería de rehabilitación (de tierras degradadas)	
Presencia de componentes espaciales	
Entomoforestería (Árboles con insectos) Acuaforestería (árboles con peces)	

Fuente: Young, 1994.

En esta clasificación propuesta por Young (1994) una de las categorías es nueva (árboles predominantes o de predominio del componente árbol). La categoría agrosilvopastoril ha desaparecido y sólo se menciona en el último nivel jerárquico. Se propone otra categoría para los componentes espaciales como los insectos y los peces (Cuadro 1).

3.3.2 Beneficios de los Sistemas Agroforestales

Los sistemas agroforestales, es decir, el sistema de producción de alimentos con cultivos de árboles en combinaciones interactivas con animales y/o cultivos, tienen la característica de proporcionar productos y funciones de servicios múltiples. Los beneficios de los sistemas agroforestales, resultan de complejas interacciones entre los componentes de la producción y el medio ambiente circundante (Krishnamurthy *et al.*, 2003).

A continuación se explican algunos de los diversos beneficios de los Sistemas Agroforestales:

3.3.2.1 Diversificación de productos

Cuando están bien diseñados y tienen un manejo apropiado los sistemas agroforestales contribuyen a la satisfacción de las necesidades básicas humanas como alimento, energía, protección, materias prima, etc. (Krishnamurthy *et al.*, 2003).

La mayoría de los sistemas agroforestales complejos integran en sus granjas más de 100 diferentes árboles de leguminosas y frutales, varios tipos de forraje, cultivos y otros usos, en muchos casos animales domésticos. Al asemejarse el bosque nativo en estructura, los árboles proveen sombra y un hábitat para pájaros y animales que benefician el sistema de cultivo, pero además contribuyen enormemente y en forma continua a la base de alimentos en familia durante todo el año (Altieri y Nicholls, 2011).

3.3.2.2 Resiliencia

Altieri y Nicholls (2011) señalan que una de los principales beneficios es la contribución que hacen los sistemas agroforestales a la resiliencia la cual se define como la propensión de un sistema para mantener su estructura organizacional y productividad después de una perturbación.

El reconocimiento de que el cambio climático puede tener impactos y consecuencias negativas sobre la producción agrícola ha generado interés para buscar maneras de incrementar la resiliencia de los agroecosistemas. Uno de los métodos más racionales es la diversificación de estos, una característica intrínseca de los sistemas agroforestales cuya complejidad vegetal se liga a la capacidad de resiliencia y al cambio climático. Claramente, la presencia de árboles en diseños de sistemas agroforestales constituye una estrategia clave para la mitigación de la variabilidad de microclima en sistemas de agricultura minifundista (Altieri y Nicholls, 2011).

3.3.2.3 Control de la erosión del suelo

Krishnamurthy y Ávila (1999) mencionan que otro de los beneficios es la conservación del suelo, ésta se observa cuando las perennes leñosas plantadas en los setos a lo largo de los contornos actúan como una estructura física y reducen así la erosión del suelo y el escurrimiento del agua. La hojarasca sobre la superficie del suelo, así como también la protección de la copa del árbol, disminuye la fuerza con la cual las gotas golpean el suelo. Esto da por resultado cantidades más grandes de infiltración de agua y disminuye la erosión del suelo por corrientes de agua.

Una de las ventajas importantes es que los sistemas agroforestales tienen un gran alcance y potencial para controlar la erosión del suelo, especialmente en tierras de laderas donde la magnitud de la pérdida de suelo es muy alta. Los arboles de los sistemas agroforestales una vez establecidos, ayudan a mantener el recurso suelo (Krishnamurthy *et al.*, 2003).

3.3.2.4 Fijación biológica del nitrógeno.

Los microorganismos (bacterias u hongos) en los nódulos de la raíz de los arboles fijan el nitrógeno que los cultivos pueden usar (Krishnamurthy y Ávila, 1999).

3.3.2.5 Abono Verde.

La hojarasca del árbol o podas incorporadas proporcionan nutrientes y materia orgánica al suelo. Los nutrientes también son proporcionadas por las raíces de los arboles desde debajo de la superficie del suelo para la formación de follaje que se usa eventualmente como abono para los cultivos (Krishnamurthy y Ávila, 1999).

3.3.2.6 Asociación de cultivos

La asociación de cultivos denota la práctica agrícola en la cual dos o más cultivos crecen simultáneamente en la misma unidad de tierra (Krishnamurthy, 1984). Esto significa que en una parcela o en una faja de terreno hay dos o varios cultivos, al mismo tiempo. Si asociamos las plantas logramos tener un policultivo (mezcla de varios cultivos) que es lo contrario del monocultivo (un solo cultivo año tras año) y se logra de esta manera, un sistema de producción más cercano a la naturaleza, es decir, se aproxima a copiar la diversidad que existe en nuestro entorno, pero de manera ordenada por el hombre (Sánchez y Castro, 2011).

Al asociarse árboles en los terrenos de cultivo se potencializan las interacciones económicas y ecológicas de los sistemas agroforestales que producen diversos beneficios como los que numera a continuación (Krishnamurthy y Ávila, 1999).

- Combinación de especies complementarias con patrones diferenciales de crecimiento.
- Utilización óptima de espacio vertical o cultivos multiestratos.
- Uso intensivo del espacio horizontal o cultivos múltiples.
- Regímenes de manejo con arreglos temporales de diferentes componentes.
- Optimización de las interacciones positivas entre los componentes.

Un ejemplo de asociación de cultivo que es muy eficiente es la milpa en donde asociamos maíz, frijol y calabaza para el caso de frijol es una leguminosa la cual

aporta nitrógeno al suelo, sus raíces profundas aflojan la tierra y también aporta materia orgánica (hojas y raíces). Mientras la calabaza cubre el suelo y con su sombra evitando el desarrollo de malezas, Para el caso de maíz es una planta muy extractora sin embargo le proporciona sostén al frijol enredador. (Sánchez y Castro, 2011).

3.3.2.7 Rotación de cultivos

La rotación es una práctica importante que ayuda a los suelos brindándoles coberturas, fijando nutrientes y recuperándolos en sí mismos; así se previenen plagas y enfermedades, también recupera la diversidad de los cultivos y de la naturaleza misma (Krishnamurthy y Ávila, 1999; Sánchez y Castro, 2011).

3.4 Producción Orgánica

Aunque no siempre los sistemas agroforestales llevan inmerso la premisa de la producción orgánica o agroecológica, el presente trabajo se realiza en parcelas bajo manejo agroecológico. La cual se basa en principios que incluyen el cuidado del suelo, agua, plantas y animales, con el objetivo de producir, preparar y distribuir alimentos y otros bienes, pero sobre todo en el no uso de agroquímicos de síntesis química, no fertilizantes sintéticos, ni uso de semillas transgénicas la principal causa por el cual no se usan es por el daño que se hace a la salud y al medio ambiente (IFOAM, 2010). Además de que estos insumos elevan los costos de producción.

El mayor gasto que hace la gente con pobreza alimentaria es precisamente la compra de alimentos que aunque son económicos normalmente son de muy mala calidad ya que no les aportan los nutrientes necesarios que requieren para su dieta, así que una opción para tener acceso a una alimentación sana, nutritiva de buena calidad pero sobre todo económica para las familias, son las parcelas diversificadas donde estén presentes, árboles y arbustos que les proporcionan frutas; diversos cultivos para verduras y cereales; y los animales les proporcionan

carne y otros productos de origen animal, componentes muy importantes en la dieta familiar.

Una de las maneras en como los sistemas agroforestales se relacionan con la producción orgánica es que la agricultura orgánica es una forma de producción vegetal y animal, en la cual se tiene el objetivo de minimizar la contaminación ambiental y humana, causada por la agricultura convencional.

Este sistema holístico de gestión de la producción, fomenta y mejora la salud del agroecosistema, en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo a través de prácticas que evitan el uso de productos de síntesis química como los fertilizantes, insecticidas, herbicidas, hormonas, reguladores del crecimiento en plantas y animales, así como, organismos genéticamente modificados, aguas negras, edulcorantes y conservadores sintéticos en productos transformados. Finalmente, tiene por objetivo obtener alimentos sanos, libres de contaminación y de alta calidad nutritiva FAO-OMS, citado por (Gómez *et al.*, 2006).

De acuerdo con IFOAM (Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica), se define a la agricultura orgánica como un sistema de producción que mantiene y mejora la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas. La agricultura orgánica es un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos de la finca, dándole énfasis a la fertilidad del suelo y la actividad biológica al mismo tiempo, a minimizar el uso de los recursos no renovables y no utilizar fertilizantes y plaguicidas sintéticos para proteger el medio ambiente y la salud humana (IFOAM, 2010).

Restrepo (1997) y Gómez (1999), mencionan ciertas ventajas de la agricultura orgánica, como son los mejores precios por los productos (entre un 20 y 40% más que los convencionales), se conservan y mejoran los recursos propios (suelo y agua), se producen alimentos sanos para el mercado y la familia, se trabaja en un ambiente sano, sin peligro de intoxicaciones y de enfermedades ocasionadas por

los agroquímicos, hay una mayor productividad por área cultivada y se recuperan tierras degradadas.

La agricultura orgánica se basa en principios que incluyen el cuidado del suelo, agua, plantas y animales, con el objetivo de producir, preparar y distribuir alimentos y otros bienes, no olvidando que estos principios deben ser utilizados como un todo integral. Los principios enunciados por IFOAM en 2005, para la agricultura orgánica son:

- Salud: La agricultura orgánica debe sostener y promover la salud del suelo, planta, animal, persona y planeta como una sola e indivisible. La salud de los individuos y las comunidades no puede ser separada de la salud de los ecosistemas.
- Ecología: La agricultura orgánica debe estar basada en sistemas y ciclos ecológicos vivos, trabajar con ellos, emularlos y ayudar a sostenerlos.
- Equidad: La agricultura orgánica debe estar basada en relaciones que aseguren equidad con respecto al ambiente común y a las oportunidades de vida.
- Precaución: La agricultura orgánica debe ser gestionada de una manera responsable y con precaución para proteger la salud y el bienestar de las generaciones presentes y futuras y del ambiente.

3.5 Alimentación humana y aporte de carbohidratos y proteínas

La fuente más importante de energía, es la solar directa convertida por la fotosíntesis en productos para la comida, el vestido y la vivienda. Por la fotosíntesis, la energía solar que cae sobre la Tierra actúa sobre el dióxido de carbono y el agua, a través de las plantas para formar los carbohidratos, fuente directa de nuestra alimentación, El insumo de energía en la alimentación se suele medir en kilocalorías, y desde hace varios años se conoce que la alimentación diaria de una persona adulta es equivalente a dos o tres mil kilocalorías (una kilocaloría = la cantidad de calor necesaria para elevar un grado centígrado la temperatura de un litro de agua), dependiendo del tamaño de la persona y del esfuerzo que haga al trabajar o moverse. Algo así como una quinta parte de ese

consumo endosomático (es decir, interior al cuerpo) de energía, se puede convertir en trabajo, es decir, el trabajo humano en un día equivale a 400 o 600 Kcal. El resto de la energía alimenticia se gasta en mantener la temperatura del cuerpo y en el metabolismo, de manera que incluso una persona que apenas se mueva, necesita un suministro diario de energía endosomática superior a las mil kilocalorías (Martínez *et al.*, 1998).

El tipo de alimentación, es el producto de cada cultura humana y estrato social, siempre que suministre las calorías, proteínas y otros elementos necesarios; así, observamos con frecuencia tanto histórica como actualmente, combinaciones de un cereal y una leguminosa (arroz y frijoles; arroz y soja; maíz y frijoles), o de tubérculos (yuca y papas) junto con algún alimento rico en proteínas, como bases de la alimentación popular. La cultura, la economía, y la política influyen en la alimentación sin embargo, el hecho básico es que la energía endosomática de la alimentación (las 2000 o 3000 Kcal diarias) viene determinada por la biología humana (Martínez *et al.*, 1998).

Por lo tanto Briz (2004) afirma que los seres humanos necesitan un suministro continuo de energía que le proporcione macronutrientes: proteínas, grasas e hidratos de carbono. Así como también precisa de otras sustancias que denominamos micronutrientes: minerales y vitaminas, que son indispensables para mantener su metabolismo. El mismo autor acepta que, para que una sustancia pueda ser considerada como nutriente, ha de cumplir las siguientes condiciones:

- Sustancia de composición química conocida de procedencia exógena.
- Su carencia, al cabo de cierto tiempo, da lugar a una patología específica.
- Esta patología se corrige exclusivamente con la administración del nutriente cuya falta es la causante de la misma.

Estas condiciones obligan a que la dieta aporte todos los nutrientes en cantidad suficiente ya que la falta de cualquiera de ellos, da lugar a una deficiencia subclínica o patología (Briz, 2004).

Jeavons (2002) propone que la agricultura orgánica biointensiva debe utilizar las proporciones 60/30/10 en un terreno de 40 camas (372 m²) para solo una persona y mantener la sustentabilidad del sistema:

60% para cultivos de carbono y calorías (granos) para una producción máxima de carbono (biomasa) para la composta y que aporte suficientes calorías (se recomienda hacer la siembra de leguminosas intercaladas con estas plantas para producir nitrógeno para la composta).

30% para cultivos de tubérculos altos en calorías (papas) para una obtención máxima de calorías.

Y 10% de hortalizas para la obtención de vitaminas y minerales. Si se desea se puede sembrar un poco más de hortalizas para vender el excedente y producir ingresos a la familia.

Sin embargo Romero *et al.* (2012) con base en estudios que ha realizado en una parcela orgánica experimental de media hectárea encontró que sembrando una proporción de 50:33:17 (carbohidratos, proteínas y vitaminas) se obtiene el mejor aporte de carbohidratos y proteínas. Por lo que en el proyecto de investigación se pretende conocer cuál es la cantidad de nutrientes (proteínas y carbohidratos) que aportan una parcela agroforestal orgánica a una familia para la alimentación familiar y dieta.

3.5.1 Alimentación familiar y dieta

Briz (2004) también indica que el hombre no se alimenta habitualmente, con mezclas de productos químicos, sino que lo hace con alimentos, es decir, con productos de origen animal o vegetal. Ningún alimento es completo para el hombre, por lo que ninguno aporta todos los nutrientes necesarios de ahí la importancia de la dieta o de las combinaciones en que normalmente se consumen los alimentos.

Por lo tanto la alimentación correcta es aquella que es variada: cuando se incluyen los 5 grupos de alimentos; es suficiente: cuando su cantidad está relacionada con el período de la vida, actividad y trabajo que desarrolla el individuo; está bien distribuida: cuando se realiza con intervalos variables, no menos de 4 comidas al día y es higiénica: porque se realiza siguiendo ciertas reglas que disminuyen el riesgo de transmitir enfermedades infecciosas o tóxicas (Vázquez, 1998).

Hernández (1993) señala que para tener una buena alimentación se debería:

- Contar con una dieta equilibrada en la que no falten leche, carne, huevos, verduras, frutas, cereales y leguminosas en su forma natural (sin saborizantes ni conservadores).
- Consumo diario de 5 raciones de frutas y verduras frescas de temporada.
- Consumir productos ricos en fibra como los cereales enteros integrales, espinaca, ejotes y manzana.
- Comer productos con carbohidratos complejos como granos, leguminosas, betabel, chayote, chícharo y papaya.
- Optar por la carne y los lácteos producidos localmente, pues suelen ser más frescos.
- Ingerir productos frescos en vez de alimentos procesados, y de ser posible, productos orgánicos.

La pirámide de alimentos proporciona una base de cómo alimentarse, mostrando la gran variedad y cantidad de alimentos que pueden y deben ser consumidos diariamente para que el organismo se mantenga en forma y pueda realizar sus funciones normalmente (Hernández, 1993; Mataix-Verdu, 1995 y Vázquez, 1998). Ésta se compone de 5 grupos, como se muestra en la Figura 6.

