



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS PUEBLA

POSTGRADO EN DESARROLLO SOSTENIBLE DE ZONAS
INDÍGENAS

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN TRADICIONAL DE MAÍZ, CEBOLLA Y FRIJOL DE
MATA PRACTICADOS EN COPANATÓYAC, GUERRERO**

GIL ANDRÉS ROSENDO ROSENDO

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO TECNÓLOGO

Puebla, Puebla,

2011



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS
CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

CAMPUS- 43-2-03 ANEXO

CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe, **Gil Andrés Rosendo Rosendo**, alumno de esta institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del profesor **M.C. Ernesto Aceves Ruiz**, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis: **Sistemas de producción tradicional de maíz, cebolla y frijol de mata practicados en Copanatoyac, Guerrero**, y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del Colegio de Postgraduados, y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la institución, el Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta institución.

Puebla, Puebla, diciembre de 2011.

Gil Andrés Rosendo Rosendo

Vo. Bo. Profesor Consejero

M.C. Ernesto Aceves Ruiz

La presente tesis, titulada: **Sistemas de producción tradicional de maíz, cebolla y frijol de mata practicados en Copanatoyac, Guerrero**, realizada por el alumno: **GIL Andrés Rosendo Rosendo**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO TECNÓLOGO
EN DESARROLLO SOSTENIBLE DE ZONAS INDÍGENAS

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO: 
MC. ERNESTO ACEVES RUÍZ

ASESOR: 
DR. ANGEL BUSTAMANTE GONZÁLEZ

ASESOR: 
DR. JOSÉ ISABEL OLVERA HERNÁNDEZ

ASESOR: 
DR. RAMÓN DÍAZ RUIZ

ASESOR: 
DR. SAMUEL VARGAS LÓPEZ

Puebla, Puebla,
diciembre de 2011.

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN TRADICIONAL DE MAÍZ, CEBOLLA Y FRIJOL DE MATA DE PRACTICADOS EN COPANAToyAC, GUERRERO

Gil Andrés Rosendo Rosendo, M.T.
Colegio de Postgraduados, 2011

La presente investigación se desarrolló en seis localidades del municipio de Copanatoyac, estado de Guerrero, México. El objetivo fue evaluar los sistemas de producción agrícola que se practican en la zona. El tamaño de muestra fue de 62 entrevistas, aplicada con la técnica de bola de nieve, bajo el método de muestreo por cuotas. Se encontró que en la zona de estudio se cultivan 13 especies vegetales, dentro de las cuales con el maíz, frijol de mata y cebolla se generan tres sistemas de producción: el de maíz, cebolla y frijol de mata. El sistema maíz es el más importante, cultivándolo el 98.39% de los productores; le sigue el sistema cebolla que lo producen el 61.61%, mientras que el sistema frijol de mata lo cultivan el 32.26%. La tenencia promedio de tierra de labor es de 1.6 hectáreas, a la cual los productores le dan un uso muy intenso en el eje del tiempo y del espacio. En el eje del tiempo los productores obtienen 1.5 cosechas en el sistema de producción maíz, 1.6 cosechas en los sistemas de producción cebolla y frijol de mata; en tanto que en el eje del espacio por medio de los cultivos compuestos, en el sistema maíz se encontraron tres subsistemas, maíz-frijol de guía (M-FG), maíz-frijol de mata (M-FM) y maíz-frijol de guía calabaza (M-FG-Cal), siendo el más eficiente el M-FM con un valor de eficiencia relativa de la tierra (ERT) de 2.272; en el sistema cebolla se encontraron seis subsistemas, de los cuales el más eficiente fue el Ce-Ci-Ra-Fr con un valor de 2.359; mientras que en el sistema frijol de mata se encontraron dos subsistemas, el más eficiente de ellos tuvo un valor de ERT de 2.578.

Palabras clave: cultivo compuesto, cultivo múltiple, eficiencia relativa de la tierra, sistema de producción.

TRADITIONAL PRODUCTION SYSTEMS OF MAIZE, ONION AND BEAN IN COPANAToyAC, GUERRERO

Gil Andrés Rosendo Rosendo, M.T.
Colegio de Postgraduados, 2011

This research was conducted in six locations of the municipality of Copanatoyac, Guerrero State, Mexico. The objective was to assess agricultural production systems that the farmers growth in the area. A sample size of 62 interviews was obtained using the quota sampling method. The interviews were applied using the snowball technique. We found that 13 plant species are cultivated in the study area, and based on maize, bush bean and onion species three production systems are identified. The maize system is the most important system and is grown by 98.39% of the farmers; the onion system is grown by 61.61% of the farmers, while the bush bean system is grown by 32.26% of the farmers. The average tenure of arable land is 1.6 hectares, given the limited amount of land farmers use land intensively in time and space. At the time axis, producers obtain through multiple cropping 1.5 crops in corn production system, and 1.6 crops in onion and bush bean production systems. In space axis, three production subsystems, based on intercropping, are identified in the corn system: M-FG, M-FM and M-FG-Cal, being the most efficient M-FM with a value of land relative efficiency (ERT) of 2.272. In the onion system onions there were six subsystems, of which the most efficient was the Ce-Ci-Ra-Fr with a value of 2.359. While in the bus bean system two subsystems were found, the most efficient of them had a ERT value of 2.578.

Key words: intercropping, land equivalent ratio, multiple cropping, production system.

DEDICATORIA

A mi Madre:

ÁNGELA DOMITILA ROSENDO HIDALGO

Por preocuparse por mí y siempre quererme ver seguir hacia adelante

En memoria de mi padre:

FRUCTUOSO ROSENDO CISNEROS

Por haberme brindado el apoyo invaluable en mi etapa infantil y en la época estudiantil de licenciatura.

A mis hermanos y hermanas

Por su apoyo incondicional

AGRADECIMIENTOS

A los campesinos del municipio de Copanatoyac, por compartir sus conocimientos y prácticas utilizados en sus sistemas de producción agrícola, ya que sin su generosidad no fuera posible este trabajo.

Al Colegio de Postgraduados campus Puebla, por darme la oportunidad de realizar mis estudios de maestría en el programa de Desarrollo Sostenible de Zonas Indígenas.

A los miembros del Consejo Particular de la presente investigación:

M.C. Ernesto Aceves Ruiz

Dr. Ángel Bustamante González

Dr. José Isabel Olvera Hernández

Dr. Samuel Vargas López

Dr. Ramón Díaz Ruiz

Por su invaluable y oportuna asesoría durante todo el proceso de esta investigación, en especial al M.C. Ernesto Aceves Ruiz por brindarme la oportunidad y confianza de trabajar en equipo, por ofrecerme todas las facilidades durante la investigación.

Al Consejo Regional de la Montaña y a la Secretaría de Desarrollo Rural, por el apoyo brindado a la creación y financiamiento para la implementación de la Maestría Tecnológica de Desarrollo Sostenibles de Zonas Indígenas.

A mis compañeros de generación por haber compartidos sus experiencias y conocimientos durante el proceso de formación en esta etapa

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	3
2.1 Caracterización de las unidades de producción.....	3
2.2. Características de los tipos de agricultura.....	4
2.3. Sistemas de producción.....	4
2.3.1. Sistema de producción agrícola.....	5
2.3.1.1. Clasificación de los sistemas de producción agrícola.....	9
2.3.1.1.1. Clasificación de los cultivos múltiples.....	11
2.3.1.1.2. Clasificación de los cultivos compuestos.....	12
2.3.1.1.3. Ventajas de los sistemas de cultivos compuestos y cultivos múltiples	13
2.3.1.1.4. Desventajas de los sistemas de cultivos compuestos y cultivos múltiples.....	14
2.4. Evaluación de la productividad de los cultivos compuestos.....	14
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, OBJETIVOS E HIPÓTESIS	17
3.1. Planteamiento de del problema.....	17
3.2. Objetivos.....	19
3.2.1.Objetivos general.....	19
3.2.2 Objetivos específicos.....	20
3.3. Hipótesis.....	20
3.3.1. Hipótesis general.....	20
3.3.2. Hipótesis específicas.....	20
IV. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	22
4.1. Localización.....	22
4.2 Orografía.....	23
4.3 Suelos.....	23
4.4. Clima.....	23
4.5. Hidrología.....	24
V. MATERIALES Y MÉTODOS	25
5.1. Revisión de información secundaria.....	25
5.2. Etapa de campo.....	25
5.2.1. Tamaño de muestra.....	25
5.3. Etapa de gabinete.....	26
5.3.1. Evaluación productiva de los sistemas de producción.....	26
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
6.1. Características de productores.....	28
6.2. Características de la unidad de producción.....	30
6.2.1. Tenencia de tierra.....	30
6.2.2. Tipo de Propiedad de Tierra.....	32
6.3. Cultivos Principales.....	32

6.3.1. Maíz.....	33
6.3.1.1. Limpia de terreno.....	37
6.3.1.2. Preparación de terreno.....	37
6.3.1.2.1. Agricultura convencional.....	37
6.3.1.2.1.1. Barbecho y surcado.....	38
6.3.1.2.1.2. Rayado.....	38
6.3.1.2.1. Agricultura de tlacolol.....	39
6.3.1.3. Siembra de maíz.....	41
6.3.1.4. Labores al cultivo de maíz.....	42
6.3.1.4.1. Aporque.....	42
6.3.1.4.2. Control de malezas.....	42
6.3.1.4.3. Fertilización.....	43
6.3.1.4.4. Control de plagas y enfermedades.....	45
6.3.1.4.5. Zacateo.....	45
6.3.1.5. Cosecha.....	46
6.3.1.6. Rendimiento.....	47
6.3.1.7. Destino de la producción.....	47
6.3.1.8. Especies cultivadas en misma superficie del maíz.....	48
6.3.1.8.1. Frijol de guía.....	48
6.3.1.8.2. Calabaza.....	49
6.3.1.8.3. Frijol de mata.....	50
6.3.2. Cebolla.....	50
6.3.2.1. Establecimiento del almácigo de cebolla.....	52
6.3.2.1.1. Elección y preparación del sitio para almácigo.....	53
6.3.2.1.2. Siembra.....	54
6.3.2.2. Preparación de terreno para trasplante.....	54
6.3.2.2.1. Limpia del terreno.....	55
6.3.2.2.2. Preparación del terreno.....	55
6.3.2.2.3. Surcado.....	55
6.3.2.3. Trasplante de las plántulas de cebolla.....	55
6.3.2.4. Labores al cultivo de cebolla.....	56
6.3.2.4.1. Control de malezas.....	56
6.3.2.4.2. Aplicación de Fertilizantes.....	57
6.3.2.4.3. Control de plagas y enfermedades.....	59
6.3.2.5. Cosecha.....	60
6.3.2.6. Rendimiento.....	60
6.3.2.7. Destino de la producción.....	62
6.3.2.8. Especies cultivadas en misma superficie con la cebolla.....	63
6.3.2.8.1. Cilantro.....	63
6.3.2.8.2. Pápalo o papaloquelite.....	63
6.3.2.8.3. Chile.....	64
6.3.2.8.4. Rábano.....	64
6.3.2.8.5. Fraile.....	65
6.3.3. Frijol de mata.....	65
6.3.3.1. Limpia de terreno.....	68

6.3.3.2. Preparación de terreno	68
6.3.3.3. Siembra.....	69
6.3.3.4. Labores al cultivo.....	70
6.3.3.4.1. Aporque.....	70
6.3.3.4.2. Deshierbe.....	71
6.3.3.4.3 Fertilización	71
6.3.3.4.4. Control de plagas y enfermedades.....	72
6.3.3.5. Cosecha.....	73
6.3.3.6. Destino de la producción.....	74
6.3.3.7. Especies asociados al frijol de mata.....	75
6.3.3.7.1. Pápalo o papaloquelite.....	75
6.3.3.7.2. Cilantro.....	76
6.3.3.7.3. Tomate de Cáscara.....	76
6.4. Eficiencia productiva de los sistemas de cultivo	77
6.4.1. Los sistemas de cultivo compuesto.....	77
6.4.1.1. El sistema de cultivo maíz.....	78
6.4.1.2. El sistema de cultivo cebolla.....	81
6.4.1.3. El sistema de cultivo frijol de mata.....	83
6.4.2. Los sistemas de cultivo múltiples.....	85
VII. CONCLUSIONES.....	88
VIII. LITERATURA CITADA.....	89