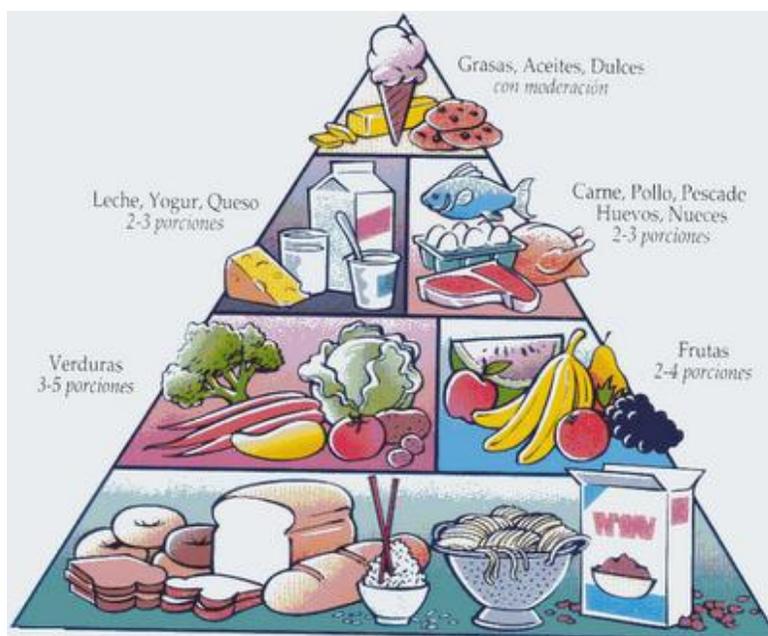


Figura 6. Pirámide Nutricional.

A los nutrientes para la alimentación se les conoce comúnmente con los nombres de carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales, y éstos a su vez están agrupados en macronutrientes y micronutrientes. Hay nutrientes que el organismo produce y otros que se obtienen de los alimentos (ISSSTE, 2009). Aunque la mayor parte depende de lo que se consume (FAO, 2002).

3.5.2 Carbohidratos

Los carbohidratos proporcionan la mayor parte de la energía que requiere el hombre, están compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno (Davison, 2002). Se encuentran en forma de almidones y diversos azúcares (FAO, 2002). Que se consumen en productos vegetales, por ejemplo los cereales y sus productos derivados como las harinas, las verduras, el azúcar y conservas (Osborne, 1978; NUTRIPRO, 2011). Al ser la principal fuente de energía, son los nutrientes que normalmente se consumen en mayor proporción durante la alimentación.

La FAO (2002) divide a los carbohidratos en tres grupos, que son:

- Monosacáridos: son los carbohidratos más sencillos, también conocidos como azúcares simples; los más comunes son glucosa, fructosa y galactosa.
- Disacáridos: ejemplos de disacáridos son la sacarosa, la lactosa y la maltosa.
- Polisacáridos. químicamente son los carbohidratos más complejos. Ejemplos de polisacáridos son el almidón, el glucógeno, celulosa, hemicelulosa, pectina, etc.

Debido a que no todas las formas de carbohidratos anteriormente mencionadas son utilizables, en el sentido de ser metabolizados y contribuir al aporte de energía para el hombre; se clasifican en carbohidratos “utilizables” y “no utilizables” (Osborney, 1978;).

Se considera “utilizable” a los monosacáridos, disacáridos, dextrinas, almidones y glucógenos ya que son sintetizados por enzimas que se encuentran en la boca y en el intestino delgado que rompen enlaces, para luego ser absorbidos por la corriente sanguínea que los transporta a los tejidos corporales para la síntesis o producción de energía (NUTRIPRO, 2011).

Se consideran “no utilizables” a la celulosa, pectina, hemicelulosa, gomas, etc., ya que el tracto digestivo no segrega ninguna enzima capaz de romper los enlaces, pasando a través del cuerpo en forma inalterada y aportando un voluminoso material de relleno esencial para el funcionamiento del tracto intestinal (NUTRIPRO, 2011).

Cuando los carbohidratos “utilizables” (digeribles) se consumen en exceso, el organismo los convierte en grasa que se deposita como tejido adiposo de la piel y en otros sitios del cuerpo (FAO, 2002).

3.5.3 Proteínas

Son moléculas formadas por aminoácidos. Proceden de fuentes animales y vegetales, de entre ellas, la carne, el pescado, la leche, los huevos, los cereales, las leguminosas, las semillas y los frutos de nuez (Osborney, 1978; Davison, 2002).

Las proteínas son necesarias para el crecimiento y el desarrollo corporal, para el mantenimiento y la reparación del cuerpo y para el remplazo de tejidos desgastados o dañados; para producir enzimas metabólicas y digestivas y como constituyente esencial de ciertas hormonas. Su importancia principal, radica en que son constituyentes esenciales de todas las células, ya que éstas necesitan remplazarse de tiempo en tiempo y para este remplazo es indispensable el aporte de proteína y también constituyen la mayor porción de sustancias de los músculos y órganos, aparte de agua (FAO, 2002).

En los alimentos comúnmente se presentan 20 aminoácidos, pero sólo 8 son esenciales y se les conoce como “aminoácidos esenciales” o “aminoácidos indispensables” (Osborney 1978; FAO, 2002) y son valina, leucina, isoleucina, treonina, lisina, metionina, fenilalanina y triptófano.

Las proteínas del huevo y de la leche humana se encuentran en el tope de la escala del valor nutritivo ya que aportan todos los aminoácidos esenciales para el crecimiento normal y los procesos vitales que el cuerpo necesita; le siguen la leche de vaca, el pescado y la carne, siguiendo después las proteínas vegetales obtenidas del trigo, arroz, maíz, y la nuez (Osborney, 1978; Davison, 2002).

Toda proteína consumida en exceso se utiliza como fuente de energía, transformándose en carbohidratos; si los carbohidratos y las grasas en la dieta no suministran la cantidad suficiente de energía que el cuerpo necesita, se utiliza la proteína para suministrar energía; como resultado la proteína ya no es utilizada para realizar sus funciones; esta deficiencia afecta principalmente a los niños, que necesitan proteínas adicionales para su crecimiento. Si reciben muy poca cantidad de alimento para sus necesidades energéticas, la proteína se utiliza para las necesidades diarias de energía y no para el crecimiento (FAO, 2002).

3.5.4 Requerimientos nutricionales de carbohidratos y proteínas

Existen diversas propuestas para estimar el requerimiento por nutrimento para una determinada población, normalmente parte de la necesidad de estimar el aporte

energético conforme a edad, sexo y actividad física. Las IDR (Ingestas Diarias Recomendadas) son importantes ya que sirven para planificar el abasto alimentario de un país o una región, evaluar la ingestión media de un grupo, estimar el tamaño de las raciones en servicios de alimentación y como elemento en el diseño de productos o estrategias educativas (INCMNSZ, 2001).

Cuadro 2. Consumo de nutrimentos para individuos normales con la dieta en las condiciones de México.

Edades (meses y años cumplidos)	Peso teórico kg	Energía	Proteína
		Kcal	(g)
Niños ambos sexos			
0-3 meses	-	120 kg-1	2.3/kg
4-11 meses	-	110 kg-1	2.5/kg
12-23 meses	10.6	1000	27
2-3 años	13.9	1250	32
4-6 años	18.2	1500	40
7-10 años	26.2	2000	52
Adolescentes masculinos			
11-13 años	39.3	2500	60
14-18 años	57.8	3000	75
Adolescentes femeninos			
11-18 años	53.3	2300	67
Hombres			
18-34 años	65.0	2750	83
35-54 años	65.0	2500	83
55 y más años	65.0	2250	83
Mujeres			
18-34 años	55.0	2000	71
35-54 años	55.0	1850	71
55 y más años	55.0	1700	71

Fuente: (INCMNSZ, 2001).

El Cuadro 2. Muestra información sobre las recomendaciones para el consumo de nutrimentos para individuos normales en las condiciones de México, considerando Cuadro 2. Muestra los pesos de la edad media del periodo referido. Se puede notar que la ingesta de calorías se va incrementando de acuerdo con la edad para el caso de los infantes de 12 a 23 meses necesitan 1000 calorías, para los adolescentes 11 a 18 años de 2300 hasta 3000 calorías sin embargo para adultos se va reduciendo el consumo de calorías hasta llegar a las 1700 calorías.

Para el consumo de carbohidratos, se recomienda que ocupen del 55 al 60 % del requerimiento calórico total, de modo que el 10% sea de hidratos de carbono simples, es decir, azúcares como mermelada, miel, chocolate, cajeta, entre otros

el otro 90% de carbono complejos como los que se encuentran en los cereales y derivados como arroz, pasta, tortillas, etc. (NUTRIPRO, 2011).

3.6 Soberanía Alimentaria

Vía Campesina en la Cumbre Mundial de la alimentación que se llevó a cabo en 1996 definió a la soberanía alimentaria como el derecho de los países y los pueblos a definir sus propias políticas agrarias, de empleo, pesqueras, alimentarias y de tierra de forma que sean ecológica, social, económica y culturalmente apropiadas para ellos y sus circunstancias únicas. Incluye el verdadero derecho a la alimentación y a producir alimentos, lo que significa que todos los pueblos tienen derecho a una alimentación sana, nutritiva y culturalmente apropiada, y a la capacidad para mantenerse a sí mismos y a sus sociedades. Significa la primacía de los derechos de los pueblos y las comunidades a la alimentación y producción de alimentos, sobre los intereses del comercio. Esto conlleva el fomento y la promoción de los mercados locales y de los productores, más allá de la producción para la exportación e importación de alimentos. Integra, además, la noción de precio justo; el acceso y control de las comunidades sobre los recursos productivos; la protección de las semillas; la promoción de la diversidad genética del planeta versus la utilización de cultivos genéticamente modificados así como una inversión pública de apoyo a las actividades productivas de las familias y comunidades locales con enfoque participativo (Machin *et al.*, 2010).

Autosuficiencia alimentaria

Funes (2009) menciona que algunos autores coinciden en que el crecimiento acelerado de la población mundial es una de las principales limitantes del sector agrícola para suplir la demanda de alimentos, fibras y otros productos agrícolas a una masa de población que exigirá más fácil el acceso a los bienes y servicios. La explosión demográfica es, por tanto, una de las grandes preocupaciones del siglo XXI. Entre los principales retos actuales esta lograr una adecuada disponibilidad energética y proteica para toda la población. En regiones donde el acceso al

mercado es limitado y los ingresos son insuficientes, las fincas que producen alimentos deben ser diversificadas para lograr un alto grado de autosuficiencia. Sin embargo, es necesario considerar otras dimensiones relevantes en la producción agropecuaria como la capacidad de los agroecosistemas para suplir los requerimientos nutricionales de las personas de manera sostenible.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Localización

El municipio de Españaíta pertenece al estado de Tlaxcala y está ubicado en la región del altiplano central mexicano. La cabecera municipal está situada a una altitud de 2640 msnm su posición geográfica de acuerdo con INEGI (2010) es 19° 27' 41" latitud norte y 98°25'23" longitud oeste (Figura 7).

Españaíta colinda al norte con el municipio de Sanctórum de Lázaro Cárdenas, al sur limita con el municipio de Ixtacuixtla, al oriente se establecen linderos con el municipio de Hueyotlipan, asimismo al poniente colinda con el municipio de Sanctórum de Lázaro Cárdenas y el estado de Puebla. Plaza principal de la cabecera municipal de Españaíta.

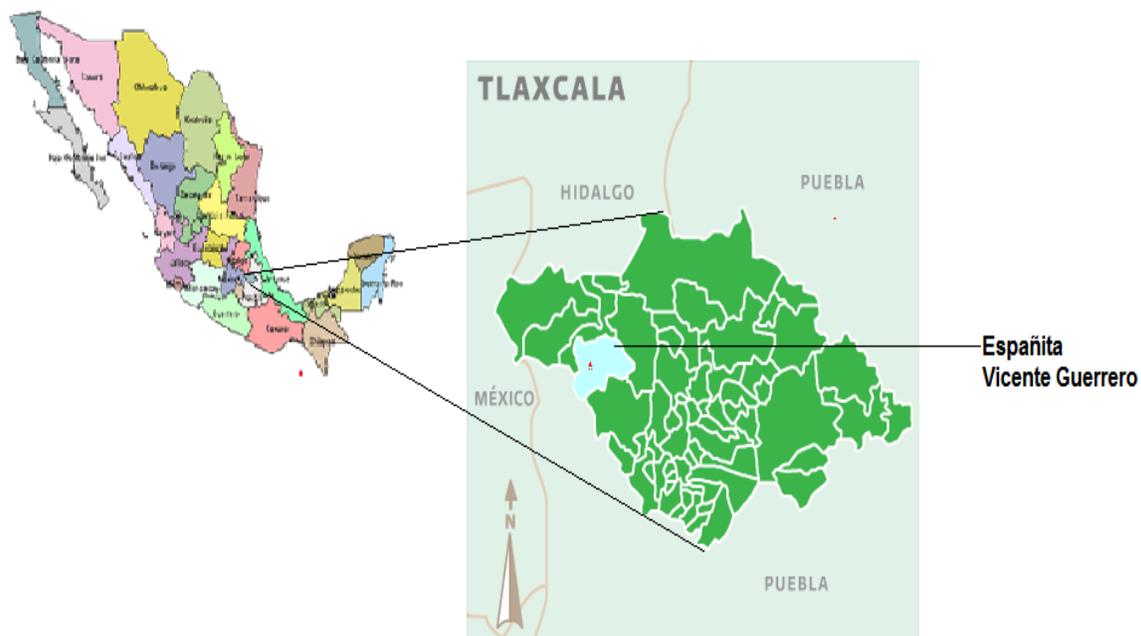


Figura 7. Mapa de localización de la comunidad de Vicente Guerrero.

En la Figura 8. Se muestra el mapa de localización de la parcela donde se realizo la investigación y la toma de datos en el Cuadro 3. Se presenta el área de cada una de las terrazas.



Figura 8. Localización de las terrazas del área de estudio.

Cuadro 3. Distribución de cultivos en la parcela y su superficie.

Numero de Terraza	Cultivo	Superficie m2
1	Cultivos Anuales	1049.0
	Árboles Frutales	200.0
2	Cultivos Anuales	2755.2
	Árboles Frutales	200.0
3	Cultivos Anuales	2852.7
	Árboles Frutales	200.0
4	Cultivos Anuales	2130.2
	Árboles Frutales	200.0
5	Cultivos Anuales	1294.4
	Árboles Frutales	200.0
6	Cultivos Anuales	224.0
	Arboles Forestales	224.0
	Total	11305.5

4.2 Clima

La zona pertenece a una región montañosa tropical, pero con influencias polares, lo cual se manifiesta en una baja oscilación anual de la temperatura ($\pm 6^{\circ}\text{C}$), en un régimen veraniego de las lluvias y en la influencia de frentes fríos invernales. Su altitud y posición a sotavento, determinan que el clima predominante sea del tipo templado subhúmedo (Cw1) García (1973), el cual se caracteriza por presentar las siguientes condiciones: temperatura media normal anual de 12.9°C . Los meses con mayor temperatura son, abril y mayo los meses más fríos son enero y diciembre la precipitación media anual de 742.7 mm, con la mayor incidencia de junio a septiembre. En la Figura 9. Se presenta el climograma de Nanacamilpa, que es la estación climatológica más cercana a la comunidad de estudio.

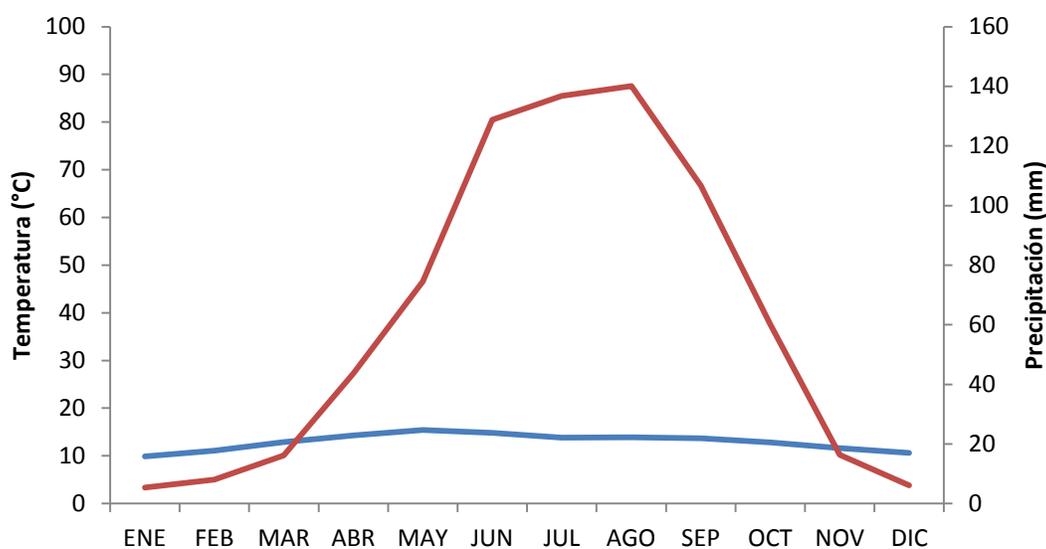


Figura 9. Climograma de Nanacamilpa, Tlaxcala (promedio de 1972 a 2000).