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Características de los productores de las comunidades evaluadas del municipio de Copanatoyac, Gro.....	29
Cuadro 2. Características de las unidades de producción de Copanatoyac, Gro.....	31
Cuadro 3. Características de la producción de maíz en el municipio de Copanatoyac, Gro.....	35
Cuadro 4. Características de la producción de cebolla en el municipio de Copanatoyac, Gro.....	52
Cuadro 5. Rendimiento absoluto y relativo de los sistemas de cultivo simple y compuesto de maíz que se practican en el municipio de Copanatoyac, Gro.....	80
Cuadro 6. Rendimiento absoluto y relativo de los sistemas de cultivo simple y compuesto de cebolla que se practican en el municipio de Copanatoyac, Gro.....	82
Cuadro 7. Rendimiento absoluto y relativo de los sistemas de cultivo simple y compuesto de frijol de mata que se practican en el municipio de Copanatoyac, Gro.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Localización regional del Municipio de Copanatoyac, Gro.....	22
Figura 2. Grupos étnicos presentes en el municipio de Copanatoyac, Gro.....	28
Figura 3. Años de escolaridad de la población del municipio de Copanatoyac, Gro.....	29
Figura 4. Tenencia de tierra total, de riego y de temporal de los productores de Copanatoyac, Gro.....	31
Figura 5. Distribución del tipo de propiedad de la tierra del municipio de Copanatoyac, Gro.....	32
Figura 6. Principales cultivos del municipio de Copanatoyac, Gro.....	33
Figura 7. Porcentaje de productores y especies con que asocia al maíz en el municipio de Copanatoyac, Gro.....	35
Figura 8. Calendario de actividades del sistema de producción maíz del municipio del Copanatoyac, Gro.....	36
Figura 9. Método de preparación de terreno y fuente de mano de obra en el cultivo de maíz del municipio de Copanatoyac, Gro.....	40
Figura 10. Número de aporques y control de malezas que realizan al cultivo de maíz en el municipio de Copanatoyac, Gro.....	43
Figura 11. Nitrógeno por hectárea aplicado al cultivo de maíz de temporal en el municipio de Copanatoyac, Gro.....	44
Figura 12. Principales plagas que atacan al cultivo de maíz en el municipio de Copanatoyac, Gro.	46
Figura 13. Cantidad de maíz destinada al autoconsumo en el municipio de Copanatoyac, Gro.....	48
Figura 14. Calendario de actividades del sistema de producción cebolla del municipio del Copanatoyac, Gro.....	51
Figura 15. Especies asociadas a la cebolla en el municipio de Copanatoyac, Gro.....	53

Figura 16.	Número de deshierbes en el cultivo de cebolla del municipio de Copanatoyac, Gro.....	57
Figura 17.	Fertilización nitrogenada en el cultivo de cebolla del municipio de Copanatoyac, Gro.....	58
Figura 18.	Jornales empleados la cosecha del cultivo de cebolla en el municipio de Copanatoyac, Gro.....	61
Figura 19.	Rendimiento de cebolla en el municipio de Copanatoyac, Gro.....	61
Figura 20.	Calendario de actividades del sistema de producción frijol de mata en el municipio del Copanatoyac, Gro.....	67
Figura 21.	Número de cosechas de frijol de mata por ciclo agrícola en Copanatoyac, Gro.....	68
Figura 22.	Fuente de mano de obra de las actividades realizadas en el cultivo de frijol de mata en municipio de Copanatoyac, Gro.....	70
Figura 23.	Cantidad de fertilizante nitrogenado aplicado al cultivo de frijol de mata en el municipio de Copanatoyac, Gro.....	72
Figura 24.	Principales plagas que atacan al frijol de mata en el municipio de Copanatoyac, Gro.....	73
Figura 25.	Porcentaje de producción de grano de frijol de mata que destinan al mercado en el municipio de Copanatoyac, Gro.....	75
Figura 26.	Patrones de cultivo que se practican en el municipio de Copanatoyac, Gro.....	86

I. INTRODUCCIÓN

En México la producción agrícola se realiza bajo dos tipos de agricultura, la comercial y la tradicional (Martínez, 1994; Turrent, 2010); otros autores agregan la agricultura de subsistencia o etnoagricultura (Turrent y Cortés, 2004; Villa Issa, 2008). La agricultura de subsistencia y tradicional se caracterizan por tener bajo nivel tecnológico y baja productividad, acceso limitado a tierra y agua, ingresos insuficientes para satisfacer las necesidades familiares (Soto *et al.* 2007; Villa Issa, 2008). A pesar de la baja disponibilidad de tierra de labor y los bajos niveles de productividad, la agricultura tradicional y de subsistencia juega un papel importante como productor de alimentos básicos. En el caso de México este sector aporta el 50% de las necesidades de maíz y frijol, la cual se destina primordialmente al autoconsumo; en la mayoría de los casos la producción obtenida no es suficiente para satisfacer las necesidades familiares.

Una de las características más importantes de la agricultura tradicional y de subsistencia es la producción de sus cultivos bajo un sistema compuesto, es decir, producen más de una especie útil en la parcela de manera integrada, permitiendo al productor prevenir riesgos climáticos y de mercado (Ávila, 2010; Cortes *et al.* 2007; Remmers, 1993).

EL sistema de cultivos compuestos ha mostrado ventajas en relación a la producción de cultivos simples (Altieri y Nicholls, 2000; Gliessman, 2002; Liebman, 1999), a pesar de esto los programas agropecuarios en las políticas nacionales han buscado su modernización, buscando a su vez cambiar el sistema de producción a cultivos simples, con altos niveles tecnológicos, aunque las condiciones edafoclimáticas y socioeconómicas de los productores no estén dadas para realizar estos cambios. Sin embargo, a pesar de los grandes esfuerzos que las instituciones gubernamentales han realizado, este sector de productores se ha resistido al cambio y continúan con la producción de sus sistemas de cultivos compuestos.

Una de las regiones que ejemplifican esta situación es la Montaña de Guerrero, que es una zona con alto índice de marginación, donde la producción agrícola es

básicamente de autoconsumo, cultivándose principalmente maíz y frijol, cuya producción no es suficiente, cubriendo sólo la mitad de las necesidades de la población (Chávez, 2004).

Un caso característico de esta situación es la comunidad de Copanatoyac, Guerrero; en donde los productores mantienen sistemas de producción tradicional muy peculiares; produciendo maíz, cebolla morada y frijol de mata como cultivos principales; los cuales se cultivan ocupando la misma superficie con frijol de guía, calabaza, cilantro, pápalo, rábano, chile, etc. Estos sistemas de producción han permitido que los productores tengan un uso más intensivo de su escasa superficie de labor; sin embargo, se desconocen sus características de producción, así como, si presentan ventajas en relación a la producción de cultivos simples. Por lo que en la presente investigación se buscó caracterizar los sistemas de producción de maíz, cebolla y frijol de mata que se practican en seis comunidades del municipio de Copanatoyac, Guerrero.

II. MARCO TEORICO CONCEPTUAL

La actividad agrícola de México se realiza en 31 millones de hectáreas de tierra de labor, que se integran en 3.8 millones de unidades de producción, de las cuales el 34.5% cuentan con menos de dos hectáreas de labor, 25.3% dispone de menos de cinco hectáreas de labor, el 31.2% cuentan con una superficie de labor entre 5 y 20 hectáreas, en tanto que, el 9% de la unidades de producción disponen de superficies mayores a 20 hectáreas (INEGI, 1994). Estas unidades de producción, además de la superficie de tierra de labor, difieren, entre otras cosas, del capital del trabajo, tipo de tenencia, utilización de mano de obra, fuente principal de ingreso y destino de la producción.

2.1 Caracterización de las unidades de producción

De acuerdo a Rodríguez citado por Luiselli, (2007), Jiménez, (2007) y Villa Issa (2008) las unidades de producción de México se pueden integrar en tres tipos de agricultura: moderna o empresarial, transición y de subsistencia o autoconsumo. Por otra parte, Turrent *et al.* (2004) incluye la categoría de etnoagricultura la cual es realizada por grupos indígenas y en condiciones de ladera; sin embargo, esta última categoría se puede integrar en la agricultura de subsistencia. Otros autores, como Chávez *et al.* (2000) y Turrent, (2010) consideran sólo dos tipos de agricultura; la empresarial y la tradicional o campesina.

En el presente estudio se considerará la clasificación que integra a la agricultura moderna o comercial y de subsistencia; por lo que en lo sucesivo, cuando se hable de tipos de agricultura se hará referencia a esta clasificación. En la agricultura de subsistencia se encuentran integrados los agricultores tradicionales.

2.2. Características de los tipos de agricultura

Agricultura tradicional o de subsistencia: Para las actividades agrícolas utiliza principalmente mano de obra familiar, tierra de temporal en minifundio de baja calidad productiva, produce principalmente cultivos básicos, carece de servicios y apoyos orientados a la organización y producción, presenta bajos niveles de capitalización y baja productividad; este grupo lo integran el 82% de los productores del país (Villa Issa, 2008). De acuerdo a Turrent *et al.* (2004) este tipo de agricultura se practica en la meseta semiárida del norte, los valles altos, el bajío semiárido, las mixtecas, sierras costas del golfo de México, el Caribe y Pacífico. De acuerdo a Hernández (1985), Gómez *et al.* (1998) y Navarro (2004), los productores que integran este tipo de producción poseen una amplia experiencia empírica, que han adquirido a través de muchos años, y los transmiten de manera oral y práctica; sustentando su producción en los cultivos compuestos.

Agricultura empresarial: Este tipo de agricultura se caracteriza por poseer unidades de tierras de labor grandes, bajo sistemas de riego o temporal benigno, disponen de infraestructura adecuada para la producción; tiene acceso a crédito; la producción es básicamente para mercado, utiliza principalmente mano de obra asalariada (Villa Issa, 2008), este tipo de productores se localiza primordialmente en el norte del país, el bajío, valles altos, costas tropicales y subtropicales del golfo de México y el pacífico (Turrent *et al.*, 2004). De acuerdo a Villa Issa (2008), este grupo lo integra el 6% de los productores del país.

2.3. Sistemas de producción

Un sistema es un conjunto de elementos que interactúan entre sí para un fin determinado (Odum *et al.*, 1988). Por su parte, Hart (1985) define a un sistema como un arreglo de componentes físicos o conjunto de cosas que actúan como una unidad. De acuerdo a Odum (1996) citado por Glissman (2007) mencionan que en un ambiente

biológico el concepto de sistema se define como un elemento funcional de relaciones complementarias entre organismos que lo conforman y su entorno.

Por su parte CETEC (1992), refiere que el sistema es un arreglo de componentes que funcionan sincronizados como una unidad. En este caso el sistema ecológico o en una forma más comprensible, ecosistema, se define como una entidad que involucra a todos los organismos de un área donde interaccionan con el ambiente físico, de tal forma que un flujo de energía nos lleva a definir claramente las estructuras tróficas, la diversidad biótica y los ciclos biológicos que ocurren dentro del sistema.

La superficie de la tierra está compuesta por una gran diversidad de elementos, tanto vivos como inertes que interactúan entre sí, formando sistemas, por lo que en una área natural se puede encontrar una gran cantidad de sistemas o más comúnmente llamados ecosistemas (Odum *et al.*, 1988).

En el caso de las unidades de producción agropecuarias, tienen características específicas, que están determinadas por elementos socioeconómicos, y recursos que dispone el productor y condiciones ambientales de la región (FAO y Banco Mundial, 2001). Entre los elementos de las unidades de producción se encuentran a la tecnología, especies de plantas y animales, insumos, superficie de labor, capital, mano de obra etc., que en conjunto generan los sistemas de producción.

La actividad agropecuaria está integrada por diferentes sistemas de producción: sistema agrícola, sistema pecuario, sistema forestal, y sistema socioeconómico, en donde cada uno de cuenta con diversos subsistemas.

2.3.1. Sistema de producción agrícola

El concepto de sistema agrícola es abordado por diversos autores como: sistema de producción, sistema de producción agrícola, agroecosistema, agrosistema etc. (Grigg, 1974; Sánchez, 1976; Márquez, 1977; Hernández, 1978; Turrent, 1978).

El sistema agrícola o agroecosistema es definido como un ecosistema modificado y manejado por el hombre para satisfacer sus necesidades vitales. Es una estructura de unidades interactivas e interdependientes dentro de un ámbito geográfico común, cuya función es el procesamiento de recursos físicos, económicos y sociales para generar productos primarios de origen vegetal y/o animal (Palencia, 1990; Hart, 1985; Escobar y Berdegué, 1990; FAO y Banco Mundial, 2001).

Gliessman, (2002), sostiene que el concepto de agroecosistema ofrece un marco de referencia para analizar sistemas de producción de alimentos en su totalidad, incluyendo el complejo conjunto de entradas y salidas y las interacciones entre sus partes.

Cleary (2003) señala que el funcionamiento de los sistemas agrícolas está influenciado en gran medida por factores externos, como las políticas, las instituciones, los mercados y los vínculos de información. Por otra parte, el mismo autor agrega que los sistemas agrícolas se pueden agrupar en ocho categorías generales, en función del clima, los recursos naturales de que dispongan los agricultores de una región determinada, estos son:

- Sistemas agrícolas de regadío;
- Sistemas agrícolas basados en el arroz acuático:
- Sistemas agrícolas de secano en zonas húmedas de elevado potencial de recursos;
- Sistemas agrícolas de secano en las estepas y tierras altas;
- Sistemas agrícolas de secano en zonas secas o frías de potencial bajo;
- Sistemas agrícolas duales (combinación de grandes explotaciones comerciales y de pequeñas fincas);
- Sistemas de pesca artesanal costera; y
- Sistemas agrícolas urbanos, basados por lo general en la horticultura y la producción ganadera.

Según Saboja citado por Chonchol (1994), indica que la agricultura es un sistema tecnoeconómico y social para producir alimentos donde se conjugan tres grandes componentes: ambiental o ecológico, tecnológico y económico y social. El primero, representa la base física a partir de la cual se articulan formas de producción desarrolladas por el hombre y comprende los tipos de suelo, las clases de vegetación, las plantas disponibles que son útiles al hombre, los climas, los tipos de faunas, el relieve, etc.

El componente tecnológico, está constituido por el conjunto de los instrumentos y medios de producción, las técnicas de selección, los métodos de mejoramiento de la productividad de las plantas (preparación y fertilización de los suelos, prácticas de cultivo) y finalmente las formas de cosecha y de almacenamiento de los productos, (Sepúlveda, 1991).

El tercer componente, está integrado por las formas generales de distribución y consumo de los productos obtenidos, las formas de organización social para la producción, la distribución espacial de la población, las formas de tenencia y de control de la tierra. Son una interacción compleja entre procesos sociales externos e internos y entre procesos biológicos y ambientales. También, son artefactos humanos y las determinantes de la agricultura no terminan los límites de los campos. Las estrategias agrícolas no sólo responden a presiones del medio ambiente, presiones bióticas y del proceso del cultivo, sino que también refleja estrategias humanas de subsistencia y condiciones económicas.

Además de los tres elementos, Cleary (2003) añade dos elementos más a los componentes determinantes de los sistemas agrícolas que son:

Primero, políticas, instituciones y bienes públicos. Recientemente ha habido un desplazamiento en la escena internacional y nacional, hacia la descentralización de los gobiernos y la privatización de los servicios. Así mismo, cambios de políticas tienen un efecto radical en los incentivos a la producción en el ámbito de los sistemas agrícolas.

Segundo la información y el capital humano como una exigencia de mejorar la información y realzar al capital humano como un hecho reconocido, mientras se siguen desarrollando diversos programas de alfabetización así como la ampliación del acceso a la educación primaria.

Por otro lado, Dixon *et al.* (2001), señalan que para entender los sistemas agrícolas se debe de considerar a las diversas estrategias a las que recurren los pequeños agricultores para salir de la pobreza, enumeran cinco de ellas:

- Intensificación de los sistemas de producción existentes;
- Diversificación de la producción y la elaboración;
- Ampliación de la finca o del rebaño;
- Aumento de los ingresos no agrícolas; y
- Abandono completo del sector agrícola dentro de un sistema agrícola específico.

La diversificación se refiere a un ajuste en el patrón de cultivos con el fin de aumentar la producción y por lo tanto, los ingresos. Con la diversificación se explotan nuevas oportunidades de mercado o nichos de mercado existentes, y se pueden producir nuevos productos que el mercado demanda. La diversificación no se refiere sólo a la introducción de nuevas especies en el sistema de producción, sino también en darle valor agregado a la producción existente por medio de la transformación.

La intensificación se refiere al aumento de la productividad física o financiera de los patrones de producción existentes en la unidad de producción. Este concepto es un elemento muy importante para incrementar la producción de una superficie determinada.

Para incrementar la producción en un área determinada se pueden utilizar dos estrategias: intensificar la producción en el eje del tiempo y en el eje del espacio.

Respecto a la intensificación en el eje del tiempo, consiste en aumentar el número de cultivos a lo largo de un año agrícola, que por lo general se consideran 12 meses, es decir, generar sistemas de producción de cultivos, dobles, triples, cuádruples etc, claro, si las condiciones edafoclimáticas lo permiten. La intensificación en el eje del espacio consiste en incrementar el número de especies por cultivo establecido, esto se puede lograr por medio de las asociaciones, intercalaciones, imbricaciones, etc.

En relación a la intensificación, desde el inicio de la agricultura a nivel mundial los productores han desarrollado sistemas de producción agrícola que se adaptan a las condiciones ambientales locales, entre los cuales se encuentra al cultivo asociación maíz-frijol de guía-calabaza el cual se desarrolla en muchas zonas indígenas de nuestro país; el cultivo asociado maíz-frijol de guía con intercalación de frijol de mata que se desarrolla en la región de Zacapuaxtla, Puebla (Turrent, 1979), entre otros. Muchos de estos sistemas son manejados en la actualidad por los productores tradicionales.

2.3.1.1. Clasificación de los sistemas de producción agrícola

Varios autores como Geno y Geno (2001), Turrent (1979), Andrews and Kassam (1976), han desarrollado algunos conceptos y sistemas de clasificación de sistemas de producción agrícola que se señalarán a continuación:

Cultivo: son una o más especies que crecen juntas durante la mayor parte de su ciclo o bien, que el período de crecimiento de la especie más precoz quede incluido dentro del periodo de crecimiento de la más tardía; como ejemplo podemos mencionar al cultivo de maíz y, al cultivo de la asociación maíz-frijol. Son dos cultivos diferentes cuando en el eje del tiempo la interacción entre las especies o grupo de ellas se reduce, como ejemplo, Turrent, (1979), menciona al cultivo de maíz seguido del frijol de guía que se practica en el trópico húmedo de México, en este sistema el frijol de guía se siembra

poco después de haber realizado la “doble” del maíz, presentándose poca interacción entre ambos cultivos, por lo que se consideran dos cultivos diferentes.

Cultivo simple o unicultivo: es el desarrollo de un sólo cultivo en una superficie a lo largo de un año agrícola. Como ejemplo tenemos el cultivo de maíz o cultivo de asociación maíz-frijol de guía que se practica en terrenos de temporal en el Valle de Puebla, en estos casos, únicamente en el periodo de lluvias se siembra ya sea maíz o la asociación maíz-frijol de guía y al cosecharse estos cultivos se vuelve a sembrar cualquier otro en el temporal del siguiente año.

Monocultivo: es la producción de un mismo cultivo en un mismo terreno por varios ciclos agrícolas, es decir, si en un año agrícola sólo es posible establecer un cultivo, este mismo cultivo se establece por varios años; si dentro de un año agrícola es posible establecer dos o más cultivos, el mismo cultivo se establece las veces que sea posible establecerlo en el año agrícola, haciendo lo mismo por varios años.

Cultivo múltiple: es la producción de dos o más cultivos en un mismo terreno dentro de un año agrícola, es decir, si en un año agrícola se establecen dos cultivos, el segundo de ellos se establece después de cosechar el primero, mediando o no preparación del terreno. Los cultivos múltiples pueden ser simples o compuestos.

Cultivo compuesto: es la producción de dos o más especies en una misma superficie, como ejemplo se puede mencionar la asociación maíz-frijol de guía.

La diferencia entre los conceptos de cultivo múltiple y cultivo compuesto se da principalmente en las dimensiones de tiempo y espacio. El concepto de cultivo múltiple está dado en función del eje del tiempo, mientras que el término de cultivo compuesto se relaciona con el eje del espacio.

Patrón de cultivos: Es la secuencia anual y el arreglo espacial de los cultivos o de los cultivos y la labranza en un área determinada.

Sucesión de cultivos: Es el proceso en que se siembra un segundo cultivo después de realizarse la cosecha de un primero, dentro del un año agrícola.

Relevo de cultivos: es el establecimiento de un segundo cultivo antes de la maduración del primero.

Rotación de cultivos: es el proceso en el que se da el establecimiento repetitivo de una sucesión ordenada de cultivos sobre el mismo terreno en un ciclo agrícola, bien puede ser a más largo plazo.

2.3.1.1.1. Clasificación de los cultivos múltiples

Los cultivos múltiples se clasifican en:

Cultivos dobles: es cuando se establecen dos cultivos en un año agrícola. Como ejemplo de este sistema de cultivos se puede mencionar al cultivo doble en sucesión de maíz, que consiste en la siembra de dos cultivos de maíz, estableciendo el segundo después de haber cosechado el primero. El cultivo doble en relevo de maíz y frijol, el cual consiste en el establecimiento del cultivo de maíz y antes de que se coseche se imbrica las hileras de frijol entre las de maíz. Otro ejemplo de este sistema es el cultivo de papa en relevo de la asociación maíz y frijol de guía, el cual consiste en que antes que se coseche la papa se imbrican en hileras la asociación maíz-frijol de guía los cuales se siembran juntos.

Cultivos triples: es cuando se establecen tres cultivos en un año agrícola. Ejemplos de este sistema es la producción de papa en relevo en hileras con maíz, en relevo con hileras de frijol de guía larga, consiste en la siembra de la papa, tan pronto como se construyen camellones para las hileras de papa, sobre uno de sus lados se siembra el

maíz en hileras, y cuando la mazorca se encuentra en estado masoso se siembra el frijol de guía al pie de cada maíz.

Cultivos cuádruples: es el establecimiento de cuatro cultivos en un año agrícola. Este sistema de cultivo normalmente se da en los cultivos hortícolas.

2.3.1.1.2. Clasificación de los cultivos compuestos

Dentro de los cultivos compuestos se encuentran:

Asociación de cultivos: es la producción de dos o más especies en una misma superficie, las cuales presentan ciclos de crecimiento afines, por lo que su madurez se da simultáneamente.

Intercalación de cultivos: Consiste en sembrar dos o más especies en surcos o bandas, una al lado de la otra a lo largo del terreno.

Imbricación de cultivos: La imbricación consiste en la producción de una o más especies de manera conjunta, sin embargo, unas especies se siembran en un estado avanzado de otras, la maduración de ambas especies puede o no ser simultánea.

Cada región tiene un conjunto particular de sistemas de producción, los cuales son el resultado de variaciones locales de clima, suelo, las relaciones económicas, la estructura social y la historia (Altieri y Nicholls, 2000). Encontrando sistemas en los que se cultiva sólo una especie y otros en las que se producen varias.

De acuerdo a Turrent (2008), la producción de un cultivo simple en un año agrícola está asociado al uso intenso de capital (mecanización, agua, insumos agrícolas etc.) en tanto que el uso intenso de la tierra con cultivos compuestos y múltiples se asocia con una escasa disponibilidad de capital y tierra y una abundancia relativa de mano de obra.

En México, los productores han desarrollado sistemas de producción en el que varias especies comparten la misma superficie de labor. Este tipo de sistemas tiene su origen en agricultura de subsistencia, con lo que los productores buscan maximizar el escaso espacio agrícola y su práctica se ha desarrollado históricamente entre los campesinos con carencia de recursos e insuficientes disponibilidades de superficie agrícola. Podemos señalar que los sistemas de cultivos compuestos-múltiples, tienen su origen en los mismos inicios de la agricultura, como parte de las culturas indígenas y sus saberes.

Francis (1986) y Altieri (1994) señalan que los sistemas de cultivos compuestos-múltiples presentan una gran diversidad de plantas, las cuales están integradas a los sistemas de producción animal y al hombre mismo, y su implementación gira alrededor de los requerimientos y preferencias alimenticias de los productores.

Gutierrez *et al.* (2007) señalan que los sistemas de cultivos compuestos presentan una mayor eficiencia biológica en comparación a los monocultivos, por lo que los agricultores realizan un mejor uso de su tierra, debido a que aprovechan todos los espacios del suelo al sembrarlos a la misma vez; obtiene mayor estabilidad ecológica, económica, social, energética e incremento en la productividad del trabajo.

Por otra parte, estos mismos autores encontraron en un estudio realizado en la región de la Frailesca, Chiapas, México, que los sistemas de cultivos compuestos maíz-frijol-calabaza, maíz-calabaza y maíz-frijol son económicamente más factibles y rentables, debido a que generan más beneficios económicos e impactan el bienestar social de las familias campesinas.

2.3.1.1.3. Ventajas de los sistemas de cultivos compuestos y cultivos múltiples

Altieri (1994) y Liebman, (999) reportan las ventajas que tienen los sistemas de cultivos compuestos-múltiples señaladas por diversos autores, entre las cuales se encuentran:

- a) Se da un mayor aprovechamiento de los factores de producción del sistema agrícola (agua, luz, nutrientes)
- b) Ocasionan una estabilidad en las condiciones ambientales
- c) Presentan mayor estabilidad en la producción que los sistemas de cultivos simples.
- d) Se da un uso más eficiente de los fertilizantes producto de la formación de un sistema radical más abundante y profuso.
- e) Con la siembra gramínea-leguminosa se reduce la cantidad de fertilizantes.
- f) Se presenta un mayor control sobre los procesos erosivos que el agua de lluvia ocasiona por la mayor cubierta vegetal que se genera.
- g) Se observa una menor incidencia de plagas y enfermedades de los cultivos.
- h) Existe una mejor protección ante riesgos de mercado, al no depender sólo de un cultivo las fluctuaciones en los precios de los productos y los riesgos climáticos no son tan drásticos en el factor económico del sistema.
- i) La infiltración del agua en el suelo es lenta reteniendo la humedad.
- j) Ayudan a reducir la evaporación del sistema agrícola.