4.3 Suelo

Los suelos se derivan de toba intermedia del cenozoico, en el periodo terciario. El tipo predominante en el ejido es Cambisol eutróico y le siguen los Litosoles ambos de texturas medias (Moreno, 2000).

La evolución climática y geomorfológica de la zona, así como la actividad humana, han determinado las características del suelo, los cuales según Magdaleno (2005) son: cambisoles, regosoles, y algunas áreas con litosoles, donde aflora el basamento sedimentario de los lomeríos; además, son comunes las fuertes pendientes en algunas laderas y lomas.

4.4 Orografía

En general, el municipio de Españita presenta una topografía accidentada, además se encuentran mesetas, llanuras y planicies. Las principales características del relieve son las siguientes:

Zonas accidentadas, representan la mayoría del territorio municipal, aproximadamente el 60% de la superficie total y se localizan en las comunidades de Miguel Aldama, San Miguel Pipiola y San Agustín (Sánchez, 2008).

Zonas semiplanas, representan aproximadamente el 30% de la superficie municipal, se ubica en las localidades de Vicente Guerrero, San Francisco Mitepec, la Reforma y Álvaro Obregón (Sánchez, 2008).

Sánchez y Castro (2011) menciona que en las zonas accidentadas y semiplanas han construido zanjas, ya que son un elemento de mucha importancia en los terrenos de cultivo, sobre todo en zonas con cierta inclinación expuestas a la erosión hídrica, pues ayudan a evitar que en los momentos de las lluvias se formen escorrentías que deslaven el suelo. En las laderas tlaxcaltecas aun es común observar terrazas, zanjas, barreras vivas de magueyes, nopales o arboles tanto nativos como frutales.

4.5 Geología

Los movimientos geológicos anteriores y durante el Terciario han influido en la zona, al grado de que los depósitos sedimentarios y los fenómenos volcánicos de este periodo han sido los que, en principio, han formado la base geológica actual. Como parte de la subprovincia fisiográfica de los lagos y volcanes del Anáhuac, se

alternan volcanes con bajos lacustres, los cuales son interrumpidos por cerros y lomeríos con material superficial de tobas y brechas terciario-cuaternarias. En general, el relieve actual ha sido conformado por procesos de erosión-sedimentación postpleistocénicos (Magdaleno, 2003).

4.6 Vegetación

La vegetación está representada por el bosque de pino encino, identificando especies como el pino real (*Pinus montezumae*), el encino rugoso (*Quercus rugosa*) y otros tipos de pino como (*Quercus crassipes*, *Q. crassifolia*, *Q. laurina*, *Q. laeta* y *Q. obtusata*) (Sánchez, 2008).

Fisonómicamente los encinos que integran este bosque se caracteriza por ser de tallas intermedias, alcanzando en su mayoría alturas que varían de 8 y 15 metros, sus fustes son generalmente torcidos, ramificados a poca altura. La corteza que presentan estos elementos es gruesa fisurada, favoreciendo con esto que en algunos lugares se establezcan plantas epifitas, tales como el heno (*Tillandsia tisneoides*), magueicillo chico (*T. recurvata*) y el magueicillo grande (*Tillandsia* spp) (Sánchez, 2008).

4.7 Fauna

En el municipio todavía es posible encontrar algún tipo de fauna silvestre como ardilla (*Speinophilis mexicanus*), tlacuache (*Didelphis marsupialis*), coyote (*Canistrans*), gato montés (*Lins rufus*), y liebre (*Lepus californicus*), aves como: el gavilán (*Falco sparverius*), lechuza (*Tyto alba*) y reptiles como el xintete y víbora de cascabel (*Crotalus* spp.) (Sánchez, 2008).

4.8 Población

Esta comunidad se formó en el año de 1967. Los datos de los censos de población, muestran que el municipio de Españita en 1970 tenía un total de 4,944 habitantes, representado el 1.2% de la población total del estado. En 1980, el número de habitantes del municipio se elevó a 5,463, es decir, 1.0% del total de la

entidad del conjunto (Sánchez, 2008). Para el año 2010 según el censo de población de INEGI tenía 8,399. Habitantes En particular la comunidad de Vicente Guerrero cuenta con una población de 730 habitantes de los cuales 67 son ejidatarios con un grado de marginación baja.

4.9 Actividades económicas

4.9.1 Agricultura

La actividad económica fundamental en toda el área de estudio es la agropecuaria, que se desarrolla en tres tipos de unidad de producción rural, correspondiendo el mayor número a propiedades ejidales, más del 60%, pequeña propiedad 25% y propiedad mixta menos del 15% (González, 1999).

La mayoría de las tierras agrícolas son de temporal con menos de un 2% de tierras de riego, siendo destinados el 90% de la superficie de cultivos anuales o perennes. Los principales cultivos anuales y plantaciones de frutales como son: pera, duraznos, maguey, manzanas, trigo 33% maíz 57%, avena, papa, cebada, alfalfa, haba verde, frijol y calabaza (González, 1999).

Sin embargo durante las últimas tres décadas, en el estado de Tlaxcala las actividades del sector agropecuario perdieron importancia respecto de las actividades industriales, comerciales y de servicios. En el municipio de Españita, también se presenta el mismo fenómeno.

Durante el ciclo agrícola 2009 el municipio contaba con una superficie sembrada total de cultivos cíclicos de 6 152 hectáreas de las cuales, 2 050 fueron de cebada grano como el cultivo más importante, 2 303 de trigo grano, 1 225 maíz grano, 128 de avena forraje, 7 de haba verde, 7 de haba grano, 190 de calabaza y 220 de frijol. Respecto a los cultivos perennes solamente se sembraron 11 hectáreas de manzano, 17 de alfalfa verde y 95 de maguey pulquero (Cuadro 4).

Cuadro 4. Producción de Cultivos sembrados en Españita, Tlaxcala.

Tipo cultivo	Volumen (ton.)	Rendimiento T./ha.	Valor (\$)
Cebada-grano	3 690	1.8	14 760
Trigo-grano	5 527	2.3	12 160
Maíz-grano	3 189	2.6	8 294
Avena forraje	1 310	10.2	605
Haba verde	35	5.0	153
Haba-grano	7	1.0	46
Calabaza	105	0.5	502
Frijol	132	0.6	1 320
Manzano	11	1.0	18
Maguey pulquero	4 750	50.0	23 275

Fuente: SAGARPA, 2009.

4.9.2 Ganadería

La ganadería se desarrolla en toda el área, siendo la cría de ganado equino mayoritaria, seguida de la avícola, porcino, ovino, caprino y bovino (Cuadro 5). Las unidades de producción se alternan, muchas de ellas para autoconsumo de carnes y subproductos y otras para comercialización destaca que las unidades de producción bovina, son de más del 60% ejidales (González, 1999).

Cuadro 5. Volumen de la producción de carne en canal y de otros productos en Españita, Tlaxcala.

ESPECIE	Carne en Canal (T)
Bovino	211
Leche de bovino (l)	1 008
Porcino	185
Ovino	40
Gallináceas	27
Guajolotes	18
Caprino	22
Gallináceas	27

Fuente: SAGARPA, 2009.

4.9.3 Pesca

En el estado de Tlaxcala, se realizan acciones acuícola que son representativas de una rama de la economía que puede expandirse y beneficiar a las comunidades de la entidad.

En el municipio, durante el año del 2009 se logró una captura de 4 620 kilogramos de pescado correspondiendo, 3 360 a carpa barrigona y 1 260 kilogramos a carpa espejo. La pesca se realiza en 8 jagüeyes.

4.9.4 Industria

De acuerdo con los Censos Económicos del INEGI (2010) se contaba con un total de 21 unidades económicas y respecto al personal ocupado en el municipio se generaron un total de 87 trabajadores.

4.9.5 Comercio

Derivado de los rápidos procesos de industrialización, urbanización y crecimiento poblacional, se han incrementado en el municipio las unidades de comercio y abasto. Para el año 2009 en el municipio se contempla un mercado municipal y un tianguis de 20 a 100 oferentes el cual se realiza el intercambio comercial.

De acuerdo con el sistema de apoyo de abasto social por medio de DICONSA se tiene un total de 9 tiendas que dan cobertura al mismo número de localidades con un total de 6 466 personas beneficiadas; por otra parte LICONSA cuenta con 4 puntos de leche reconstituida en polvo que dan cobertura a igual número de localidades atendiendo a 257 familias beneficiarias, también a 334 menores de 12 años, 53 de la tercera edad, así como a 22 mujeres adolescentes, 24 corresponden a mujeres de 45 a 59 años de edad y el resto con 4 que comprenden a mujeres lactantes, embarazadas y enfermos crónicos; con una dotación anual de 83 904 litros de leche reconstituida en polvo.

De acuerdo con los Censos Económicos INEGI (2010) se contaba en el municipio con 54 unidades comerciales que proporcionaban empleo a un total de 117 trabajadores.

4.10 Grupo Vicente Guerrero de Españita Tlaxcala

El Proyecto de Desarrollo Rural Vicente Guerrero, A.C. mejor conocida como Grupo Vicente Guerrero, tiene sus orígenes en 1973 con el grupo denominado “casa de los amigos” en donde comienzan a recibir a partir del año de 1976 capacitación en técnicas agroecológicas, por parte de promotores voluntarios procedentes del extranjero (Ramírez, 2005).

En 1978 recibieron capacitación de una sociedad cooperativa en Honduras sobre aspectos de conservación en suelo y agua, a través de la metodología de campesino a campesino la cual se caracteriza por un intercambio directo de conocimiento y experiencias entre campesinos, en el que se da prioridad a la práctica y al empleo de recursos propios y accesibles. En 1980, se consolida “Servicio, Desarrollo y Paz A.C.” (SEDEPAC) que impulsó técnicas de horticultura y plantas medicinales esta organización trabajó hasta 1988 año en que comienza a trabajar de manera independiente, pero la comunidad sigue trabajando en temas de agricultura biodinámica, alternativas agrícolas, salud y nutrición (Ramírez, 2005).

Desde 1989 hasta 1992 se le denomina Grupo Vicente Guerrero, y sigue participando en acciones de capacitación, asesoría e intercambio con organizaciones campesinas y asociaciones civiles. A inicio de 1993, consiguen que la fundación alemana PAN para el mundo les financiara un pequeño proyecto para un año y desde entonces ha financiado proyectos para la organización. En diciembre de 1997, adquiere personalidad jurídica en donde las promotores y promotoras pretenden generar y validar técnicas alternativas al alcance de la población en áreas como agricultura ecológica, fruticultura, apicultura y medicina alternativa (Sánchez, 2008).

Actualmente la organización Vicente Guerrero cuenta con una estructura integrada por una asamblea general, un consejo directivo operativo de promotores, una coordinación y áreas de administración, comunicación, asesoría y capacitación (Sánchez, 2008).

4.10.1 Misión del Grupo Vicente Guerrero

Ser una organización campesina que impulsa el desarrollo sostenible, con el propósito de consolidar alternativas para hacer frente a la pobreza y al deterioro ambiental para permitir una mejor calidad de vida, principalmente en la población rural. Por medio de un aprovechamiento integral de los recursos, la agricultura sostenible, la metodología campesino a campesino y otros métodos participativos fortalecen la organización y autogestión comunitarias. Buscar el rescate de la identidad, la cultura y el conocimiento campesino; pretendemos la equidad de género y una relación más armónica entre los seres humanos y entre estos y la naturaleza.

4.10.2 Visión del Grupo Vicente Guerrero

Lograr la soberanía alimentaria de México, produciendo alimentos suficientes, de mejor calidad y sin contaminantes; alcanzar el respeto y la conservación de los recursos naturales para el desarrollo sostenible; conseguir el intercambio y comercio justo entre campo y ciudad y una vida con equidad e igualdad para el desarrollo pleno en la sociedad en su conjunto. Con esta misión y visión el grupo Vicente Guerrero tiene un gran compromiso moral para alcanzar lo que se proponen (Ramírez, 2005).

4.10.3 Desarrollo de prácticas Agroecológicas

Ramírez (2005) señala que el grupo Vicente Guerrero enmarca sus actividades dentro del programa del centro de capacitación apoyado por la Fundación Rockefeller, el enlace de Intercambio de experiencias y el Programa de mantenimiento y aprovechamiento de recursos naturales; dentro de este último se encuentran los proyectos de la producción ecológica de granos básicos, captación

de agua de lluvia, agricultura de traspatio y mantenimiento del paisaje así, como el de ganadería de traspatio, los cuales involucran directamente la capacitación en técnicas de producción agroecológicas. La difusión de las técnicas agroecológicas busca que la agricultura se desarrolle sin impactar negativamente el entorno natural y humano por lo que el aprovechamiento integral es muy importante. No obstante también se busca disminuir los costos de la producción de la actividad agrícola, mediante el aprovechamiento de recursos locales; combatir el problema de la poca fertilidad de suelos mediante los trabajos de protección de suelo, rotación de cultivos, incorporación de abonos naturales y plantas de cobertera, así como diversificar y aumentar la producción para generar mayores ingresos.

De esta forma la asesoría, apoyo y capacitación a productores interesados en técnicas agroecológicas basadas en agricultura campesina, representa una actividad que busca generar beneficios ambientales, económicos y productivos.

Las técnicas de mayor éxito según Ramírez (2005), son la construcción de zanjas y bordos, la asociación y rotación de cultivos, la incorporación de rastrojos y abonos orgánicos que a continuación se explican:

4.10.3.1 Elaboración de zanjas

Dada la pendientes y elevación del terreno se hacen zanjas que se usan para proteger el terreno del exceso de agua, retener la tierra y ayudar a mantener el equilibrio en la humedad del suelo (Ramírez, 2005).

4.10.3.2 Barreras

Estas se construyen para que las zanjas no se azolven, de forma que estas funcionan como coladeras al dejar pasar el agua lentamente, a su vez retienen materia orgánica. Las barreras se hacen en la parte de arriba de las zanjas y de acuerdo con los materiales con que se construyen pueden ser:

Barreras muertas, estas se pueden hacer en forma de muros con piedra, troncos, ramas o restos de vegetación amontonada.

Barrera vivas, estas se forman sembrando pasto en el lado de arriba de la zanja, con las siguientes características: pastos de tallo largo; con raíces profundas, resistentes a la sequía, capaces de retoñar una vez cosechados que sean útiles como forraje. Este tipo de barreras con pasto traído de Guatemala ha presentado buenos resultados en algunas comunidades donde existe presencia de heladas frecuentes. Este pasto se complementa con otras plantas como magueyes, árboles frutales y arbustos propios de la región, constituyéndose así las llamadas barreras vivas, conservando la biodiversidad (Ramírez, 2005).

4.10.3.3 Elaboración y aplicación de abonos orgánicos

Consiste en realizar un buen manejo de la fertilidad de suelo, así como la aplicación de abonos orgánicos, abonos foliares orgánicos y abonos verdes, que aportan las cantidades necesarias de macro y micronutrientes a los cultivos para que sean resistentes a las plagas y enfermedades, dentro de los abonos orgánicos que promueven están:

Elaboración de tlaxcashi es un abono elaborado con rastrojo o paja, tierra, estiércol, cal o ceniza; carbón; salvado y por ultimo cal regando por encima a la abonera con el agua suficiente y con una solución de agua y levadura o el pulque mezclado con piloncillo o melaza. Esta mezcla se voltea dos veces al día durante cuatro días y durante otros ocho a once días solo una vez.