2.3.1.1.4. Desventajas de los sistemas de cultivos compuestos y cultivos múltiples

Entre las desventajas se ha señalado:

- a) Estos sistemas demandan elevadas cantidades de mano de obra.
- b) Se dificulta la mecanización del sistema.

2.4. Evaluación de la productividad de los cultivos compuestos

A partir de los años sesentas se revaloró el papel de los cultivos compuestos-múltiples, debido a que estaban siendo cuestionados desde el punto de vista agronómico, ecológico, económico y social señalándose que aunque los cultivos simples en

ocasiones presentaban mayores rendimientos, los cultivos compuestos presentaban mayor producción en términos económicos y agronómicos (Tenbrath, 1976).

Una de las herramientas que permite evaluar la productividad de los cultivos compuestos-múltiples es el concepto de eficiencia relativa de la tierra (ERT) (Mead y Wiley, 1980). Este parámetro nos permite establecer comparaciones entre diversos patrones de cultivo. De acuerdo a estos mismos autores la ERT se calcula en referencia al cultivo único. La ecuación para su determinación es:

$$ERT = \sum \frac{Y_i}{Y_{ii}}$$

Donde:

Y_i es el rendimiento del i ésimo cultivo en asociación.

Y_{ii} es el rendimiento del i ésimo cultivo como cultivo simple.

Este parámetro nos indica la cantidad de superficie cultivada con los cultivos únicos necesaria para igualar la producción de una hectárea de las mismas especies integradas como cultivos compuestos. Su valor representa el incremento en la eficiencia biológica, logrado por el crecimiento de dos especies juntas en una misma superficie (Mead y Willey, 1980) o la utilización más eficiente de la superficie de labor disponible (Vandermeer, 1998 citado por Geno y Geno 2001).

Si el valor de la ERT es igual a la unidad indica que desde el punto de vista de la producción total, es lo mismo sembrar una hectárea del cultivo compuesto que ambos cultivos simples. En cambio cuando la ERT es mayor a 1, se obtiene una mayor productividad de la tierra bajo cultivo compuesto que con la producción de ambos cultivos simples, desde el punto de vista de la producción total.

Se han realizado diversos estudios en México y en otras partes del mundo en los que se ha determinado la eficiencia relativa de la tierra, a continuación se mencionan algunos de ellos.

En el Distrito de Desarrollo Rural de Cholula, Puebla, se encontró en el cultivo maíz asociado con frijol de guía una eficiencia relativa de la tierra de 1.73, este valor indica que se requiere de 1.73 hectáreas de ambos producidos como cultivos simples para producir la cantidad de productos que se obtienen en una hectárea manejada como cultivo compuesto de maíz asociado con frijol de guía (CIMMYT, 1974).

Por otro lado Gutiérrez *et al.*, (2007) en la región de la Frailesca, Chiapas, estudiaron diversos sistemas de cultivos compuestos y encontraron eficiencias relativas de la tierra de 1.66, 2.57 y 3.18 para los sistemas de cultivos compuestos maíz-calabaza, maíz-frijol de guía y maíz-frijol de guía-calabaza, respectivamente.

De igual forma Casanova (2005) reporta una serie de valores de eficiencia relativa de la tierra en varios sistemas de producción desarrollados en Cuba, entre las que se encuentra las asociaciones de yuca-frijol con ERT entre 1.60 y 1.75; yuca-maíz con ERT entre 1.68-1.82; yuca tomate con ERT de 1.98; lechuga-maíz con ERT de 1.67 y en camote- calabaza con ERT de 1.10. En base a los datos, podemos observar, que dependiendo del cultivo, la ERT es variable en todos los casos, indicando que hay ventajas con los cultivos asociados.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, OBJETIVOS E HIPÓTESIS

3.1. Planteamiento del problema

En los pueblos indígenas, los principales sistemas de producción han sido siempre el cultivo de diferentes especies en un mismo espacio, esto se hace aún más notable si estas comunidades se encuentran asentadas en lugares donde los espacios destinados para la agricultura son escasos, de manera que los productores en la poca superficie de labor de que disponen buscan producir los insumos alimenticios que requieren, siempre y cuando las condiciones edafoclimáticas lo permitan, generando de esta forma diversos y numerosos de sistemas de producción, con características particulares en cada uno de los productores.

La milpa, es el principal sistema de producción que mejor representa a los pueblos indígenas, puesto que el maíz que se produce forma parte fundamental de la alimentación de la familia campesina e Indígena. En este sistema de producción además del maíz se producen otros alimentos como son: el frijol, la calabaza y quelites que se producen de manera natural sin necesidad de ser cultivados.

Sin lugar a dudas, la importancia de estos tipos de producción, radica en que en un mismo espacio de terreno se producen los alimentos necesarios para la dieta alimenticia de la familia campesina, o bien otros productos que generan ingresos económicos a la familia, además de que el aprovechamiento de la superficie destinada al cultivo es altamente eficiente. Sin embargo, se ha estado observando que este tipo de prácticas de cultivo están siendo desplazado por los sistemas de cultivos simples, esto de alguna manera propiciado por las políticas gubernamentales, que impulsan la implementación de los cultivos simples, otorgando mayores incentivos a los productores que cultivan estos sistemas de producción (Turrent, 1979).

En el caso del estado de Guerrero los programas gubernamentales han contribuido en esta problemática, principalmente el Programa del Fertilizante que ha estado

implementando la Secretaría de Desarrollo Rural, con el cual se promueve la producción de monocultivos, puesto que argumentan que esto aumenta la producción por unidad de superficie, aunque cuenten con poca tierra de labor, pero tienen que asegurar su alimentación al menos con maíz y frijol, algo que solo se logra en parte por la mayor eficiencia relativa de la tierra con los sistemas de cultivo compuesto, que se han desarrollado por generación bajo una agricultura de subsistencia y bajo temporal.

Muchas instituciones han enfocado mal la política agropecuaria para el desarrollo rural, de manera que realizan acciones por desconocimiento, debido a que no se les ha mostrado evidencias suficientes que les demuestre que los sistemas de cultivo compuesto son más eficientes en términos productivos que los sistemas de cultivo simple.

Así pues, existen una serie de presiones externas e internas en los pueblos indígenas para que modifiquen sus prácticas o sistemas de producción. Sin embargo, muchos de estos pueblos han generado estrategias y alternativas que les ha permitido seguir produciendo sus alimentos para autoconsumo y una pequeña porción para destinarla al mercado, lo que les permite, hasta cierto punto, competir con los productores de otras regiones dedicadas a la agricultura comercial.

En el caso de la comunidad de Copanatoyac, Gro., además del sistema Milpa, los productores han generado sistemas de cultivos compuestos y sistemas de cultivos múltiples con las especies de cebolla y frijol de mata. La cebolla se produce como cultivo principal y en ella se asocian o intercalan otras especies como: rábano, cilantro, chile, pápalo, etc., en tanto que en el frijol de mata como cultivo principal se asocian o se intercala con el pápalo, cilantro y tomate de cáscara. Estos sistemas de producción les ha permitido hasta cierto grado producir los alimentos necesarios para el sostenimiento de las familias campesinas de la comunidad de Copanatoyac, así como generar algún ingreso.

Actualmente, estos sistemas de producción están siendo abandonados, para poder tener acceso a los apoyos gubernamentales que sólo se otorgan a los productores que producen cultivos simples.

Por esta razón, es necesario conocer y conservar, los sistemas de cultivo compuesto que se practican en el municipio de Copanatoyac, Gro. como un pequeño esfuerzo que estos sistemas son más eficientes que los sistemas de cultivos simples.

Las preguntas que dirigieron el trabajo de investigación fueron:

¿Qué características presentan los sistemas de producción agrícola que se practican en el municipio de Copanatoyac, Guerrero.?

¿Qué sistema de producción agrícola en el municipio de Copanatoyac, Guerrero. es más eficiente?

3.2 Objetivos

3.2.1 Objetivo general

El objetivo general del estudio fue:

Caracterizar y evaluar la eficiencia en términos productivos de los sistemas de producción agrícola que se practican en seis comunidades del municipio de Copanatoyac, Gro.

3.2.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos fueron:

1. Describir los sistemas de producción agrícola que practican los productores de seis comunidades del municipio de Copanatoyac, Gro.
2. Identificar los factores que limitan la producción agrícola en seis comunidades del municipio de Copanatoyac, Gro.
3. Determinar la eficiencia productiva de los sistemas de producción agrícola que se practican en seis comunidades del municipio de Copanatoyac, Gro.

3.3. Hipótesis

3.3.1. Hipótesis general

La hipótesis general se estableció en los siguientes términos:

Las características y eficiencia productiva de los sistemas de producción que se practican en seis localidades del municipio de Copanatoyac, Gro., están en función del aprovechamiento que ofrecen los productores a su superficie de labor en el eje del tiempo y espacio.

3.3.2. Hipótesis específicas

Las hipótesis específicas fueron:

1. Los sistemas de producción agrícola que se practican en seis localidades del municipio de Copanatoyac, Gro., dependen de la aplicación de los niveles tecnológicos

y del aprovechamiento que los productores dan a la superficie de labor en el eje del tiempo y espacio.

2. Los sistemas de producción agrícola que se practican en seis localidades del municipio de Copanatoyac, Gro., producen bajos rendimientos debido al bajo nivel tecnológico que los productores aplican.

3. La eficiencia productiva de los sistemas de producción agrícola que se practican en seis comunidades del municipio de Copanatoyac, Gro., es mayor a 1.

IV. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

4.1. Localización.

El municipio de Copanatoyac (Figura 1), se encuentra situado al este de la capital del Estado de Guerrero, forma parte de la región de la Montaña y se ubica en las coordenadas 17°22' y 17°32' de latitud norte y los 98°41' y 98°52' de longitud oeste, respecto al meridiano de Greenwich. Limita al norte con el municipio de Tlapa de Comonfort, al sur con Malinaltepec y Tlacoapa, al este con Xalpatlahuac y al oeste con Zapotitlán Tablas y Atlixac.

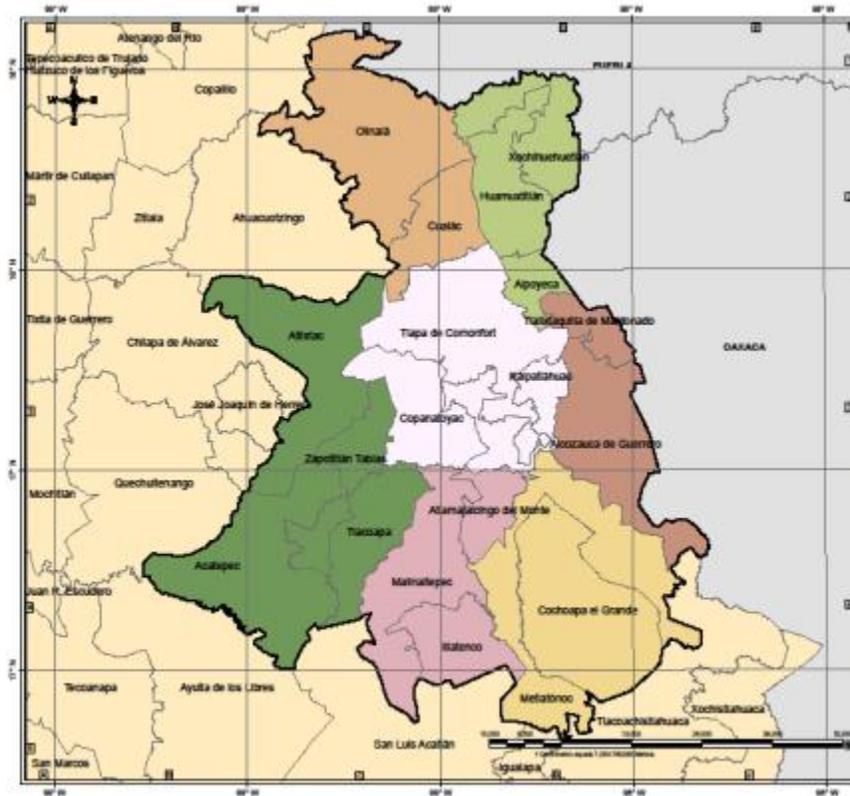


Figura 1. Localización regional del Municipio de Copanatoyac, Gro.

4.2 Orografía

El relieve se encuentra formado por tres tipos: Zonas accidentadas que están localizadas al sur, con pendientes y escarpadas montañas alcanzando alturas hasta de 2,250 msnm; Zonas semi planas ubicadas en el centro y norte, formando lomeríos con pendientes regulares; Zonas planas, encontrándolas en el centro de ambos márgenes del río Tlapaneco. Las principales elevaciones montañosas que tiene son los cerros Yelotepec, Zopolotepec y Sombrerito.

4.3 Suelos

Presenta dos tipos de suelos, uno es el Chernozem o negro, que contiene alto contenido de sales minerales y materia orgánica, su color es variado y son aptos para la agricultura.

También existen los suelos Podzólicos que poseen poca materia orgánica, su color es café oscuro o café rojizo, y a menudo cementado y endurecido, por lo cual son aptos para la ganadería.

4.4. Clima

Predominan los climas semicálidos y subhúmedos, localizados en el sur, centro y norte; el tipo templado subhúmedo se encuentra en el resto del territorio. En la temporada más calurosa la temperatura oscila entre los 16.5°C y 22°C.

La época de lluvias se presenta de junio a septiembre, presentado una precipitación media anual de 1,845 milímetros, la dirección del viento en primavera es de este a oeste y en verano de norte a sur.

4.5. Hidrología

El municipio cuenta con recursos hidrológicos como son el río Tlapaneco, en cuyo margen izquierdo se asienta la cabecera municipal del municipio de Copanatoyac y arroyos de caudal permanente como: Tecoapanco, Las Flores, Mixteco, La Salada, El Quince, Cotolotlaco, Oxtocamac, Tecapullo, Cazahuate, Axatipa y Cantiapa, además de contar con manantiales de agua.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en 6 localidades del municipio de Copanatoyac, Gro., éstas son: Copanatoyac, Cacahuatepec, Oztocingo, Patlicha, Potoichan y Yelotepec.

Para realizar el trabajo se consideraron tres etapas: a) Revisión de información secundaria, b) campo y c) gabinete.

5.1. Revisión de información secundaria

Esta etapa consistió en la búsqueda de información de la zona de estudio. Se consultaron datos estadísticos, censos, libros, tesis y artículos científicos.

En esta etapa se decidió realizar el estudio con los sistemas de cultivo maíz, cebolla y frijol de mata, por ser los cultivos de mayor importancia en la zona de estudio.

5.2. Etapa de campo

En la etapa de campo se obtuvo la información directamente con los productores agrícolas de las seis comunidades seleccionadas para el estudio. La obtención de la información fue a través de una guía de entrevista la cual incluyó aspectos referente: a) información personal de los productores, b) características de las unidades de producción y c) aspectos de manejo de los principales cultivos que se practican en la zona de estudio.

5.2.1. Tamaño de muestra

Debido a que se tuvo dificultad para determinar el número exacto de productores en cada una de las localidades que se seleccionaron para el estudio, ya que un gran

porcentaje de ellos no se encuentra en su hogar de manera permanente, por salir a laborar en el extranjero (Estados Unidos o Canadá) o a otras entidades del país (Morelos y Sinaloa principalmente), se aplicó la técnica de muestreo por cuotas, tomando como base el número de hogares de cada localidad reportado por INEGI, (2005). Hernández, *et al.* (2008), señalan que este método es adecuado utilizarlo cuando se desconocen los datos precisos de la población de estudio, el número de personas a entrevistar se establece de acuerdo a la experiencia del investigador.

De esta manera se determinó tomar una muestra de 5% de las viviendas reportadas por el censo de población 2005 (INEGI, 2005). Dando por lo tanto, un tamaño de muestra de 62. Para determinar al sujeto a entrevistar se utilizó la técnica de bola de nieve, de manera que al primer productor entrevistado, se le preguntó que qué otra persona recomendaba para ser entrevistada y que fuera productor y que además estuviera en la comunidad, de esa manera se continuó hasta terminar con la muestra deseada.

5.3. Etapa de gabinete

La información obtenida en la encuesta se sistematizó y codificó para facilitar su análisis. La información ya codificada se capturó en una hoja de cálculo Excel 2010, a la cual se le realizó un análisis estadístico descriptivo con el programa Statistical Analysis System (SAS) versión 9.1 (SAS Institute, 2003).

5.3.1. Evaluación productiva de los sistemas de producción

Para determinar la eficiencia de los sistemas de producción agrícola de las comunidades de estudio se determinó el índice de eficiencia relativa de la tierra (ERT), el cual es una herramienta que permite realizar comparaciones entre sistemas de producción (Mead and Wiley, 1980). Para la estimación de este índice se utilizó la ecuación siguiente:

$$ERT = \sum \frac{Y_i}{Y_{ii}}$$

Donde:

Y_i es el rendimiento del i ésimo cultivo en asociación

Y_{ii} es el rendimiento del i ésimo cultivo como cultivo simple.

Los datos que se utilizaran para estimar la ERT de los diferentes sistemas de producción que se practican en la zona de estudio, no provienen de experimentos. Estos se obtuvieron promediando los rendimientos de los productores que manejaron un mismo sistema de cultivo. El supuesto fue que los factores de la producción fueron homogéneos para todos los sistemas de producción, ya que los niveles de manejo que los productores de la zona de estudio dan a cada uno de los sistemas de cultivo son semejantes, como se verá en el apartado de resultados y discusión.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Características de productores

El municipio de Copanatoyac, Gro., alberga a los tres grupos étnicos que se encuentran en la región de la Montaña de Guerrero, como son los Náhuatl, Mixtecos y Tlapanecos.

En las comunidades involucradas en el estudio se encontró que 82.26% de los entrevistados pertenecen al grupo étnico Náhuatl, mientras que el 11.29 y 6.45% corresponden a los grupos Mixteco y Tlapaneco, respectivamente (Figura 2).

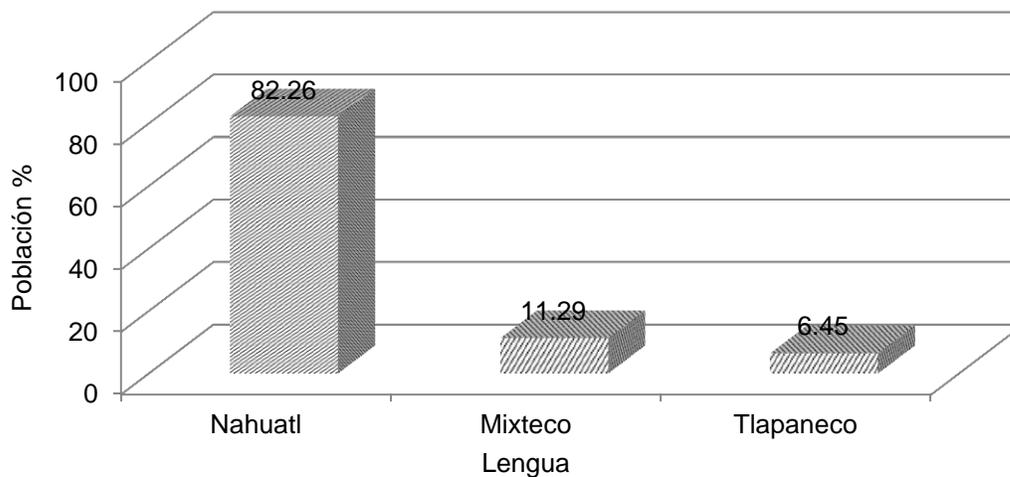


Figura 2. Grupos étnicos presentes en el municipio de Copanatoyac, Gro.

En el Cuadro 1 se presentan las características de los productores entrevistados del municipio de Copanatoyac Gro. Se observa que la edad del productor varió de 22 a 82 años, con un promedio de 46.3 años. El 51.6% de ellos tienen menor edad al promedio, lo que indica que el tipo de productor de la región es joven.

En relación a la escolaridad, se encontró desde aquellos productores sin ningún año de estudios hasta aquellos que terminaron la secundaria. El promedio de escolaridad fue de 2.5 años. Este valor es inferior en 6.1 y 4.8 años al promedio de escolaridad nacional y estatal, respectivamente (INEGI, 2010).

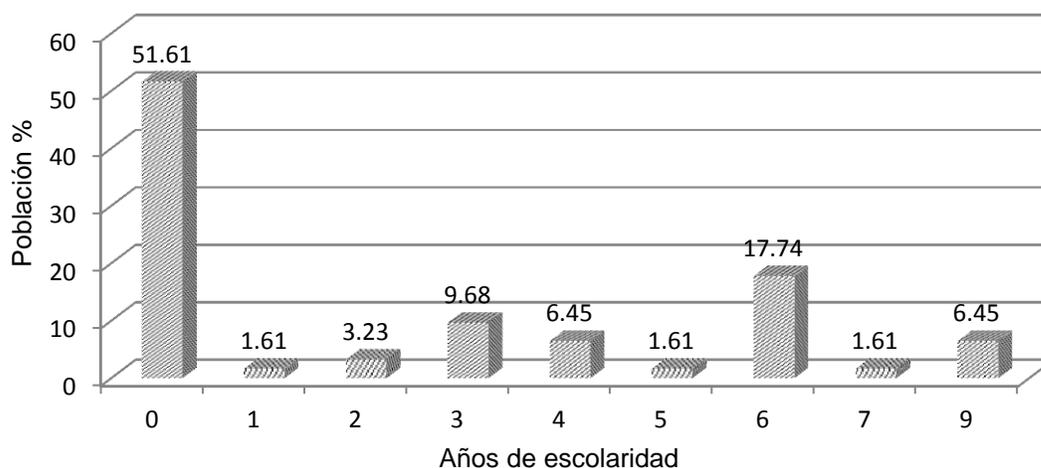


Figura 3. Años de escolaridad de la población del municipio de Copanatoyac, Gro.

Cuadro 1. Características de los productores de las comunidades evaluadas del municipio de Copanatoyac, Gro.

Variable	Media	Mínimo	Máximo
Edad (años)	46.3	22	82
Escolaridad (años)	2.5	0	9
Hombres (%)	74.2	-	-
Mujeres (%)	25.8	-	-

El grado de escolaridad del 56.45% de los productores encuestados se encuentra por debajo de la escolaridad promedio encontrada en el estudio y de éstos el 91.43% no tienen ningún año de estudio (Figura 3).

La actividad agrícola en Copanatoyac, Gro., es realizada tanto por hombres y mujeres. El 25.8% de las unidades de producción son lideradas por mujeres, esto quizás se deba a que el hombre está trabajando fuera de la región.

6.2. Características de la unidad de producción

6.2.1. Tenencia de tierra

En el Cuadro 2 se presentan las características de las unidades de producción de las comunidades evaluadas. Se observa que los productores tienen en promedio 1.6 hectáreas, encontrándose productores que cuentan con sólo 0.3 ha, hasta los que disponen de 4 ha. INEGI, (2007) reporta que el promedio de tenencia de tierra nacional es de 7.3 hectáreas, el cual es superior en 5.7 hectáreas a la tenencia promedio encontrada en la región de estudio, inclusive el valor máximo de tenencia que disponen los productores que se evaluaron en el estudio es inferior en 3.3 hectáreas al promedio nacional.

El 30.63% de los productores dispone de al menos 1 hectárea y sólo el 9.68% cuenta con más de 2 hectáreas. En la tenencia de tierra el 50 % de los productores tiene menos de 1.5 ha (Figura 4). La poca extensión de tierra que disponen se encuentra distribuida en diferentes predios, encontrando que el 30.65, 38.71, 27.48 y 3.23% de los productores cuenta con uno, dos, tres y cuatro terrenos, respectivamente.

Los productores disponen de 0.45 y 1.14 ha de riego y temporal, respectivamente, siendo los valores mínimos de 0 ha para ambos casos y los máximos de 2 y 3 ha para

riego y temporal, respectivamente. El 58.06% de los productores no cuenta con tierra de riego; mientras que el 11.29% cuenta con superficie de riego mayor a 1 ha (Figura 4). La mayor parte de las tierras bajo riego son regadas con aguas del río Tlapaneco, y una pequeña proporción son irrigadas con agua de pequeños manantiales.

Cuadro 2. Características de las unidades de producción de Copanatoyac, Gro.