Abonos verdes, consiste en la incorporación de plantas de rápido crecimiento, en estado verde y tierno al terreno. Esta incorporación de abonos verdes puede hacerse de acuerdo con la condiciones climáticas de tres formas diferentes: siembras asociadas de relevo (siembra de abonos verdes entre el cultivo principal, cuando este ya está avanzado); Cosecha y siembra (se siembran los abonos verdes una vez cosechado el cultivo principal) o como siembra adelantada (siembra de abonos verdes antes del cultivo principal, para incorporarlo por lo menos 20 días antes de la siembra de cultivo principal).

4.10.3.4 Ferias del Maíz: y Ley de Fomento y Protección al Maíz en Tlaxcala

Desde hace 14 años se organizan Ferias del maíz y otras semillas nativas, donde participan campesinos y campesinas de las regiones del estado y de otros estados del país. En estas ferias campesinas se exponen e intercambian semillas nativas de maíz, frijol, haba y calabaza; de la misma manera se comparten platillos y antojitos hechos con maíz, frijol, calabaza, nopales y haba que van desde el famoso pozole, tlacoyos, tamales, atoles, pinole, tostadas, gorditas, sopes, esquites, chile atole, semillas de calabaza tostadas, nopales navegantes, ensaladas; todo esto complementado con dulce de calabaza y mazorca y acompañado por la bebida natural de nuestro estado, el pulque (Hernández, 2011).

Respecto a la Ley de fomento y protección al maíz como patrimonio originario, en diversificación constante y alimentario, en junio y septiembre de 2006 realizamos dos foros de consulta y análisis con comunidades campesinas para dar a conocer la situación de los maíces nativos de nuestro estado frente a la apertura total de aranceles al maíz importado y la liberación de organismos genéticamente modificados (Hernández, 2011).

En la feria del maíz del 8 de marzo de 2007 se decidió, en común acuerdo con todos los participantes, iniciar la defensa de los maíces nativos de forma legal y jurídica, por lo que más adelante se inició la elaboración del documento base para la propuesta de iniciativa de ley con la participación de cinco comités comunitarios de los municipios de Mariano Arista, Tepetitla, Ixtenco, Ixtacuixtla y Españita, y de esta forma iniciar el proceso para documentar la propuesta y hacer la presentación de dicho documento a la comisión de Fomento Agropecuario y Desarrollo Rural del Congreso del Estado (Hernández, 2011).

A partir de 2008 se realizaron reuniones con los cinco comités comunitarios, el GVG, investigadoras, campesinas, ejidatarios y algunos diputados de oposición de la LIX Legislatura para iniciar la estructuración de la propuesta de iniciativa de ley y de igual forma el proceso de cabildeo con diputados de las comisiones de puntos

constitucionales y gobernación. Para 2009 definimos estrategias para influir y presionar en la aprobación de la Ley, para lo que realizamos asambleas comunitarias y ejidales en diferentes regiones del estado de Tlaxcala, como también informar de los riesgos y peligros de la entrada y siembra de los maíces transgénicos en el estado (Hernández, 2011).

4.11 Ubicación de la parcela

La parcela en donde se llevó a cabo el estudio se eligió con la participación de los representantes de la comunidad, y es propiedad de la Familia Sánchez Sánchez. Esta cuenta con una superficie de aproximadamente 1 ha. (Figura 10). La cual tiene una pendiente moderada en donde han realizado conservación de suelo mediante elaboración de terrazas y surcado al contorno. El terrero está dividido en seis subparcelas o terrazas, en donde se siembran los cultivos agrícolas anuales como maíz, frijol, calabaza, avena. Entre ellas hay cinco bordos en donde se encuentran árboles frutales de pera, durazno chabacano y ciruelo y otras plantas perennes. Además existe un área que cuenta con algunos animales como son: borregos, guajolotes, gallinas y caballos, todo esto bajo un manejo agroecológico.



Figura 10. Mapa de la parcela.

4.12 Entradas y salidas de materiales del sistema agroforestal

Primero se identificaron las entradas y salidas del sistema agroforestal de toda la parcela, para esto se elaboró un croquis para ubicar los componentes agrícolas, forestales y pecuarios.

Para el componente agrícola: se tomó en cuenta: superficie sembrada por cultivo, fecha de siembra y cosecha, densidad de siembra, rendimiento, manejo del cultivos (labores culturales, herramientas utilizada, mano de obra, fecha y cantidad de abonamiento e insumos para el control de plagas).

Se elaboró un cuadro técnico por cada cultivo en donde se obtuvo el número de jornales y el tiempo que requiere cada labor de cultivo (Anexo 1).

Para el componente forestal (Árboles frutales y otros perennes) se realizó un inventario (Anexo 2).

Para el componente pecuario los parámetros que se tomaron en cuenta son: especie y número de animales.

Una vez identificados todos los componentes del sistema agroforestal se clasificaron las entradas y salidas, con esta información se realizó un esquema del sistema.

Para complementar los flujos de entradas y salidas del sistema, se llevó a cabo una bitácora de actividades durante un ciclo agrícola, la cual contenía los siguientes datos: fecha, actividad implemento y/o herramienta a utilizar, tiempo dedicado a la actividad y mano de obra utilizada (Anexo 3).

4.13 Estimación de producción y aporte de carbohidratos y proteínas

Para este caso se estimó la superficie destinada a cada cultivo en cada una de las terrazas, se realizaron visitas para verificar los cultivos sembrados durante los dos años del periodo de la investigación (Cuadro 6).

Cuadro 6. Cultivos sembrados en la parcela de Vicente Guerrero en 2011-2012.

	Año 2011	Año 2012
Terraza 1	Cilantro y cempasúchil	Hortalizas
Terraza 2	Maíz y avena	Frijol mata
Terraza 3	Frijol, haba y ayocote	Maíz blanco y calabaza
Terraza 4	Avena	Tomate
Terraza 5	Frijol y maíz	Maíz azul y calabaza
Terraza 6	Frijol	Arboles forestales

Posteriormente mediante visitas se le dio seguimiento al manejo que le dan al cultivo para conocer las labores culturales que se realizan en la parcela.

Para la estimación del rendimiento de cada uno de los cultivos, se hicieron muestreos para cuantificar la producción.

Para el caso del maíz se tomaron cuatro muestras por cada subparcela en donde estaba sembrado, se cortaron las plantas que había a lo largo de 10 metros sobre el surco, se contó el número de plantas se pesaron, se obtuvieron las mazorcas, se pesaron. Posteriormente se desgranaron y se pesó el grano para estimar rendimiento.

Para el caso del frijol y el haba se tomaron también cuatro muestras por subparcela en surcos de 6 metros de largo. Se trilló y se pesó el grano para estimar rendimiento.

En el caso de la avena se tomó solo una muestra de un metro cuadrado y se peso como materia seca, ya que esta la utilizan como forraje para los animales.

En los árboles frutales se estimó la producción con base en muestreos y datos que proporcionó el productor.

Una vez obtenido los datos de peso y el área total sembrada se extrapoló para obtener el rendimiento y la producción en la parcela por cultivo anual y perenne.

Con los datos de producción de la parcela, y con el apoyo de los datos de las tablas que ha emitido Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubiran, y publicado como Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes, se consideraron los

contenidos nutrimentales de carbohidratos y proteínas de cada uno de los cultivos y se calcularon los aportes globales para determinar el aporte de carbohidratos y proteínas que tiene el sistema, y saber si este es suficiente para alimentar a la familia, al comparar con el requerimiento nutrimental de carbohidratos y proteínas por persona.

4.14 Propiedades del suelo

Para observar los cambios en las propiedades del suelo se realizaron dos muestreos por año uno antes de la siembra y otro después de la cosecha. Por cada muestreo se hicieron muestras compuestas de tres submuestras de suelo, a una profundidad de 0 a 20 cm. Después las muestras se pusieron a secar en bolsas de papel al aire, y posteriormente se mandaron al laboratorio central universitario de la Universidad Autónoma Chapingo en Texcoco, Estado de México en donde se hicieron determinaciones de pH, Materia Orgánica, Conductividad eléctrica y Nitrógeno, Fosforo y Potasio. A la muestra compuesta, inicial de esta investigación se le hizo un estudio completo de fertilidad del suelo. También se hizo un análisis de laboratorio al abono usado en 2011, con el fin de determinar si la aplicación de los abonos orgánicos que usan localmente y los cultivos establecidos afectan las propiedades del suelo y su fertilidad.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Descripción del sistema agroforestal orgánico familiar

5.1.1 Identificar componentes y flujos sistema agroforestal orgánico familiar.

En cuanto a los componentes del sistema agroforestal se identificaron 3 tipos de componente: Agrícola (cultivos anuales), Perenne (Árboles frutales y arbustos), Pecuario (animales) este sistema agroforestal sería un agrisilvícola y la tecnología utilizada es árboles en callejones (Figura 11).

En este sentido González (2003) señala que la complejidad de los sistemas radica en la diversidad que generan y los principios del manejo agrícola son básicamente los mismos, es decir, el énfasis en la disminución del riesgo ambiental y económico a través de la práctica, de policultivos, el cultivo de plantas con ciclos de crecimiento y maduración distintos, la conservación de la humedad residual del suelo, la rotación de cultivos, el mantenimiento constante de la cubierta vegetal, el manejo de plantas adaptadas a condiciones extremas de sequía, los elementos para contrarrestar la distribución irregular de las lluvias, el impacto del golpeo del agua sobre el suelo, el exceso o la carencia de agua, la combinación de cultivos anuales con plantas perennes, el control biológico de insectos, la aplicación de abono animal, abono verde o de agua lodo. También la agricultura misma funciona en articulación con actividades como la ganadería en pequeña escala.

Existe una amplia gama de huertos que encontramos en Tlaxcala, los hay aquellos con escasas plantas medicinales o de ornato localizadas en una esquina de la casa hasta los cultivos comerciales. Sin embargo, el que muestra mayor adaptabilidad según menciona González (2003), es el que combina árboles frutales y de sombra, con otras plantas que pueden incluir cereales, hierbas, legumbres y que están destinadas tanto para el autoconsumo y para el mercado. Es decir, el huerto que posee mayor diversidad de plantas, manejos y direcciones en la producción. Esta flexibilidad se debe a que el campesino puede modificar las plantas de cultivo rápidamente, sin cambiar la estructura del sistema.

5.1.2 Interacción entre componentes

Las interacciones que presentan para el caso del componente cultivos anuales y perennes son: que se encuentran en el mismo espacio y aunque se podría pensar que hay competencia por nutrientes y radiación solar, esta no se presenta debido al arreglo que tienen sus componentes; para comenzar el terreno presenta pendiente y una medida que se diseñó para evitar la pérdida de suelo por erosión, ya sea eólica o hídrica fue conservación de suelo, mediante la construcción de terrazas a nivel, utilizando el aparato A, en donde en los bordos se sembraron árboles frutales como pera, durazno y ciruelo que sirven de cubierta vegetal para proteger al suelo de esta manera aparte de que los arboles protegen al suelo también aportan materia orgánica ya que son arboles caducifolios es decir que en invierno tiran sus hojas y los cultivos anuales al estar cerca de los arboles reciben una parte de materia orgánica, otro beneficio que presentan es que al tener una raíz pivotantes no compiten por nutrientes ya que estos atraen desde profundidades más abajo que los cultivos anuales.

Soto *et al.* (2008) mencionan que la combinación de árboles con cultivos resulta en un incremento total de producción, ya que las plantas son de diferentes tamaños, formas y especies usan diferentes espacios bajo el suelo y arriba de él, aprovechando mejor los recursos luz, nutrientes y agua. Para el problema de la erosión, pérdida de fertilidad y degradación en general, los arboles con sus copas, sus raíces fuertes y la hojarasca reducen el golpe de agua, la escorrentía y el efecto del viento, además pueden mejorar su fertilidad.

Algunos árboles tienen raíces muy profundas que permiten aprovechar los nutrientes que los cultivos no pueden usar por tener raíces más superficiales. Por medio de la caída de hojarasca de las podas, los nutrientes vuelven a la superficie actuando como una bomba para la recirculación de nutrimentos. Esto permite que el suelo sea más poroso y retenga mejor la humedad. Para los problemas de erosión los arboles reducen el efecto nocivo del viento.

Para el caso de la interacción del componente pecuario con los cultivo anuales ayuda al control de plagas por que la gallinas se comen a los chapulines y cuando se presenta este insecto liberan a los animales para que se las coman, los caballos de tracción animal se utilizan para las labores del terreno, a través del uso de la yunta, esto contribuye a disminuir la compactación del suelo y el estiércol que suministran es utilizado para la elaboración de abonos orgánicos que se aplican a los cultivos anuales y a los árboles frutales.

Los beneficios de incorporar animales en los sistemas agrícolas permiten aprovechar de forma óptima la energía y la materia orgánica. Se consumen alimentos no utilizables considerados residuos para el hombre y transformarlos en productos aptos para la alimentación animal. También los animales pueden recolectar sus propios alimentos, realizar labores de cultivo, limpieza, aradura y disminuir la presencia de malezas e insectos. Proporciona un estructura diversificada de cultivos y animales ya que disminuye los riesgos e incrementa la estabilidad económica (Sánchez y Castro, 2011).

Para el caso particular de la presente investigación el sistema agroforestal al cual pertenece la unidad de estudio se clasifica como árboles en terrenos de cultivo, la cual menciona que es una alternativa al deterioro de los recursos naturales y sirve para adoptar nuevas técnicas y prácticas de manejo que permitan su aprovechamiento y persistencia (Magdaleno *et al.*, 2005).

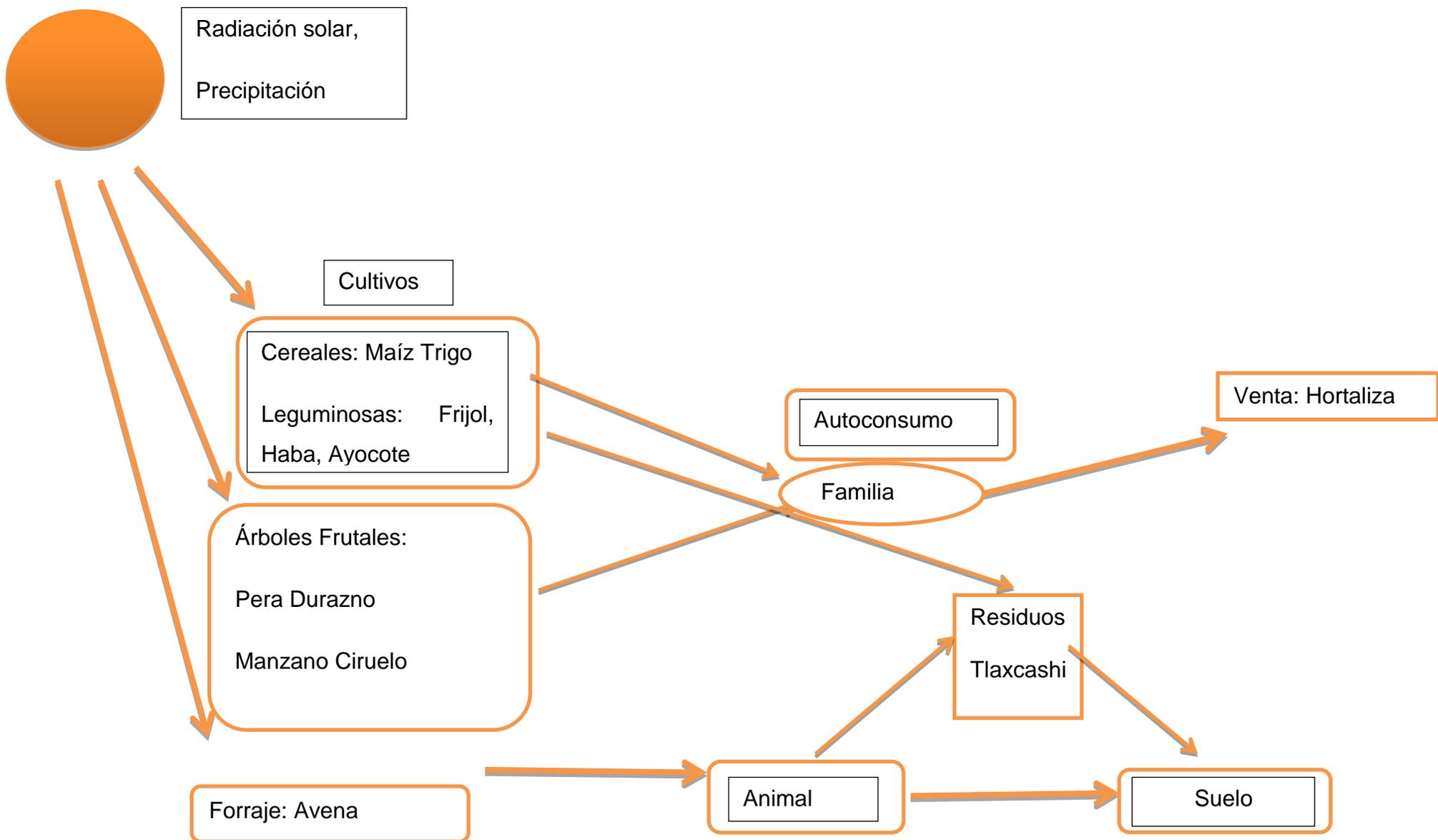


Figura 11. Esquema de entradas y salidas del sistema agroforestal orgánico familiar.

5.1.3 Entradas y Salidas

5.1.4 Componente Agrícola

A continuación en el Cuadro 7. Se muestran las entradas del componente agrícola durante los dos años en que se llevó a cabo la investigación, para este caso se tomó en cuenta los cultivos sembrados en cada terraza y estos se clasificaron en cereales, leguminosa y hortalizas, también se calculó el área sembrada para conocer la proporción de los cultivos, para el caso de las salidas fueron los rendimientos y la producción total de cultivo en la parcela. Cabe señalar que la obtención de semillas de cultivos anuales proviene de cultivos anteriores o son obtenidas de la misma comunidad.

En el Cuadro 7. Se puede notar que los rendimientos en el ciclo 2011 fueron de maíz blanco 894.64 kg/ha, frijol 818.86 kg/ha. y frijol ayocote 818.86 kg/ha respectivamente. Los rendimientos bajos de los tres cultivos se debió a que las lluvias no llegaron en la temporada adecuada y a la presencia de fuertes de heladas desde el mes de septiembre, además tuvieron un fuerte ataque de plagas en el caso de maíz fue gallina ciega lo que disminuyo la producción, sin embargo para el caso del haba tuvo un rendimiento de 3787.57 kg/ha ya que presenta resistencia a las heladas y las plagas no afectaron su producción (Ver Figura 12).

Cuadro 7. Componente Agrícola (Cultivos anuales) Año 2011.

Cultivos	Entradas		Salidas
	Área Sembrada (m ²)	Rendimientos kg/ha	Producción en parcela kg
Maíz blanco	2556.28	894.64	228.70
Frijol	2899.08	818.86	237.4
Haba	608.43	3787.57	230.4
Frijol ayocote	691.94	818.86	56.6
Avena (forraje)	2180.08	18875.0	4114.9

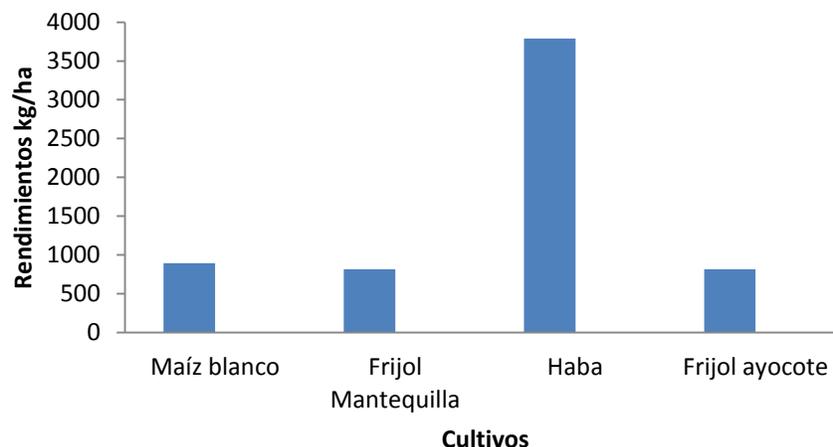


Figura 12. Rendimientos de los cultivos sembrados en el ciclo 2011.

En la Figura 12. Se puede observar que para el ciclo 2011 el cultivo que se desarrolló mejor y dio mayor producción fue el cultivo del haba, esto se debe a su resistencia a heladas. El cultivo que menor tuvo rendimiento fue el maíz y el frijol esto se debió a las severas heladas que afectaron al frijol y a un ataque de gallina ciega que afecto al maíz cuando recién se había sembrado.

Se revisó la base de datos de Sistema de Información Agroalimentaria de consulta (SIACON) el rendimiento promedio de los cultivos durante el ciclo primavera-verano de temporal del estado de Tlaxcala y se compararon con los rendimientos obtenidos en la parcela de estudio. Lo que se presenta en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Rendimiento promedio en Tlaxcala durante el ciclo Primavera-Verano de Temporal.

Cultivos	Rendimiento 2011 SIACON (t / ha)	Rendimientos en la parcela (t / ha)	%
Maíz Grano	1.64	0.89	-45.45
Avena Forrajera	8.14	18.88	132.02
Haba Verde	0.77	3.79	389.35
Frijol	0.86	0.82	-4.78

Fuente: SIACON, 2011.

Comparando el rendimiento promedio de Tlaxcala con los obtenidos en la parcela se puede observar que el rendimiento de la parcela fue menor para maíz blanco, y para el caso de avena forrajera el rendimiento obtenido aumento en un 132.02%,

lo mismo sucedió para el haba en donde el rendimiento en la parcela se incrementó en un 389.35%.

En el Cuadro 9. Se puede observar que en el año 2012 el rendimiento de maíz blanco fue de 1765.5 kg/ha y el de frijol fue de 1477.2 kg/ha. esto se debió a que la temporada de lluvias fue más abundante y la presencia de plagas fueron mínimas, sin embargo para el caso de tomate si hubo presencia de plagas y enfermedades como la pulga saltona pero se aplicaron productos permitidos en la producción orgánica (tricarboxilos vegetales y adherentes) para controlar el ataque, lo que contribuyó al mejorar el rendimiento (Figura 13).

Cuadro 9. Componente Agrícola (Cultivos anuales) año 2012.

Tipo de Cultivo	Entradas		Salidas	
	Cultivos	Área Sembrada (m ²)	Rendimientos (kg./ha)	Producción en parcela kg.
Cereales	Maíz blanco	2852.7	1765.5	503.6
	Maíz azul	1294.4	559.8	159.7
Leguminosas	Frijol	2130.2	1477.2	407.0
Hortalizas	Tomate	2755.2	3175.8	875.0

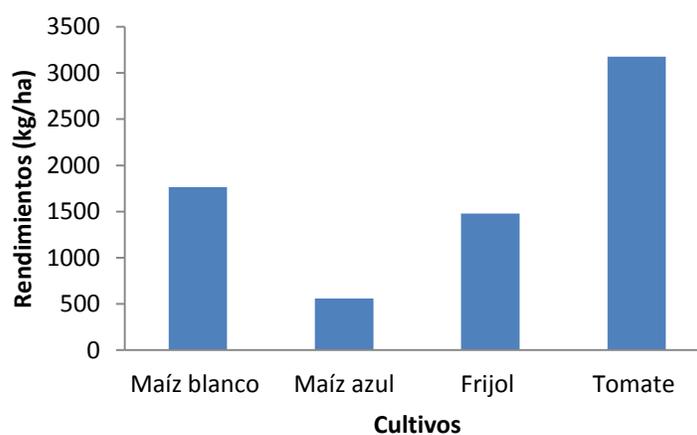


Figura 13. Rendimientos de los cultivos sembrados en el ciclo 2012.

Se puede notar en el Cuadro 10 que el rendimiento de maíz blanco se incrementó en un 97.34% y de frijol en un 80.39 % con respecto al año 2011, este se debió a

que las lluvias se distribuyeron de manera más uniforme en 2012 empezando desde principios de mayo a llover, también la incidencia de plagas para el caso de maíz fueron mínimas en el 2012 lo que optimizó la producción y calidad de maíz.

Cuadro 10. Comparación de rendimiento de 2012 (SIACON, 2011).

Cultivos	Rendimiento 2011 SIACON (t ha ⁻¹)	Rendimientos en la parcela (t ha ⁻¹) 2012	%
Maíz blanco	1.64	1.77	7.65
Maíz azul	1.64	0.56	-65.87
Frijol	0.86	1.48	71.77
Tomate Verde	10.76	3.18	-70.47

En el Cuadro 10. Se hace la comparación de rendimientos estatal de Tlaxcala del SIACON (2011) con los obtenidos en la parcela en el año 2012 lo que se puede notar es para el caso de maíz blanco hubo un incremento en la parcela de 7.65% mientras que en maíz azul hubo una disminución, en frijol se aumentó el rendimiento para el caso del tomate disminuyó en un 70.47% con respecto a los rendimientos reportados en la base de datos del (SIACON, 2011).

Como se puede observar los rendimientos en algunos casos fueron bajos sin embargo el aporte de carbohidratos y proteínas es suficiente para una familia.

Según Sánchez y Castro (2011) mencionan los siguientes beneficios de las rotaciones que se dan en la comunidad de Vicente Guerrero, Tlaxcala México.

- Las plantas tienen diferente manera de cubrir y proteger el suelo.
- Los cultivos requieren distintas cantidades de nutrientes.
- Las raíces crecen de manera diferenciada. Este influye en la profundidad del suelo y deja cantidades de materia orgánica.
- Los cultivos sembrados pertenecen a diferentes familias de plantas, con diferentes características positivas o negativas.
- La familia de las leguminosas, tienen como características principal fijar nitrógeno.

Otros beneficios particulares al rotar cultivos son por ejemplo: el maíz que es una planta muy extractora de nutrientes, al sembrarla año tras años ocasiona que los suelos queden pobres en, por lo que esto puede corregirse con buenas prácticas como es la rotación (Sánchez y Castro, 2011).

5.1.5 Componente Perenne

En el Cuadro 11. Se presentan las 13 especies perennes distintas que se encuentran en las parcelas pero los más productivos y más representativos son los perales, con 23 árboles, los duraznos 22 árboles y ciruelos 10 árboles, teniendo una producción en promedio de 200 kilos en cada uno de los años de producción 2011 y 2012.

Cuadro 11. Inventario del componente arbóreo.

Tipo de árbol	Entradas		Salidas
	Especie	No. de Arboles	Producción (kg.)
Frutal	Pera	23	100
	Durazno	22	50
	Ciruelo	10	50
	Chabacano	13	25
	Capulín	8	nd
	Manzano	2	nd
	Maguey	3	nd
	Nogal	1	nd
	Aguacate	1	nd
	Higo	1	nd
	Pino	1	nd
	Tejocote	1	nd

nd: no determinado.

En la Figura 14 se puede apreciar que la mayor proporción de los árboles frutales son peras, duraznos, ciruelos, chabacanos y en menor proporción son: manzanas nogales, tejocotes, aguacates capulín magueyes higos y un pino.

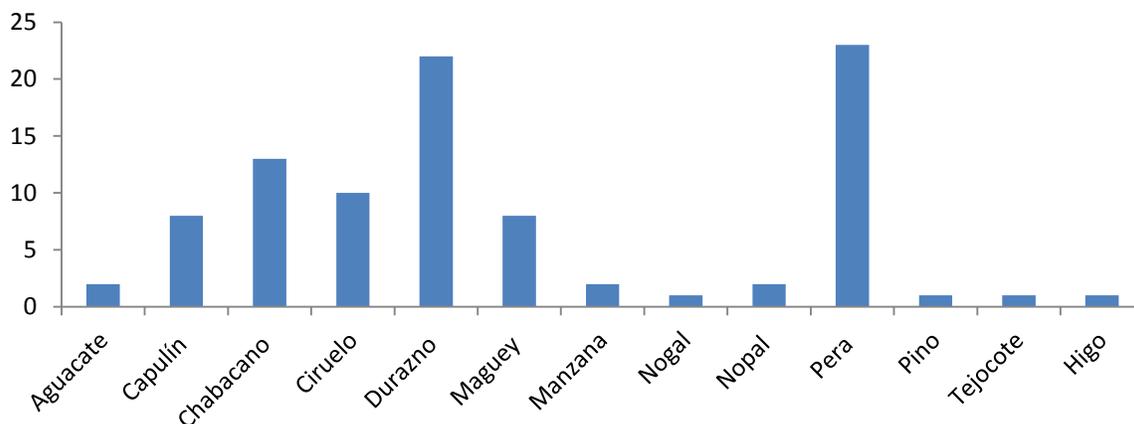


Figura 14. Número de árboles frutales en la parcela de estudio.

Altieri y Trujillo (1987) muestran que los árboles son componentes visibles del paisaje agrícola. En los que se encuentran diferentes especies de árboles como son: capulín (*Prunus sp.*), Sabino (*Juniperus spp.*) Tejocote (*Crataegus mexicana*), durazno (*Prunus persica*) y Tepozán (*Buddleja americana*) y se integran con el maíz. Estos mismos autores también revelan que los agricultores aprecian los usos múltiples de los árboles, ya que valoran la cubierta vegetal que proveen los árboles para el control de la erosión y los árboles caducifolios adicionan materia orgánica (hojarasca) y también aprovechan los frutos de los árboles como capulín, tejocote y durazno. Los agricultores también utilizan hojas de maguey como un rico abono orgánico para la tierra.

Sánchez y Castro (2011) mencionan que la comunidad de Vicente Guerrero presenta zonas con cierta inclinación expuestas a la erosión así que una manera de prevenir este problema es la construcción de curvas nivel que se pueden observar en todos los terrenos de la comunidad Sin embargo esta práctica se ha ido perdiendo en pendientes menores al 10% por la idea de que se “desperdicia “espacio y estorba para la maquinaria agrícola y sus implementos.

5.1.6 Componente Pecuario

En el Cuadro 12. Se muestran los animales que estuvieron presentes en el sistema gallinas aprovechan carne y huevos, estas las alimentan con maíz

quebrado. En los equinos cuenta con caballos y una mula, que sirven de tracción animal para el arado para realizar algunas labores de rastreo, surcado y deshierbe.

Según Castro y Sánchez (2011) indican que la importancia de la crianza de animales está dirigida hacia la satisfacción de las necesidades familiares, así como hacia la adquisición de alimentos que la familia no produce, se considera como una fuente de ahorro, que busca optimizar el aprovechamiento de la mano de obra familiar, así como la tierra, mediante la diversificación de las actividades productivas. También la ganadería familiar proporciona carne, huevo para el consumo de la familia. El número y especies de animales que se crían están de acuerdo con la disponibilidad de recursos para la alimentación y mano de obra, pero observar que se crían aves, animales de trabajo, porcinos, vacunos y caprinos.

Cuadro 12. Componente pecuario.

Entradas Tipo de animal	No. de Animales
Gallinas	30
Equinos	4

5.2 Proporción de cultivos en el sistema agroforestal orgánico familiar.

En la Figura 15 se presentan las superficies destinadas a la producción de cultivos comestibles. De ellos la mayor proporción se observan para frijol, haba y ayocote y en menor proporción para frutales.

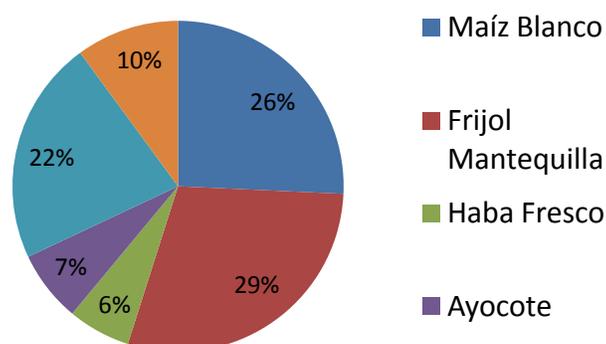


Figura 15. Proporción destinada a cultivos en 2011.

Agrupando por tipo de cultivo, en 2011, La proporción de cereales fue de 48% de leguminosas de 42% y de hortalizas y frutales fue de 10% como se muestra en la Figura 16.