Variable	Hectáreas		
	Media	Mínimo	Máximo
Superficie total	1.6	0.3	4
Superficie de riego	0.41	0	2
Superficie de temporal	1.2	0	3

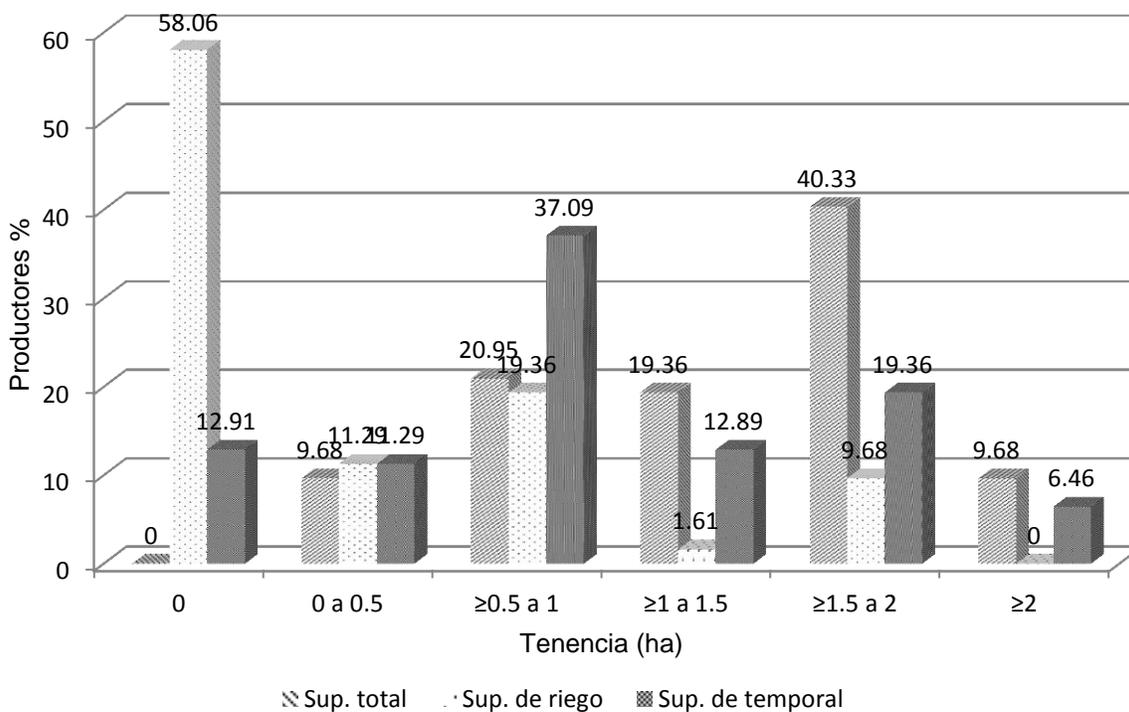


Figura 4. Tenencia de tierra total, de riego y de temporal de los productores de Copanatoyac, Gro.

6.2.2. Tipo de Propiedad de la Tierra

En la zona de estudio se encontró que sólo se presentan dos tipos de propiedad, la comunal y la privada. El 87.7% de la superficie de labor es propiedad comunal, mientras que el 4.5% es propiedad privada; en tanto que el 7.8% de la tierra cultivada es rentada por los usuarios (Figura 5).

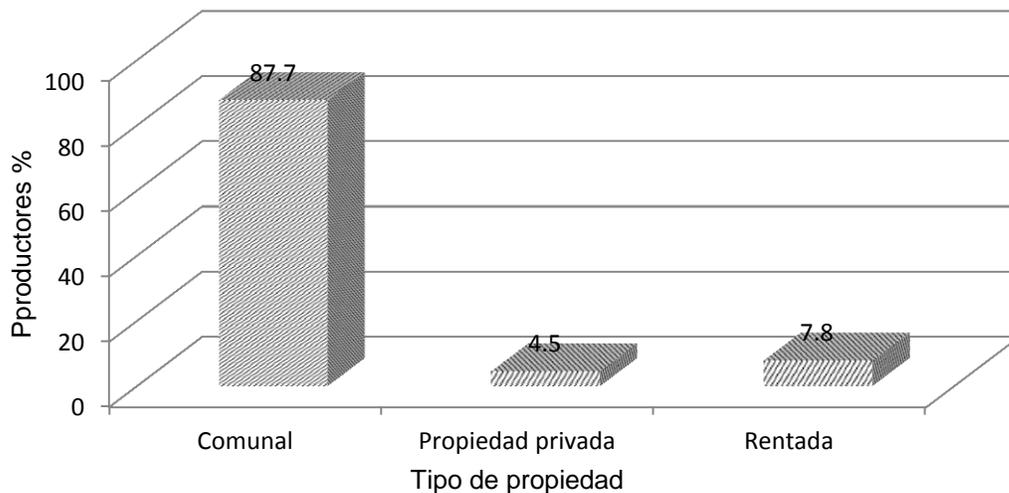


Figura 5. Distribución del tipo de propiedad de la tierra del municipio de Copanatoyac, Gro.

6.3. Cultivos Principales

Los productores evaluados producen 13 especies vegetales, de estos, el maíz, cebolla y frijol de mata son los de mayor importancia, el resto de las especies son sembradas de manera asociada o intercalada a estas tres especies.

Se encontró que el 11.29% de los productores producen los tres especies principales (maíz, cebolla y frijol de mata). El 38.71% produce maíz y cebolla, el 20.97% producen

maíz y frijol de mata, en tanto que el 27.42 y 1.61% producen sólo maíz y cebolla, respectivamente (Figura 6).

A continuación se aborda cada una de las tres especies de mayor importancia en la zona.

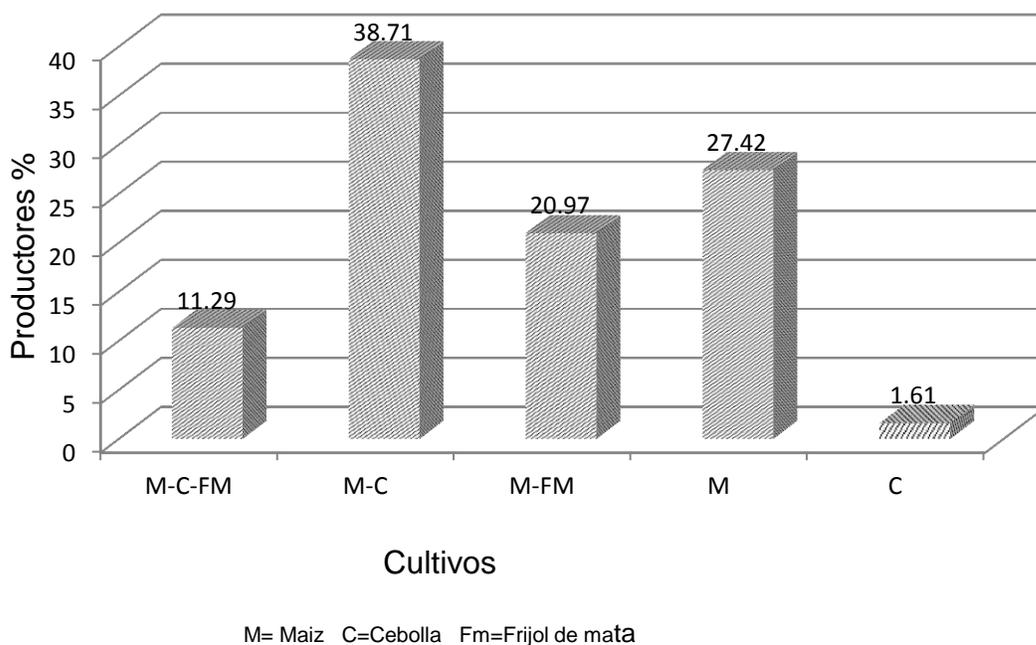


Figura 6. Principales cultivos del municipio de Copanatoyac, Gro.

6.3.1. Maíz

El maíz en el municipio de Copanatoyac, Gro., se cultiva bajo las modalidades de sistema convencional y sistema de tlacolol, la implementación de uno u otro sistema de producción depende de las condiciones del terreno y de las condiciones económicas del productor.

El caso de la agricultura convencional consiste básicamente en la utilización de tracción animal para el establecimiento del maíz, mientras que en la agricultura de tlacolol se utiliza principalmente fuerza de trabajo humano. La diferencia básica, además de la fuerza de trabajo, entre estos dos tipos de sistemas de producción es la preparación del terreno, las cuales se describirán en párrafos posteriores.

En la Figura 8 se presenta el calendario de actividades que se lleva a cabo en el maíz, así como de los cultivos con que se producen en la misma superficie de labor en el municipio de Copanatoyac, Gro. Se puede observar que el maíz se produce en dos ciclos, el de riego y el de temporal; el de riego se produce entre octubre y abril; en tanto que, el ciclo de temporal se produce de mayo a octubre.

El maíz es de gran importancia en la zona de estudio, ya que el 98.39% de los productores entrevistados lo producen, por ser la base de la alimentación de la población. La superficie que destinan en promedio para su cultivo es de 60.8% de la superficie de labor que disponen.

En promedio los productores destinan al maíz 0.98 ha, encontrando productores que cultivan sólo 0.3 ha, hasta aquellos que cultivan 3.5 ha. De la superficie que los productores destinan a la producción de maíz el 17.3% se encuentra bajo condiciones de riego, produciendo bajo esta condición el 16.89% de los productores (Cuadro 3).

Cuadro 3. Características de la producción de maíz en el municipio Copanatoyac, Gro.

Característica	Porcentaje
Productores que cultivan maíz (%)	98.39
Superficie destinada a producción de maíz (%)	60.8
Superficie bajo riego (%)	17.3
Superficie bajo temporal (%)	82.7
Productores que cultivan maíz bajo riego (%)	16.39
Productores que cultivan maíz temporal (%)	83.61

De los productores que cultivan maíz el 98.36% lo hace asociado con otros cultivos, en tanto que el 1.64% realiza la siembra como cultivo simple. En muchas regiones de México y del mundo los productores que disponen de poca superficie de labor le dan un mejor aprovechamiento de ésta, estableciendo en ellas sistemas de cultivos compuestos y/o múltiples, con los cuales obtienen mayores ingresos (Liebman, 1999; Avila, 2010).

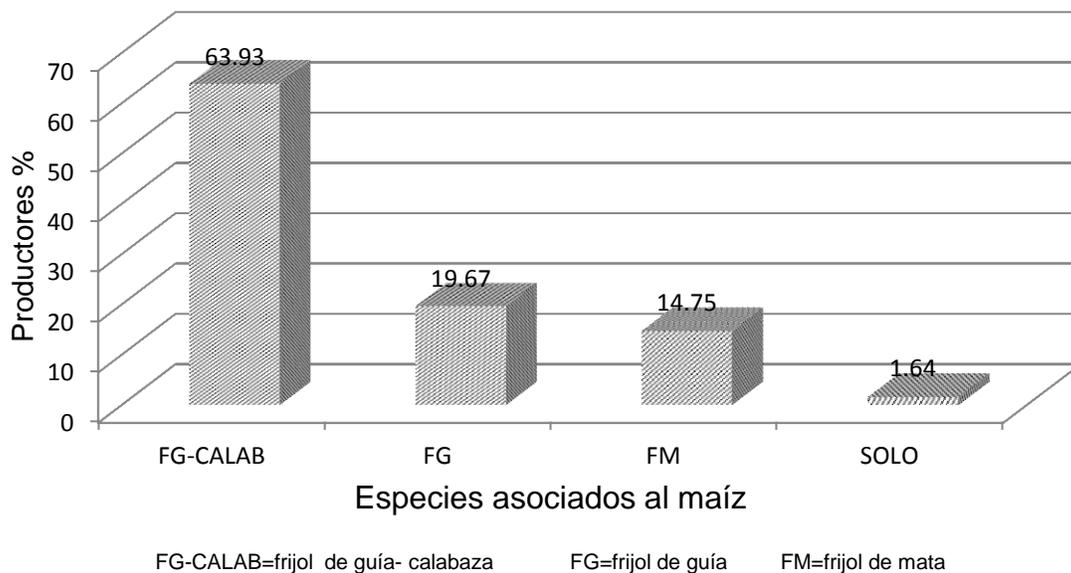


Figura 7. Porcentaje de productores y especies con que se asocia el maíz en el municipio de Copanatoyac, Gro.

En el área de estudio este cultivo se asocia principalmente con: frijol de guía, calabaza y frijol de mata. El 63.9% de los productores lo asocian con frijol de guía y calabaza, en tanto que el 19.7% lo hace sólo con frijol de guía y el 14.7% sólo con frijol de mata, mientras que el 1.61% lo produce como cultivo simple (Figura 7). La calabaza y el frijol de guía asociados con maíz se producen sólo en el ciclo de temporal, mientras que el frijol de mata se produce en los dos ciclos agrícolas.

6.3.1.1. Limpia de terreno

La primera actividad que se realiza para la siembra de maíz es la limpia del terreno, que consiste en remover los residuos agrícolas del cultivo anterior y malezas que se hayan desarrollado en el terreno. Esta actividad es realizada porque los productores tienen la creencia muy arraigada de que si no realizan esta actividad, se propiciará el desarrollo de plagas que dañan la raíz, tallo, hojas, jilote y mazorca del cultivo, por lo que el rendimiento de maíz será muy bajo.

En caso de que haya malezas en terreno, la limpia es realizada 15 días antes de la preparación del terreno, pero si en el terreno sólo se encuentran residuos de la cosecha anterior, es realizada un día antes.