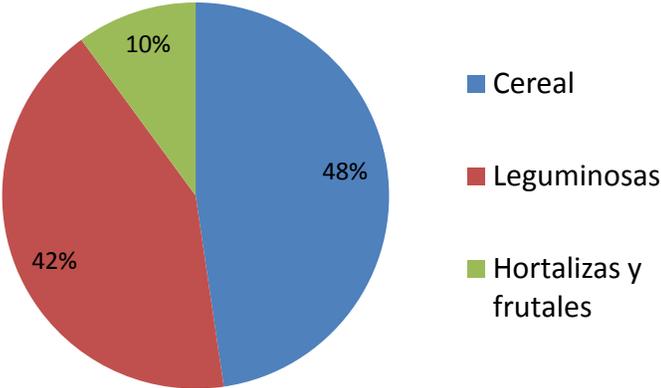


Figura 16. Proporción por tipo de cultivo en 2011.

La distribución porcentual de superficie por cultivo en 2012, se presenta en la Figura 17. Donde se observa mayor la proporción de cultivos para frijol y maíz y la de menor proporción es para frutal.

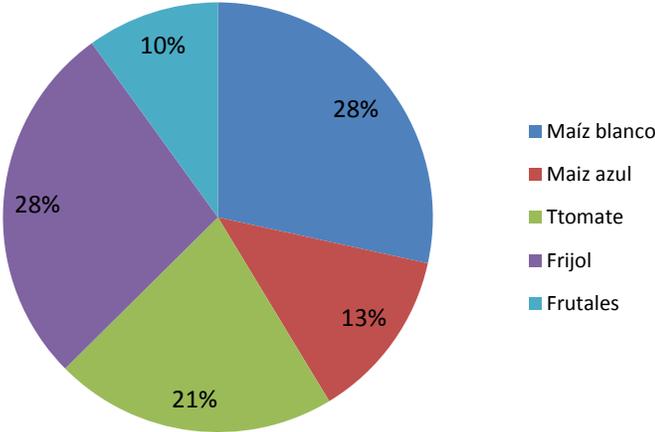


Figura 17. Proporción destinada a cultivos en 2012.

En la Figura 18. Se puede observar que las proporciones cambiaron con respecto a 2011, ya que la proporción de cereal leguminosa hortaliza fue de 41-28-31 respectivamente.

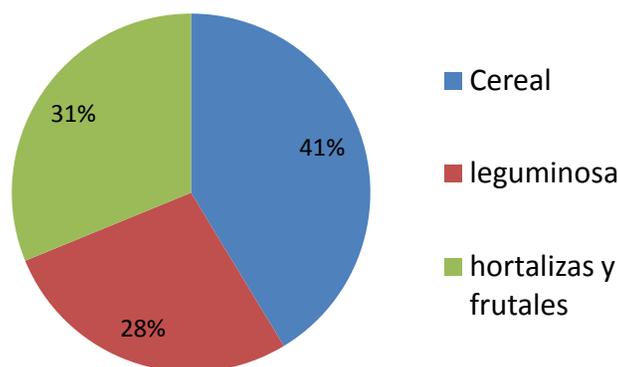


Figura 18 Proporción de superficie por tipo de cultivo en 2012.

Romero *et al.* (2012) mencionan que el diseño de una parcela orgánica diversificada que contribuya a la alimentación familiar debe incluir cereales, leguminosas y hortalizas, ya que ellos proporcionan carbohidratos y proteínas, principales elementos de la alimentación humana. La mejor distribución de la superficie de los cultivos en la parcela orgánica diversificada experimental, fue para cereal (maíz) del 50%, para leguminosas (frijol y haba) el 33.3% y para hortalizas el 16.7%, que modifica la propuesta del método biointensivo y considera las características de la alimentación de una familia campesina mexicana. Por lo que es un factor que se debe tomar en cuenta al hacer la planificación de la siembra de cultivos en la comunidad.

5.3 Estimación de Carbohidratos y Proteínas en la parcela

Para estimar el aporte de carbohidratos y proteína se utilizó la producción que se obtuvo en cada cultivo por año y se usaron las tablas del Instituto Nacional de Nutrición para conocer la concentración de carbohidratos y proteínas por cultivo y mediante regla de 3 se obtuvo el aporte que se muestra en el Cuadro 13, en

donde se puede notar que la suma total obtenida por los cultivos producida en el 2011 fue de 491 kilos de carbohidratos y 133 kilos de proteínas.

Cuadro 13. Aporte de carbohidratos y proteínas 2011.

Cultivo	Concentración Carbohidratos %	Concentración Proteínas %	Carbohidratos kg.	Proteínas kg.
Maíz	72.0	12.0	148.65	25.15
Frijol	62.0	19.0	147.86	45.58
Haba	57.0	25.0	119.50	53.47
Ayocote	68.0	0.15	33.13	7.30
Durazno	11.7	0.9	5.14	0.396
Pera	15.9	0.5	25.75	0.81
Ciruela Roja	11.8	0.8	5.60	0.38
		Total	491.08	133.086

En el Cuadro 14, se observa que en el año 2012 el aporte de carbohidratos y proteína se incrementó con respecto al 2011, esto se debe a que la producción fue mejor en 2012 por lo que el aporte de carbohidratos fue de 1042 kilos y el de proteínas fue de 326 kilos.

Cuadro 14. Aporte de carbohidratos y proteínas 2012.

Cultivo	Concentración Carbohidratos %	Concentración Proteínas %	Carbohidratos kg.	Proteínas kg.
Maíz blanco	0.72	0.12	326.38	54.40
Maíz azul	0.74	0.8	108.73	117.55
Frijol	0.62	0.192	252.34	78.14
Tomate	0.45	0.1	338.63	75.25
Pera	0.159	0.005	25.76	0.81
Durazno	0.117	0.009	5.15	0.396
Ciruela	0.118	0.008	2.80	0.19
Chabacano	0.11	0.006	2.48	0.135
		Total	1062.26	326.87

5.4 Requerimientos nutrimentales para alimentación humana

Una vez obtenido la cantidad total de carbohidratos y proteínas en la parcela se investigó, cual es el requerimiento nutrimental que necesita de carbohidratos y proteína una persona por día, la cual es de 330 gramos de carbohidratos y 82.5 gramos de proteínas; este dato se extrapolo a un año para conocer el aporte anual por persona y, para saber cuántas personas cubren sus necesidades

nutrimentales de carbohidratos y proteína se dividió el aporte total que se produjo en cada año de carbohidratos y proteína entre el requerimiento , así que las personas al año que se alimentan en la parcela se muestra en el Cuadro 15. Como se puede observar en el año 2011 los requerimientos de carbohidratos y proteínas pueden satisfacer hasta 4 personas, mientras que en el año 2012 hasta 8 personas en carbohidratos y casi 11 personas en proteínas el incremento entre un año y otro es un reflejo del incremento en la producción en 2011 y 2012.

Cuadro 15. Personas al año que se alimentan de parcela.

Año	Carbohidratos	Proteínas
2011	4.07 personas	4.45 personas
2012	8.81 personas	10.85 personas

El tamaño promedio de una familia en la comunidad de Vicente Guerrero según el Censo de 2010 es de 4 personas, por lo tanto los requerimientos en dos años que se cuantificaron de los aportes de carbohidratos y proteínas se cubren en totalidad para una familia, es decir que el sistema agroforestal orgánico familiar de 1 ha. cubre las necesidades nutricionales y contribuye a la soberanía alimentaria.

Por lo tanto, en las políticas públicas para el desarrollo rural deben considerarse impulsar las parcelas agroforestales orgánicas diversificadas para la alimentación familiar, que en alguna manera se señala en la Ley de desarrollo rural sustentable, además de que en la constitución mexicana se reconoce en el Artículo 4to que “Toda persona tiene derecho a la alimentación nutritiva, suficiente y de calidad. El Estado lo garantizará”, según lo señala (Carbonell, 2012).

Consecuentemente debe haber un cambio sustancial en la concepción de las leyes, traducir los derechos civiles a derechos sociales, las garantías individuales a derechos universales, las políticas sociales discrecionales a obligaciones del Estado bajo los principios de progresividad y el mayor bienestar posible; formar un frente para hacer efectiva la ciudadanía, para exigir al Estado la protección universal de los derechos humanos, en especial, el derecho a la alimentación (Carbonell, 2012).

La disponibilidad y accesibilidad de alimentos sanos son los dos elementos básicos para garantizar el derecho a la alimentación, sin embargo es necesaria la formulación de la Ley reglamentaria del derecho a la alimentación para efectuar la regulación pertinente (Carbonell, 2012).

5.5 Cambios en las características del suelo

5.5.1 Análisis inicial del suelo (2011)

En el Cuadro 16. Se presentan la caracterización física y química del suelo de la parcela agroforestal orgánica de la comunidad Vicente Guerrero Municipio de Españita Tlaxcala, que se realizó al inicio de la investigación, donde los cultivos previos fueron maíz y calabaza.

Se encontró que la densidad corresponde a suelo de tipo mineral. La textura del horizonte 0 a 20 cm fue franca, lo que aunado a la estructura granular dominante y el bajo impacto de implementos agrícolas como la yunta, permiten que los suelos tenga mediana permeabilidad. El color determinado con la tabla Munsell fue café en para suelo seco y café muy oscuro en suelo húmedo.

De las muestras tomadas el 9 de abril del 2011, se observó que los suelos tienen una reacción (pH) neutra, y sin problemas de sales solubles por su baja conductividad eléctrica, lo que los caracteriza como libres de sales. Los contenidos de materia orgánica en el suelo fueron medios lo cual posiblemente se deba a la aportación de abonos orgánicos que se ha realizado durante más de 20 años ya que la mayoría de suelos a su alrededor tienen bajos contenidos de materia orgánica.

Cuadro 16. Caracterización física y química del suelo 9 de Abril del 2011.

Característica	Cultivo previo maíz	Cultivo previo calabaza
pH	7.02	6.76
MO (%)	2.02	1.21
N mgKg-1	36.4	18.2
P mgKg-1	28.39	42.40**
K mgKg-1	956	784
Ca mgKg-1	1862	1316
Mg mgKg-1	783	499
Fe mgKg-1	13.76	17.5
Cu mgKg-1	0.67	0.65
Zn mgKg-1	2.3	2.71
Mn mgKg-1	40.29	44.28
B mgKg-1	1.79	1.44
Dap tm-3	1.14	1.24
Arena (%)	48.9	52.9
Limo (%)	37.3	35.3
Arcilla (%)	13.8	11.8
Textura	Franco	Franco Arenoso

En relación al nivel de fertilidad del suelo en el parámetro de Nitrógeno inorgánico se encontró en un nivel medio, en el caso de Fosforo (P) se encontraron de valores altos. En el caso de Potasio presento también valores altos

En cuanto a micro elementos se encontró que Hierro (Fe) Cobre (Cu), Zinc (Zn) Manganese (Mn) son adecuados, mientras Mg es alto, según la clasificación de (Castellanos *et al.*, 2000).

5.6 Caracterización del Tlaxcashi

En el Cuadro 17. Se presentan las características del abono orgánico denominado tlaxcashi, el cual presentó un pH ligeramente alcalino, por la presencia de sales solubles. Respecto a su conductividad eléctrica este abono se considera como moderadamente salino, aunque debe de considerarse que tipo de sales tiene ya que las que limitan el desarrollo de ciertos cultivos son sales de sodio.

Se ha señalado que el contenido mínimo de N orgánico en compostas es del 1% y 25 % de materia orgánica (sobre materia seca), (Madrid, *et al.*, 1996), por lo que el

tlaxcashi presenta niveles bajos de N y MO, sin embargo su uso constante ha impactado a lo largo de los años, en un adecuado manejo del suelo.

Como se puede notar el uso de abonos orgánicos incrementa los nutrientes del suelo para las plantas, además de que se aprovechan los recursos locales sin hacerse de pendientes de insumos externos.

Cuadro 17. Caracterización física y química del abono orgánico (Tlaxcashi).

Características	Tlaxcashi
pH	8.91
CE dSm-1	6.99
MO %	6.05
N %	0.60
P %	0.26
K %	0.73
CA %	1.52
Mg %	0.22
Na %	0.33
CIC Cmol(+) Kg-1	32.1
Fe %	1.45
Cu mgKg-1	26.58
Zn mgKg-1	182.40
Mn mgKg-1	294.55
B mgKg-1	16.44

5.6.1 Cambios en la fertilidad de suelo

Un agroecosistema sustentable debería ser capaz de mantener su productividad en condiciones de estrés, promover la calidad del medio ambiente y los recursos bases de los cuales depende la agricultura Para alcanzar la sustentabilidad de los agroecosistemas se tiene que mejorar y conservar la fertilidad y productividad del suelo (Conway, 1994; FAO, 1994).

Así pues un suelo fértil debe definirse de la manera más comprensible e integral como aquel que conserva las propiedades físicas químicas y biológicas deseables mientras que abastece de agua y nutrientes y provee sostén mecánico para las plantas (Astier *et al.*, 2002).

Para observar los cambios en la fertilidad de suelo y ver como las practicas agroecológicas (rotación de cultivo, incorporación de arvenses antes de la siembra y aplicación de abono orgánico “tlaxcashí”) intervienen en la nutrición del suelo se compararon las muestras que se tomaron en 2 periodos del ciclo del cultivo, uno antes de la siembra y el otro después de la cosecha y se presentan los promedios en el Cuadro 18. Los datos específicos de cada muestreo de noviembre de 2011 y los de 2012, se presentan en el Anexo 4.

Cuadro 18. Comparación de las muestras de suelo de 2011 a 2012.

Características	Abril 2011	Septiembre 2011	Mayo 2012	Noviembre 2012
pH	6.89	7.21	6.68	6.60
MO (%)	1.61	1.26	1.25	1.44
N mgKg ⁻¹	27.3	11.96	21.41	14.87
P mgKg ⁻¹	35.39	11.85	24.56	21.89
K mgKg ⁻¹	870	616.8	549	473.67

En el análisis del suelo se notó que el Nitrógeno y Fosforo antes de la siembra se encuentran en niveles de moderadamente bajo a medios mientras que después de la cosecha bajan, es decir, que el cultivo absorbe nutrientes, por lo que el nivel

disminuye. En el Potasio fue se observó disminución durante los dos años que se hicieron los muestreos, debido tanto al consumo de los cultivos como a que hubo una mayor precipitación en 2012, lo cual favoreció un lavado de potasio en la capa de 0-20 cm, lo que coincide con la disminución del pH. En la terraza 6 que estaba en un nivel más bajo, hubo mayor lavado como se puede observar en los datos del Anexo 4.

Astier *et al.* (2002) hizo una recopilación de los indicadores para evaluar los cambios en condiciones de manejo racional y encontró que en caso del pH (Figura 19). Este debe tender a la neutralidad y debe tener un tiempo requerido para percibir cambios menores a 5 años y su medición debe ser estacional (Doran *et al.*, 1994).

En caso del estudio del Nitrógeno y Fosforo para evaluar cambios en la fertilidad de proponen que el tipo de tendencia que deben tener es el incremento y el tiempo requerido para percibir los cambios es menor a 2 años y la frecuencia de medición debe ser estacional (Larson y Pierce, 1991; Doran y Parkin, 1994).

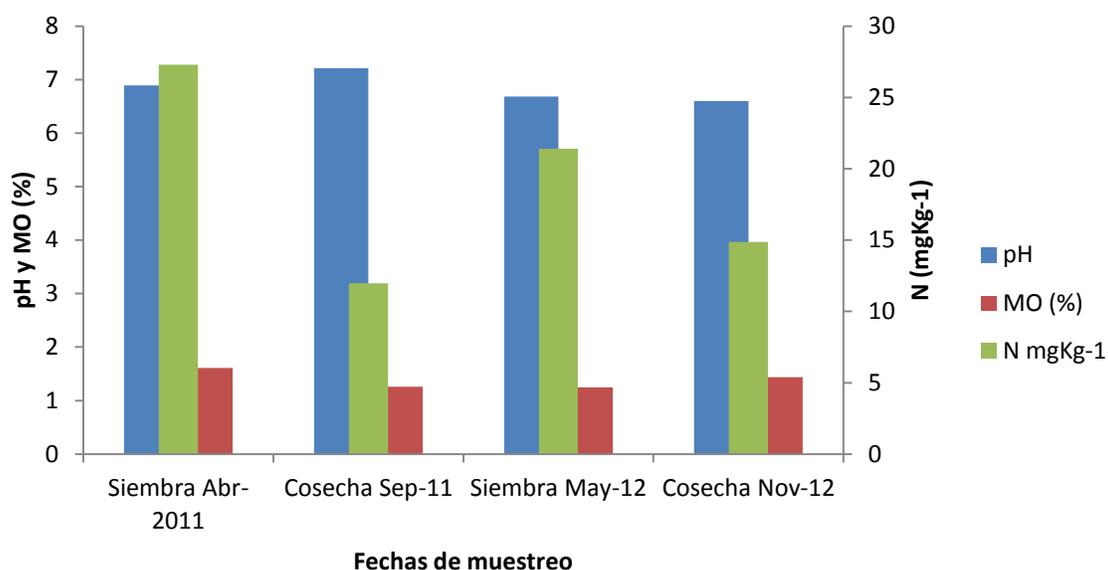


Figura 19. Cambios en pH, MO y N del suelo en las terrazas de la parcela agroforestal.