6.3.1.2. Preparación de terreno

En la región de estudio los productores practican los sistemas de producción convencional y el tlacolol, que difieren en los métodos de preparación del terreno. En el sistema convencional los productores utilizan yunta para la preparación del terreno, mientras que en el sistema tlacolol la preparación del terreno se realiza de manera manual con la utilización de zapapico o espeque.

A continuación se describe la preparación del terreno de cada uno de los sistemas de producción de maíz.

6.3.1.2.1. Agricultura convencional

La preparación del terreno bajo el sistema de producción convencional puede realizarse bajo dos modalidades a) barbecho y surcado y b) rayado.

Una de las condiciones para realizar la preparación del terreno en la agricultura convencional, en cualquiera de sus dos modalidades, es que el terreno donde se cultivará el maíz no debe tener mucha pendiente y debe de estar libre de árboles o vestigios de éstos, para que el tránsito de la yunta sea más fácil y la preparación del suelo se agilice.

6.3.1.2.1.1. Barbecho y surcado

Barbecho. Esta práctica consiste en pasar el arado, jalado por la yunta, de manera perpendicular a la pendiente del terreno si la hubiera o siguiendo el contorno del surcado del cultivo anterior, las veces que sea necesario hasta lograr mullir el suelo.

Surcado. Una vez que el suelo ha sido mullido se lleva a cabo el surcado, que se realiza con el paso doble de un arado de vertedera de un ala jalado por una yunta. En la región el ancho de surco para la producción de maíz es entre 60 y 80 cm.

6.3.1.2.1.2. Rayado

En la modalidad de rayado en la preparación del terreno, no se realiza el mullido del suelo. Esta práctica consiste en pasar dos veces el arado de vertedera sobre el lomo del surco establecido en el ciclo anterior. Para ello pasan el arado primero en una dirección y después en el mismo lugar pero en dirección opuesta a la primera pasada, realizando de esta forma la apertura del surco donde se depositará la semilla. Actualmente, la mayoría de los productores realiza esta práctica por ser la más económica.

6.3.1.2.1. Agricultura de tlacolol

Este tipo de agricultura en otras regiones es conocido como roza–tumba–quema. Se caracteriza por practicarse en terrenos con pendientes irregulares y por la utilización principalmente de fuerza de trabajo humana.

Los terrenos que se dedican a este tipo de agricultura, se dejan descansar cada cierto periodo de años con la finalidad de que el terreno recupere su fertilidad. El tiempo que los productores mantienen en producción el terreno y el tiempo de descanso depende del conocimiento de cada productor. Dichos conocimientos se basan en la cantidad producida por ciclo agrícola, capacidad de regeneración de los árboles talados en el terreno, grado de erosión del suelo, fertilidad del suelo, grado de infestación por plagas y especies cultivadas en el terreno, entre otros indicadores, sin embargo, el más importante para los productores es la producción obtenida de maíz.

La preparación del terreno en el sistema tlacolol, consta de tres etapas: a) la roza, b) la tumba y c) la quema.

La roza consiste en chaponear o eliminar toda la vegetación arbustiva o semiarbustiva presente en el terreno, en tanto que la tumba consiste en cortar a una altura aproximadamente de 80 cm del suelo a toda la vegetación leñosa presente en el terreno, con la finalidad de que el tocón que se deja de los árboles retoñen. A los árboles jóvenes que se encuentran en el terreno y que aún no tienen su madera leñosa, solamente se podan, eliminando sus ramas para que no interfieran en el desarrollo del cultivo.

Para decidir si podar o derribar el árbol, el productor considera la capacidad regenerativa y el tamaño o edad del árbol.

Las actividades de roza y tumba generalmente se realizan uno o dos meses antes de establecer el cultivo para permitir que la vegetación eliminada se seque.

La quema consiste en incendiar los residuos vegetales que se han eliminado del terreno; se realiza una vez que los residuos vegetales se han secado.

Cabe hacer mención que aun cuando se sabe que el tlacolol consiste en la roza – tumba – quema, actualmente en los terrenos donde se practica este sistema existe un desequilibrio, puesto que los productores jóvenes no toman en cuenta los conocimientos transmitidos de sus predecesores. Han estado introduciendo nuevas prácticas que inciden directamente en la recuperación de la cubierta vegetal cuando el

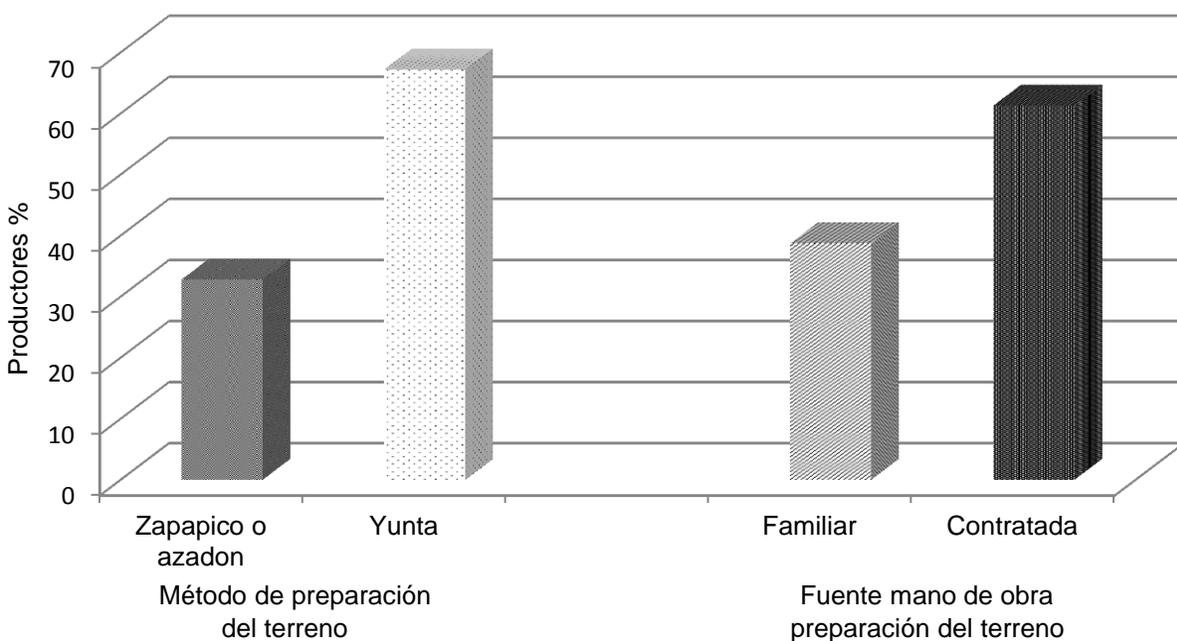


Figura 9. Método de preparación de terreno y fuente de mano de obra en el cultivo de maíz del municipio de Copanatoyac, Gro.

terreno se deja en reposo, o bien, utilizan espacios donde no existen condiciones para practicar este sistema de producción, dando como resultado pérdida de suelo, de vegetación y poca o nula producción.

El método manual con zapapico o espeque se realiza principalmente en terrenos con pendiente o pedregosos, donde la yunta no se puede utilizar. Este método consiste en

remover sólo la porción de tierra donde se depositará la semilla y los cultivos que se asociarán, si es el caso. Es practicado por el 32.79% de los productores, en tanto que la preparación del terreno con yunta es realizado por el 67.21% de los productores. Para realizar esta labor, el 38.7% de los productores lo realiza con mano de obra familiar o yunta propia, mientras que el 61.7% contrata, ya sea mano de obra o yunta para realizar la actividad (Figura 9).

6.3.1.3. Siembra de maíz

La siembra del maíz se realiza manualmente, depositando entre cuatro a cinco semillas por golpe o mata, a una distancia entre cada mata de 40 y 60 cm. La siembra se realiza generalmente en el mes de junio cuando inicia la temporada de lluvias y en el mes de octubre cuando la siembra es bajo riego.

Como ya se mencionó, el cultivo de maíz se produce en dos ciclos en los cuales el 78.7% de los productores utiliza semilla criolla local mientras que el 21.3% utiliza genotipos mejorados. La siembra se realiza manualmente utilizando el método denominado “tapa pie”, que consiste en depositar la semilla en el fondo del surco para posteriormente agregarle tierra con el pie. En esta actividad, la gran mayoría de los productores (83.6%) la realiza con mano de obra familiar, mientras que el 16.4% contrata la mano de obra para realizarla.

Algo que cabe resaltar es que un gran número de productores utiliza semilla criollas, ya sea porque no dispone de recursos para adquirir la semilla de materiales mejorados o bien porque las características de estos últimos no le satisfacen, como lo mencionan Márquez *et al.* (2000), quienes señalan que los materiales mejorados no son adoptados en su totalidad por los productores, debido a que las características de planta y mazorca de éstas no les satisfacen. Sin embargo, este hecho es algo bueno, ya que ayuda a mantener la diversidad de materiales y permite que estos no se pierdan; pero

es necesario realizar estudios sobre la diversidad de los maíces criollos de la zona e implementar un programa de rescate y mejoramiento de estos.

6.3.1.4. Labores del cultivo de maíz

Los productores de la zona de estudio una vez que han sembrado el maíz le realizan diversas actividades, entre las que se encuentran los aporques, control de malezas, fertilización, control de plagas y enfermedades y zacateo, las cuales se describen a continuación.

6.3.1.4.1. Aporque

El aporque es una actividad que se realiza a los cultivos para arrimar tierra con la finalidad de provocar que estos tengan un mejor anclaje, en el caso de maíz ayuda a que éste no se acame, además con este tipo de labor se da un control de malezas. En la región, el 45.9% de los productores realiza sólo un aporque, el 18.0% hace dos, en tanto el 3.3 % realiza cuatro labores culturales o aporques, el resto de los productores (32.8%) no realiza ninguno (Figura 10). Esta actividad es realiza de manera manual con la ayuda de zapapico o espeque, por el 38.1% de los productores, mientras que el 65.9% lo hace con tracción animal. Esta actividad es realizada aproximadamente a los 30 y 60 días después de la siembra.

6.3.1.4.2. Control de malezas

El control de las malezas en el maíz lo realiza el 100% de los productores, el 51.7% controla las malezas sólo una vez, mientras que el 48.3% lo hace dos veces (Figura 10). El 78.7% de los productores la realiza de manera manual, en tanto que el 21.3% lo hace por métodos químicos, con la aplicación principalmente de paraquat.

El control de la maleza por métodos químicos se realiza a partir de que la milpa tiene entre 15 y 20 centímetros de altura, debido a que el herbicida que utilizan no es selectivo, para la aplicación del herbicida y proteger a los cultivos, los productores colocan en la boquilla del aspersor una campana hecha con los cuellos de botella de refrescos, tratando de que el productos no toque al cultivo. No existe un control en el número de aplicaciones y está depende principalmente de la incidencia de malezas.

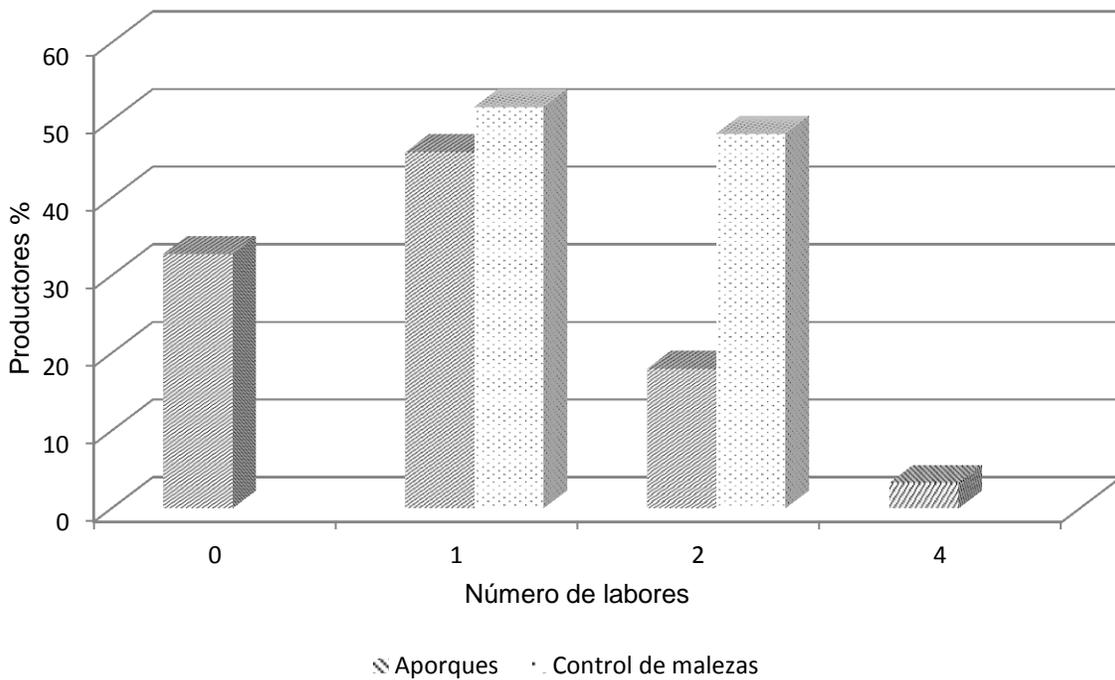


Figura 10. Número de aporques y control de malezas que se realizan al cultivo de maíz en el municipio de Copanatoyac, Gro.