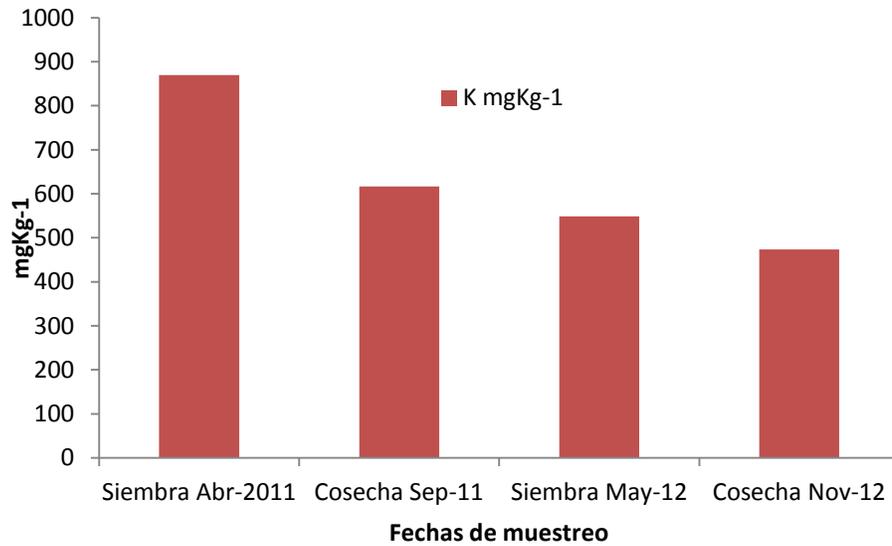


Figura 20. Cambios en contenido de K en suelo.

Por lo que se observa en la Figura 20. Disminuyo el K pese a las prácticas agroecológicas por lo que es necesario incrementar el aporte nutrimental de K, incorporándole más ceniza que es rica en K, así como incrementar la dosis de aplicación del mismo.

6. CONCLUSIONES

El sistema agroforestal orgánico se ubica dentro del sistema “árboles en terreno de cultivo” cuenta con tres tipos de componentes: cultivos anuales, cultivos perennes y animales, donde se presentan interacciones entre avena como forraje para animales, productos agrícolas como maíz, frijol, haba, hortalizas y frutales para autoconsumo y hortalizas y frutales para venta.

La proporción de cultivos en 2011 fue de 48% para cereales (maíz y avena), 42% para leguminosas (frijol y haba) y 10% para hortalizas y frutales, en tanto que en 2012 la superficie se usó en 41% para maíz, 28% para frijol y 31% para hortalizas y frutales.

El sistema agroforestal orgánico familiar de 1 ha, en 2011, tuvo un aporte total de carbohidratos de 491.08 Kg. y 133.086 Kg de proteína que lograron proporcionar los carbohidratos para 4.07 personas y las proteínas para 4.45 personas. En 2012 se obtuvieron aportes totales de 1062.26 Kg de carbohidratos y 326.87 Kg de proteínas para proporcionar los carbohidratos de 8.81 personas y las proteínas de 10.85 personas.

Este sistema agroforestal contribuye a la soberanía alimentaria ya que proporciona alimentos para autoconsumo y venta y aporta los nutrimentos requeridos de carbohidratos y proteínas para una familia promedio de 4 integrantes.

En el suelo se pudo notar cambios en el pH, MO, N, P y K antes y después de las siembras. El pH fue disminuyendo al igual que el K debido a una mayor precipitación en el segundo año de observaciones y a la absorción de nutrientes por los cultivos. El N y P del suelo fueron mayores antes de la siembra y disminuyen posteriormente, debido a la extracción de los cultivo.

Las prácticas agroecológicas como la rotación de cultivos, el manejo de arvenses, la incorporación de abonos orgánicos tipo tlaxcashí contribuyen a mantener la calidad del suelo.

Entre los beneficios de los sistemas agroforestales con enfoque orgánico o agroecológico es que al no usar fertilizantes de síntesis química se utilizan los recursos locales por lo que es más barato producirlos y de esta manera se mejora la fertilidad de suelo en las parcelas.

Los sistemas agroforestales son una excelente opción para productores que cuentan con pequeñas unidades de tierras y que se encuentran en zonas marginadas, pues permite diversificar sus parcelas, mejorar su alimentación, tanto para ellos como para sus familias y conservar el recurso suelo.

7. RECOMENDACIONES

En el sistema agroforestal, en particular para el componente perenne (árboles frutales) debe ponerse atención en el manejo de los mismos, ya que muchos no tienen poda, con lo que se contribuirá a una mejor producción y calidad de los frutos.

Se debe poner atención a la proporción de 50% de cereales 33% de leguminosas y 20% hortalizas en la distribución de la superficie para cultivos anuales, para tener un mejor abasto del requerimiento nutricional familiar.

Se deben incluir determinaciones periódicas de características químicas y físicas del suelo para definir estrategias de abonamiento y rotación de cultivos, que permita tener un plan de manejo a corto, mediano y largo plazo de la parcela agroforestal y así mantener la estabilidad y la calidad del componente suelo para no extraer demasiados nutrientes.

Se debe promover la producción de alimentos en donde los campesinos y sus familias sean el actor principal y manejen sus áreas productivas dando prioridad al autoconsumo. Esta estrategia puede reducir la importación de alimentos e impulsar modelos de producción y consumo local, con lo que se podrá combatir la pobreza alimentaria e impulsar el derecho a la alimentación para que las familias campesinas tengan una mejor calidad de vida.

Es imperante promover este tipo de estrategias en otros lugares en donde existan condiciones similares a las que tiene la comunidad de Vicente Guerrero ya que no solo contribuyen a mejorar la alimentación sino también contribuyen al desarrollo sustentable, es por eso que las políticas públicas deben estar encaminadas a promover este tipo de agricultura como lo es la agroforestería como ya se vio, por sus múltiples beneficios que aporta tanto al hombre como al ambiente, es una de las herramientas que puede ayudarnos a frenar la crisis alimentaria que se vive actualmente.

8. LITERATURA CITADA

- Altieri M. A., 2004. Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2:35-42
- Altieri M. A., C. Nicholls 2011. El potencial agroecológico de los sistemas agroforestales en América Latina. En: *Revista de Agroecología LEISA*. Lima Perú No. 2 Vol. 27 (32-35).
- Altieri M. A., C. Nicholls 2012. Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y resiliencia socioecológica. SOCLA, Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología. 21 p.
- Altieri M. A., J. Trujillo 1987. The Agroecology of Corn Production in Tlaxcala, Mexico. *Human Ecology* .Division Biologica Control, University of California, Berkeley, California, No 2 Vol. 15 (189-220).
- Altieri M. A., y V. M. Toledo.2011. The Agroecological revolution of latinoamerica: rescuing nature, securing food sovereignty and empowering peasants. *The Journal of peasant studies*, No. 3 Vol. 38, (587-612).
- Astier C., M. Maass M., M. Etchevers B., J. 2002. Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de agricultura sustentable. *Agrociencia* Vol. 36 No. 5 Colegio de Postgraduados, México. 605-620 p.
- Briz J. 2004 *Agricultura Ecológica y Alimentación: Análisis y funcionamiento de la cadena comercial de productos ecológicos*. Grupo Mundi-Prensa Barcelona España. 367 p.
- Bronstein, G.E. 1984. Producción comparada de una pastura de *Cynodon plectostachyus* asociada con árboles de *Cordia alliodora*, con árboles de *Erythrina poeppigiana* y sin árboles. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE.110 p.

- Carbonell M., 2012. Derecho a la alimentación: una primera mirada. Disponible en elementos sustantivos para la construcción de una política pública alimentaria y nutricional en México. México D.F. 337 p.
- Castellanos R. J. Z.; UVALLE B. J. X.; AGUILAR S. A. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. 2a edición. Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola. Celaya, Guanajuato, México.
- CEPAL, 1982. Economía Campesina y Agricultura empresarial. Ed. Siglo XXI México D.F. 339 p.
- CMMAD 1987. Informe Nuestro futuro en común o El informe Brundtland (en Español). (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo) ONU Consultado el 1 marzo del 2013.
- Conway G. 1994. Sustainability in Agricultural Development: Trade-offs Between Productivity, Stability, and Equitability, Journal for farming Systems and Research-Extensions 4: 1-14.
- Davison F. 2002. Nutrición y salud. En: OMS. Comité Permanente de Nutrición del Sistema de las Naciones Unidas. Foro del Sistema de la ONU para la Nutrición. OMS. Ginebra, Suiza. 15-17 p.
- Doran J., W. D. C. Coleman D. C. Bezdicek, and B. A. Stewart (eds.) 1994. Defining and Assessing Soil Quality for Sustainable Environment Soil Science Society of America. Special Publication 35. Madison, Wisconsin, USA. 244 p.
- Doran J., W. T. B. Parkin. 1994. Defining and assessing soil quality. In: Defining and assessing Soil Quality Sustainable Environment. Doran J., W. Coleman, D.C. Bezdicek, B.A. Stewart (eds). Soil Science Society of America. Special Publication 35. Madison, Wisconsin, USA. 21 p.

- ETC Group. 2009. Who will feed us? Questions for the food and climate crisis.ETC Group Communiqué #102.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 1994. FESLM: and International Framework for Evaluating Sustainable Land Management. Word Soil Resources Report. Rome, Italy. 74 p.
- FAO 2002. Nutrición humana en el mundo en desarrollo. [EN LINEA]. Disponible en: www.fao.or/DOCREP/006/w00735/w0073500.htm (Consultado 24 Septiembre 2009).
- Funes M.F. 2009. Agricultura con Futuro. La alternativa agroecológica para cuba. Estación Experimental “Indio Hatuey” Matanzas Cuba.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de Clasificación climática de Koppen (para adaptarlos a las condiciones de la Republica Mexicana). UNAM. México, D.F. 246 p.
- Gobierno del Estado de Tlaxcala EN LÍNEA Disponible en www.tlaxcala.gob.mx/index.php?option=com_content...id... - En caché (Consultado 2 de Abril de 2012).
- Gómez C. M. A., R. S. Rindermann y L. G. Tovar. 2006. Agricultura orgánica de México. Universidad Autónoma Chapingo, CONACYT, SAGARPA, Falls Brook Centre, RAPAM, Sojitz Mexicana S. A. de C. V. México. 194 p.
- Gómez T. L., M. A. G. Cruz, R. S. Rindermann. 1999. Desafíos de la agricultura orgánica. Mundi Prensa. México, D.F. 83 p.
- González J., A. 2003 Cultura y agricultura: transformaciones en el agro mexicano. Universidad Iberoamericana A.C. México D.F.361 p.
- González V. G. Y., 1999. Modelos Participativos de Educación y Capacitación para adultos. Tesis de Maestría (Instituto de Socioeconómica, Estadística e

Informática. Especialidad en Estudios del Desarrollo Rural. Colegio de Posgraduados 54-57 p.

Gutiérrez G. E., González G. E., 2010. De las teorías del desarrollo al desarrollo sustentable: construcción de un enfoque multidisciplinario. Ed. Siglo XXI Editores, Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 216 p.

Hart R. D, 1979. Agroecosistemas Conceptos Básicos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (CATIE) Turrialba, Costa Rica 211 p.

Hernández P., 2011. Somos de maíz: estrategias de protección de las semillas nativas en Tlaxcala: Localizado en Hacienda Milpa. Universidad Nacional Autónoma de México. México Distrito Federal. 90 p.

Hernández R.M. 1993. Alimentación infantil. Editorial Díaz de Santos S. A. Madrid, España. 120 p.

IFOAM 2005. Los principios de la agricultura orgánica [EN LINEA]. Disponible en: http://www.ifoam.org/about_ifoam/pdfs/POA_folder_spanish.pdf (consultado el 02 de abril de 2011).

IFOAM 2010. Concepto de agricultura orgánica [EN LINEA]. Disponible en: <http://www.ifoam.org> (consultado el 26 de febrero de 2010).

INEGI 2010 Censo EN LINEA Disponible en www.elocal.gob.mx/.../EMM29tlaxcala/municipios/2901 (Consultado el 2 de Abril de 2013).

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ). 2001. Ingestión Diaria Recomendada (IDR) de energía para la población mexicana. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. México, D. F.

- ISSSTE. 2009. Dieta familiar [EN LINEA]. Disponible en: http://www.issste.gob.mx/cnped/pdf/f10_.pdf (consultado el 26 de noviembre de 2009).
- Jeavons J. 2002. Cultivo biointensivo de alimentos. Ecology Action of the Midpeninsula. Willits CA E.U.A. 261 p.
- Krishnamurthy L. 1984. Análisis de la Estructura, Función, Dinámica y Manejo del Agroecosistema de Cultivos Asociados. Universidad Autónoma Chapingo,. Edo de México 384 p.
- Krishnamurthy L., K. Rajagopal I., Arroyo G. A., 2003. Introducción a la Agroforestería para el desarrollo rural. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México 104 p.
- Krishnamurthy L., M. Ávila. 1999 Agroforestería Básica. PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) México. 349 p.
- Krishnamurthy, L., Ávila M., 1999. Agroforestería Básica. Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente Oficina Regional para América Latina y el Caribe. México D.F.340 p.
- Larson W., E. and F.J. Pierce. 1991 Conservation and enhancement of soil quality. In Evaluation for sustainable land management in the developing world. Vol. 2 IBSRAM Proc 12(2) International Board for Soil Resources and Management. Bangkok, Thailand.
- Machin S B, Roque J A M, Avila L D R, Rosset P M, 2010. Revolución Agroecológica: El movimiento de Campesino a Campesino de la ANAP en Cuba. Asociación Nacional de Agricultores Pequeños y la Vía Campesina Cuba, La Habana 169 p.
- Madrid A., R. Madrid y J.V. Vicente. 1996. Fertilizantes. AMV Edic. y Mundi Prensa. España. 436 p.

- Magdaleno L., E. García, M. J. Valdez-Hernández, V. De la Cruz, I. 2005 Evaluación del sistema agroforestal “árboles en terreno de cultivo” en Vicente Guerrero, Tlaxcala, México. Publicado en Revista Fitotecnia Mexicana Vol. 28 (3):203.
- Márquez M. S., F. Funes, N. Valdés R. 2011. Experiencias Agroecológicas locales en el municipio de La Palma como modelo para el sistema alimentario en Cuba. En: Revista de Agroecología LEISA Lima, Perú. No. 3 Vol. 27 (16:17).
- Martínez J. A., J. Roca, J. Sánchez. 1998. Curso de Economía Ecológica. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Oficina Regional para América Latina y el Caribe. México. 132 p.
- Mataix-Verdu J. y C. Marín. 1995. Nutrición para educadores. Editorial Díaz de Santos S.A. Madrid, España. 202 p.
- Moreno P. M. 2000. Evaluación Agronómica de Especies Aboneras y Coberteras en el Oeste de Tlaxcala. Tesis de Licenciatura. Departamento de Agroecología, Autónoma Chapingo. Chapingo México 125 p.
- Murgueito E. R. 1992 Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria para campesinos en Revista Agroecología y Desarrollo Núm. 2 Vol. 3 (CLADES) Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo Santiago Chile 108 p.
- Nair, P. K. R., 1997. Agroforestería. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible y Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 3-14
- Nicholson P., Broch A., Ramos N., Zanotto R., Shiavoni C. M., 2009 Políticas y Acciones para erradicar el hambre Document de travail 52 p.

- NUTRIPRO. 2011. Los carbohidratos. [EN LINEA]. Disponible en: http://www.nestleprofessional.com/mexico/es/documents/nutri-pro/NUTRIPRO_1.pdf (Consultado 21 noviembre 2011).
- Odum E. P. 1971. Fundamentals of Ecology. Saunders Washington, D.C. 574 p.
- Osborne R. D. y Voogt P. 1978. Análisis de los nutrientes de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 83-158.
- Perez-Lizaur, A. B., Palacios-González B., Castro-Becerra A.L. 2008 Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes. Ed. Ogali 3ra Ed. Fomento de Nutrición y Salud A.C. México D.F. 108 p.
- Ramírez, C. G., 2005. Las técnicas agroecológicas y su contribución al desarrollo rural en el área de acción del grupo Vicente Guerrero en Españita, Tlaxcala. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados Desarrollo Rural. Texcoco, Estado de México. 50 p.
- Restrepo R. J. 1997. Curso taller de agricultura orgánica. México. 162 p.
- Romero L. M. R. Valdovinos Ch., V., Salazar T., J. C. Álvarez H., R, Cuevas V., M., Padilla O., M. L., 2012 Parcela orgánica diversificada, rotaciones de cultivo y aporte de carbohidratos y proteínas para la alimentación familiar Memoria XIV Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas. Universidad Autónoma Chapingo, México. 208-209 p.
- Sánchez M. P., F. Castro P. 2011. Practicas Agroecológicas para una Agricultura Sostenible. El Colegio de Tlaxcala A.C. Puebla, México. 88 p.
- Sánchez, M. P., 2008. Proceso autogestivo para la conservación de los suelos y agua en sistemas campesinos sustentables. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. Programa en Estrategias de Desarrollo Agrícola Regional. Puebla, Puebla. 120 p.

- SIACON, 2010. Sistema de información agroalimentaria de consulta (SIACON) para windows. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Sagarpa.
- Soto, P. L., Jiménez F. G., Lerner M. T., 2008. Diseño de Sistemas Agroforestales Para la producción y la conservación. ECOSUR (Colegio de la Frontera Sur) San Cristóbal de las Casas, Chiapas. 89 p.
- Toledo, V. M. y N. Barrera B. 2009. La Memoria Biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Editorial ICARIA, Barcelona, España.
- Van der Ploeg, J. D. 2009. The New Peasantries: new struggles for autonomy and sustainability in an era of empire and globalization. Earthscan, London. 356 p.
- Vázquez C., A. I. de Cos y C. L. Nomdedeu. 1998. Alimentación y nutrición. Editorial Díaz de Santos. Madrid, España. 187 p.
- Young A. 1994. Agroforestry for soil Conservation. CAB International, International Council for Research in Agroforestry. BPC Whatons Ltd. Exeter UK. 276 p.

9. ANEXOS

Anexo 1. Proceso técnico del Sistema Cultivo.

Actividad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Jornales	Tiempo
Barbecho	X	X	X										1	3 meses
Elaboración de Abono Orgánico			X	X									2	15 días
Poda de Árboles Frutales				X									3	15 días
Preparación del terreno					X	X							1	1 día
Rastra						X							4	1 día
Surcado						X							1	1 día
Siembra						X							2-3	4 días
Abonamiento							X						2-3	4 días
Aplicación foliar							X						2-3	7 días
Escarda y deshierbe								X					2-3	15 días
Labra								X					2-3	4 días
Cajoneada								X					2-3	4 días
Segundada									X				2-3	4 días
Doblada									X				2-3	4 días
Cosecha									X				4	7 días

Anexo 2. Inventario de Arboles.

Inventario de Árboles Frutales 2011							
No.	Bordo 1	Altura (m)	Distancia (m)	Diámetro (cm)	Área del dosel (m2)	Estado Fitosanitario y requerimiento	
1	Maguey	.5	2		.5	Podar y hacer cajete	
2	Ciruela	3	4	3	2	Podar y hacer cajete	
3	Nogal	3	3.5	8	1	Podar y hacer cajete	
4	Nogal	.5	5	7	3	Podar y hacer cajete	
5	Aguacate	.5	2	2	.5	Podar y hacer cajete	
6	Árbol	2	6	2	2.5	Podar y hacer cajete	
7	Árbol	2.5	3.5	3	2.5	Podar y hacer cajete	
8	Pera	3.5	4.5	4	3	Podar y hacer cajete	
9	Aguacate	.5	3	1.5	.5	Podar y hacer cajete	
10	Durazno	4	1.5	6	2.5	Podar y hacer cajete	
11	Pera	3.5	2.5	3.4	1.5	Podar y hacer cajete	
12	Pera	1.5	1	2.5	2	Podar y hacer cajete	
13	Pera	2	1.5	1	1.5	Podar y hacer cajete	
14	Pera	3	2.5	2.4	.5	Podar y hacer cajete	
15	Higo	2.5	3	13.5	4	Podar y hacer cajete	
16	Manzano	1.5	4.5	7	3	Podar y hacer cajete	
17	Durazno	2	3	8.4	2	Podar y hacer cajete	
	Bordo 2	Altura (m)	Distancia (m)	diámetro (cm)	Área del dosel (m2)	Estado Fitosanitario	
1	Ciruela	2.5	3			Podar y hacer cajete	
2	Ciruela	3	3			Podar y hacer cajete	
3	Pera	3	4.5			Podar y hacer cajete	
4	Pera	1.5	6			Podar y hacer cajete	
5	Durazno	2	7.5			Podar y hacer cajete	
6	Capulín	1.5	8			Podar y hacer cajete	
7	Chabacano	3.5	6.5			Podar y hacer cajete	
8	Pera	4	2.5			Podar y hacer cajete	
9	árbol	2.5	1.5			Podar y hacer cajete	
10	Ciruela	4.5	2			Podar y hacer cajete	
11	árbol	2	3.5			Podar y hacer cajete	
12	Capulín	1.5	9			Podar y hacer cajete	
13	Capulín	2	.6			Podar y hacer cajete	
14	Durazno	3	1.5			Podar y hacer cajete	
15	Pera	2.5	6			Podar y hacer cajete	
16	Durazno	3	7.5			Podar y hacer cajete	
17	Durazno					Podar y hacer cajete	
18	Durazno					Podar y hacer cajete	
19	Durazno					Podar y hacer cajete	

20	Capulín					Podar y hacer cajete
21	Manzana					Podar y hacer cajete
22	Durazno					Podar y hacer cajete
23	árbol					Podar y hacer cajete

	Bordo 3	Altura (m)	Distancia (m)	diámetro (cm)	Área del dosel (m2)	Estado Fitosanitario
1	Durazno	1	2	18	0.5	poda y hacer cajete
2	Durazno	1.5	4	15	1.5	poda y hacer cajete
3	Capulín		9.5	5	4	poda y hacer cajete
4	árbol		3			árbol pequeño
5	Pera	2	7.5	5	0.5	
6	Maguey	0.5	5.5			
7	Pera	4	5	12	0.5	poda y hacer cajete
8	Pera	4	4.5	15	3	cajete
9	Maguey	0.5	1.1		1	
10	Ciruela	0.5	6.5	12.5	1	cajete
11	Frutal	1	2.6	3		
12	Capulín	5	2.6	65	3	cajete
13	Maguey	5	2.6	0.5	0.5	cajete
14	Maguey		1			pequeño
15	Pera	2	1	8.6	0.5	poda y hacer cajete
16	Durazno	3	3	13.5	1	poda y hacer cajete
17	Pera	2	3	5.5	1	poda y hacer cajete
18	Capulín	4.5	4	16	3	poda y hacer cajete
19	Ciruela	4	3	15	2	
20	Pera	2	3.5	8	1	
21	Maguey	1	0.7		3	
22	árbol	1.5		4		
23	Pera	2	6	9.5	1	poda y hacer cajete
24	árbol	1.8	3.5	8	0.5	poda y hacer cajete
25	Tejocote	5	3.5	36	3.5	poda severa
26	Capulín	3.5	3	9	1.5	poda

	Bordo 4	Altura (m)	Distancia (m)	diámetro (cm)	Área del dosel (m2)	Estado Fitosanitario	No. De frutos probables
1	Pera	3	1.9	11.5	2	poda	100
2	era	4	4.9	13	3	poda	110
3	Durazno	3	3	15	2.5	poda	170
4	Chabacano	2.8	4.8	3	5	poda	
5	Maguey	1.5	1.3	3	3		

6	Durazno	1.8	2	5	0.5	poda	
7	Durazno	2	1.2	22	1	poda amarillamiento	presenta
8	Chabacano	2.5	7	24	2	poda	
9	Ciruela	1.5	9.2	16	5	poda	
10	Pino	8	5.5	1.1	3	poda	
11	Nopal	5	3.5	2	0.5	encalado	
12	Durazno	1.8	5.5	19	2	poda	300
13	Durazno	2.5	6.1	13	1	poda	5
14	Pera	2	2.5	6	0.5	poda	
15	Ciruela	4.5	4	32	2	poda	
16	Maguey	2	14.5	3	3		
17	Capulín	8	14.5	92	4	poda	
18	Durazno	8	8.3	24	1.5	poda amarillamiento	presenta
19	Durazno	0.5	5	3	5	color morado	
20	Durazno	0.5	3.2	3	0.5	amarillo	
21	Durazno	2.5	2.4	8	1	ápice morado y plagas	
22	Pera	3.5	8	15	1	color morado y rojizo	
23	Pera	3	5	30	1		

	Bordo 5	Altura (m)	Distancia (m)	diámetro (cm)	Área del dosel (m ²)	Estado Fitosanitario	No. De frutos probables
1	Pera	2	3.9	5	0.5	poda	
2	Durazno	2	2	13	1	poda	
3	Ciruela	2	3	4	0.5	cajete	
4	Durazno	3.5	7.4	26	1	poda y hacer cajete	
5	Pera	3	3.5			poda y hacer cajete	
			18.5			poda y hacer cajete	

94

Anexo 3. Cronograma de Actividades Productivas.

Mes	Actividad	Mano de Obra	Insumos y Materiales	Observaciones	
Enero Febrero Marzo	Barbecho	0	Ninguno	Dejan que la las arvenses crezcan para que la raíz remueva el suelo y no se compacte cuando se pasa la rastra, además sirve de forraje para los animales en época seca	
Marzo	Elaboración de Abono Orgánico (Tlaxcashi y foliar)	2	Tlaxcashi Tamo de Maíz Cisco de leña Pulque Piloncillo Salvado Cal o ceniza Carbón	Foliar Tonel de 200 litros 4-5 Kg de Estiércol de animal ¼ Kg salvado 4-5 litros de pulque 1 pza. piloncillo Agua oxigenada 3-4 litros de leche	Preparación de Foliar: Todos los ingredientes se mezclan en el tonel de 200 litros se tapa y se deja reposar de 2 a 3 meses para que esté listo.
Abril	Poda de Árboles Frutales	3	3 serruchos curvos 3 tijeras de podar	Se realizo la poda de los árboles frutales	
Mayo Mayo	Preparación del terreno Rastra	4	Yunta machetes	Con machetes y ayuda de la yunta pican la las arvenses que dejaron crecer en el terreno y las incorporan a la tierra	
	Surcado	1	Yunta y arado	Una vez que incorporo toda las arvenses a la tierra se comienza con el surcado	
Junio	Siembra Especificar cada cultivo	2-3	Yunta Semillas Maíz, frijol, Avena haba tomate ayocote	La siembra se realiza en las primeras lluvias fuertes que se presentan normalmente en los meses de mayo y junio	
15 Junio	Abonamiento	4	Cubetas y abono	Después de que se sembró se dejan pasar unos quince días a que salgan las plantas que sembraron y ya que salieron esta se le aplica un puño de abono que se preparo	
Julio	Aplicación foliar	2-3	Mochila aspersor Abono foliar	Este se aplica quince días después del abonamiento para que la planta se fortalezca, la dosis que aplican es de 1 litro por cada 20 litros de agua	

Agosto	Escarda y deshierbe	2-3	Yunta y azadón	Se pasa el arado con yunta cerca del surco para eliminar competencia por arvenses, y también para elevar la planta y que en época de lluvia no esté cerca de la humedad
15 Agosto	Labra	2-3	Yunta	Aproximadamente quinde días después de la escarda se realiza labra que es la misma actividad
Septiembre	Cajonada	2-3	Yunta	Aproximadamente quinde días después de la labrarse realiza encajonada que es la misma actividad que la escarda
15 Septiembre	Segundada	2-3	Yunta	Aproximadamente quinde días después de la encajonada se realiza encajonada que es la misma actividad que la escarda
Octubre	Cosecha	4		

Anexo 4. Características del suelo durante el período de estudio Características del suelo de la parcela de Rogelio Sánchez, Comunidad de Vicente Guerrero, Municipio de Españita, Tlaxcala.

Caracterización inicial 9 de abril de 2011.

CARACTERÍSTICA	CULTIVO PREVIO MAÍZ	CULTIVO PREVIO CALABAZA
pH	7.02	6.76
MO (%)	2.02	1.21
N mgKg-1	36.4	18.2
P mgKg-1	28.39	42.4
K mgKg-1	956	784
Ca mgKg-1	1862	1316
Mg mgKg-1	783	499
Fe mgKg-1	13.76	17.5
Cu mgKg-1	0.67	0.65
Zn mgKg-1	2.3	2.71
Mn mgKg-1	40.29	44.28
B mgKg-1	1.79	1.44
Dap tm-3	1.14	1.24
Arena (%)	48.9	52.9
Limo (%)	37.3	35.3
Arcilla (%)	13.8	11.8
Textura	Franco	Franco Arenoso

Características del suelo del 10 de Septiembre de 2011 en periodo desarrollo cultivo (después de la helada, 77 días después de la siembra).

Cultivo	pH	CE dSm-1	MO %	N mgKg-1	P mgKg-1	K mgKg-1
Avena	7.55	0.2	1.21	10.4	9.69	696
Ayocote	7.15	0.35	1.08	15.6	12.44	336
Frijol	7.34	0.25	1.21	15.6	6.95	576
Haba	6.84	0.25	1.08	7.8	16.87*	554
Maíz	7.2	0.25	1.75	10.4	30.17	922

Características de suelo del 13 de mayo 2012 (antes de la siembra)

TERRAZA	PROFUNDIDAD	MO	N	P	K	pH	CE
---------	-------------	----	---	---	---	----	----

	(cm.)	%	mgKg-1	mgKg-1	mgKg-1		dSm-1
1	0-20	2.29	26.0	23.00	798	6.895	133.8
1	20-40	1.61	20.8	22.71	812	6.975	108.1
2	0-20	1.61	15.6	33.02	682	6.59	109.7
2	20-40	1.21	15.6	25.18	500	6.615	78.5
3	0-20	0.81	20.8	25.31	352	6.245	108.1
3	20-40	1.21	20.8	18.94	248	6.5	50.2
4	0-20	0.67	18.2	40.25	884	6.715	160.8
4	20-40	0.94	41.6	18.69	776	6.505	98.7
5	0-20	1.61	26.0	31.68	540	6.365	132
5	20-40	1.34	20.8	21.75	352	4.64	62.5
6	0-20	0.94	18.2	19.92	372	6.00	78.6
6	20-40	0.81	13.0	14.28	272	6.09	46.6

Características de suelo del 10 de noviembre de 2012 (en cosecha).

Terraza	MO%	N mgK-1	P mgK-1	pH	CE dSM-1
1	1.48	19.3	18.96	7.15	154.4
2	1.48	14.5	23.96	6.6	69.4
3	1.75	26.5	13.71	6.29	133.3
4	2.55	7.2	26.04	6.47	129.2
5	0.94	9.6	28.11	6.52	165.1
6	0.44	12.1	20.58	6.56	78.1

Anexo 5. Memoria Fotográfica.



Zanjas de arboles a curva de nivel en la parcela



Muestreo de suelos



Cultivo de Maíz



Cultivo de Frijol



Después de la cosecha se dejan las arvenses en el terreno hasta el próximo ciclo agrícola



Identificación de árboles en la parcela