6.3.1.4.3. Fertilización

En el municipio de Copanatoyac, Gro. los productores fertilizan en dos ocasiones al cultivo de maíz. La primera se realiza aproximadamente a los quince o veinte días después de haber emergido la milpa y la segunda 30 días después de la primera

aplicación, sin embargo, se encontró que algunos productores realizan la segunda aplicación cuando la milpa se encuentra en vela o en espiga, pues se tiene la creencia de que esto favorecerá a la planta a dar mejores frutos.

En la región de estudio, los productores sólo aplican nitrógeno, utilizando como fuente de fertilización al sulfato de amonio. En promedio los productores fertilizan al maíz con 82.3 kg de nitrógeno por hectárea, sin embargo, se encuentran desde aquellos productores que aplican sólo 27.9 kg de N ha⁻¹, hasta los que aplican 297.3 kg de N ha⁻¹. La fertilización promedio de N que los productores aplican bajo condiciones de temporal es de 82.8 kg ha⁻¹ y en riego es de 67 kg ha⁻¹.

La recomendación de fertilización regional para condiciones de temporal es la fórmula 90-60-00 de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente y para riego es la fórmula 120-90-00 de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente. Si comparamos con los datos obtenidos en el estudio tenemos que la fertilización promedio en temporal está muy cercana a la recomendación regional de N, sin embargo, al no aplicar fósforo el cultivo esta subfertilizado. Sin embargo, se debe tener cuidado ya que un gran porcentaje de los productores (76.9%) aplican cantidades inferiores a la dosis recomendada y el 23.1% de los productores aplica mayores cantidades (Figura 11).

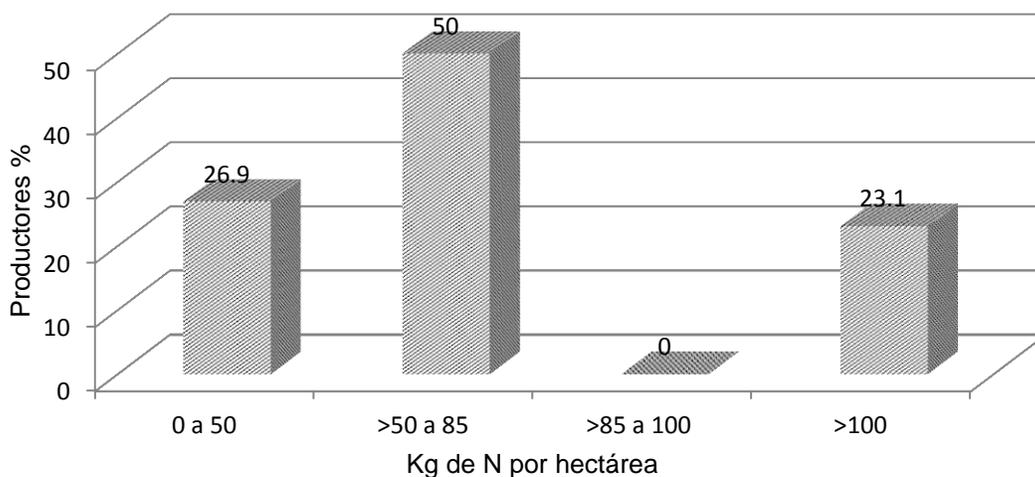


Figura 11. Nitrógeno por hectárea aplicado al cultivo de maíz de temporal en el municipio de Copanatoyac, Gro.

Por otro lado, los productores que producen maíz en condiciones de riego en promedio aplican 67 kg de N ha⁻¹, y de éstos sólo un productor aplica una cantidad muy cercana (123 kg de N ha⁻¹) al nitrógeno recomendado para la producción, mientras que otro sobrefertiliza al cultivo, ya que aplica 44 kg de nitrógeno más que el recomendado. El 76.9% de los productores aplica cantidades inferiores a la recomendada.

6.3.1.4.4. Control de plagas y enfermedades

En la región de estudio el cultivo de maíz es atacado por una serie de plagas entre las que destacan: gusano elotero, barrenador del tallo, gusano cogollero y la gallina ciega. De acuerdo a los productores el tipo de plagas más importante son las que invaden al sistema radicular, como la gallina ciega, considerándola como la plaga principal el 50.9% de los productores, siguiéndole en importancia las plagas que atacan al follaje y tallo, como el gusano cogollero y barrenador del tallo, a las que el 25.4% de los productores las consideran como las más importantes, mientras que el 13.6% de los productores consideran a ambos tipos de plagas (la gallina ciega, el gusano cogollero y barrenador del tallo) como las plagas de mayor importancia que atacan al maíz, en tanto que sólo el 6.7% de los productores considera que el gusano elotero es la plaga más importante en este cultivo (Figura 12).

El control de las plagas sólo la realiza el 8% de los productores con la aplicación de agroquímicos que adquieren en la ciudad de Tlapa.

6.3.1.4.5. Zacateo

El zacateo consiste en el corte de las hojas de la parte inferior de la planta de maíz y la punta de ésta, cortándola a partir de la inserción de la mazorca superior, se realiza con la finalidad de que el secado de la mazorca sea más rápido.

En las siembras de temporal el zacateo se realiza a finales del mes de octubre y principios del mes de noviembre, mientras que en riego se realiza en el mes de febrero.

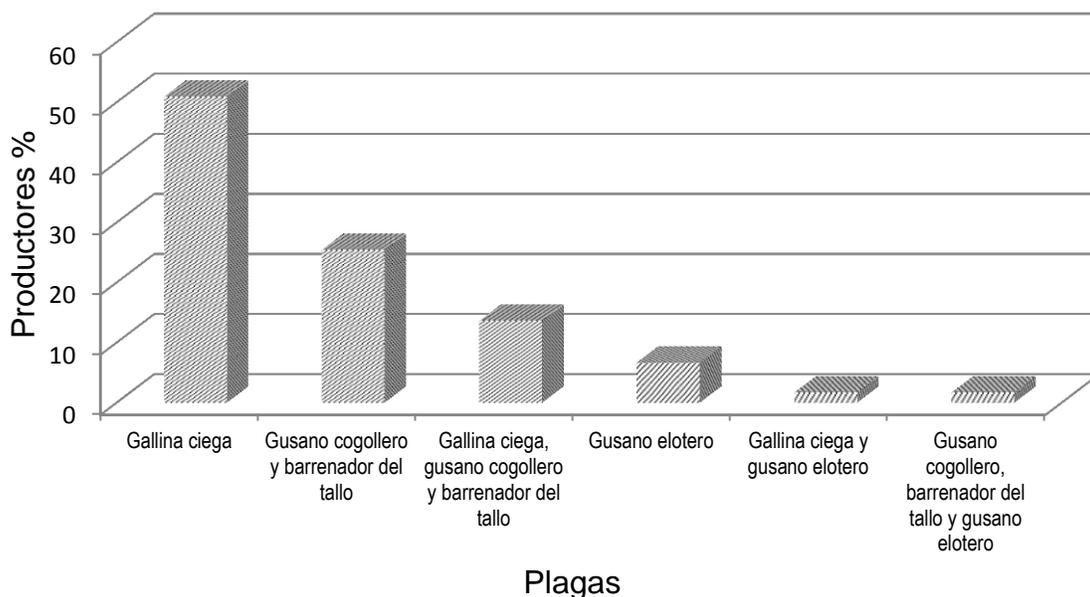


Figura 12. Principales plagas que atacan al cultivo de maíz en el municipio de Copanatoyac, Gro.

6.3.1.5. Cosecha

Para el ciclo de producción de temporal la cosecha se realiza en los meses de noviembre y diciembre, mientras que las siembras de riego esta se realiza en el mes de marzo.

Esta actividad la realizan de manera manual, utilizando en promedio 7.2 jornales por hectárea. El 55.7% de los productores la realiza con mano de obra familiar, mientras que el 44.3% la realiza con mano de obra contratada.

6.3.1.6. Rendimiento

El rendimiento promedio de maíz que se encontró en condiciones de riego fue de 0.8 t ha⁻¹ mientras que en temporal fue de 0.7 t ha⁻¹, estos rendimientos son inferiores en 69.6% y 48.9% a los rendimientos reportados por SAGARPA-SIAP, (2010) para el Distrito de Desarrollo Rural de Tlapa bajo riego y temporal respectivamente.

Al comparar los rendimientos obtenidos en la zona de estudio, con los rendimiento promedio de maíz obtenido a nivel estatal y nacional de riego, se encontró que estos son inferiores en 78.9% y 89.5% a los obtenidos a nivel estatal y nacional, respectivamente.

Estos resultados son reflejo del bajo nivel tecnológico que los productores del municipio de Copanatoyac, Gro. aplican al cultivo de maíz. Nos muestran que es necesario realizar acciones, tales como generación y promoción de tecnologías, que ayuden a incrementar los rendimientos de maíz.

6.3.1.7. Destino de la producción

En la Figura 13, se muestra la relación entre el número de productores y la cantidad de maíz que destinan para autoconsumo en el municipio de Copanatoyac, Gro. Podemos determinar que los productores de la zona de estudio destinan al autoconsumo en promedio el 85.9% del maíz que producen. Sin embargo, se encontró que el 1.64% de los productores vende la totalidad de su producción, el 63.93% consume el 100% del maíz que produce. Estos resultados indican que la producción de maíz es principalmente para autoconsumo.

Los productores que venden el grano de maíz en promedio lo hacen a un precio de \$5.30, encontrando un rango de venta desde los \$4.00 a \$7.00, esta variación en el

precio depende de la época en que se realiza la venta, vendiéndose a menor precio en los meses próximos a la cosecha.

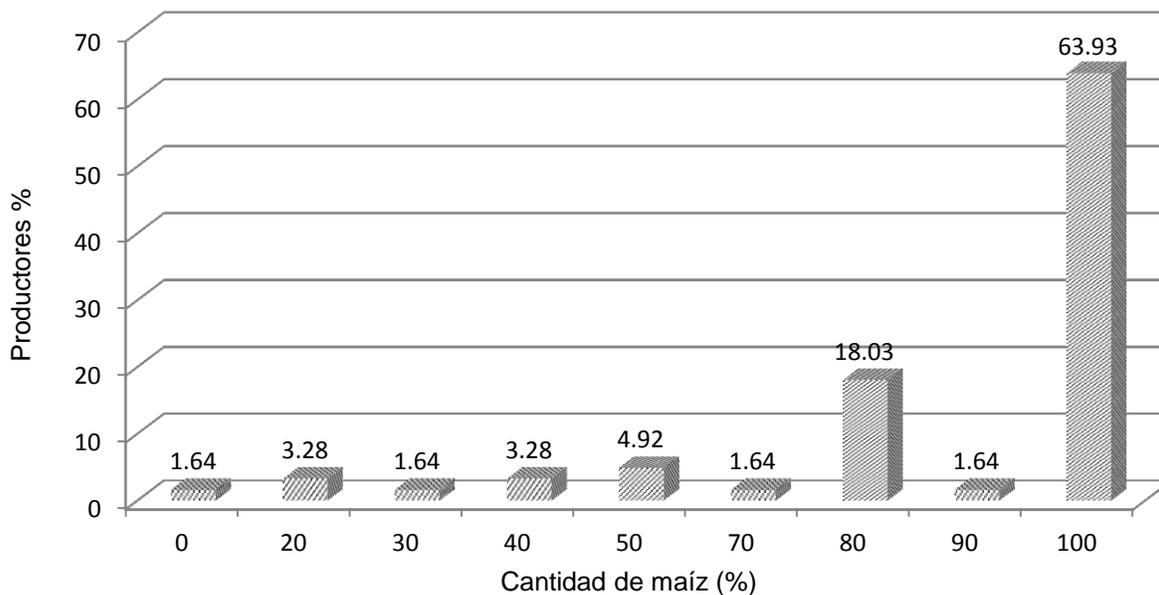


Figura 13 . Cantidad de maíz destinada al autoconsumo en el municipio de Copanatoyac, Gro.

6.3.1.8. Especies cultivadas en la misma superficie del maíz

Algunos productores del municipio de Copanatoyac, Gro., producen maíz con frijol de guía, calabaza y/o frijol de mata, ocupando la misma superficie de labor. A continuación se describen las especies que se cultivan en la misma superficie de labor con el maíz.

6.3.1.8.1. Frijol de guía

El frijol de guía se cultiva sólo en el ciclo de temporal y se siembra en el mismo momento en que se siembra el maíz, depositando una semilla de frijol en cada mata de

maíz. El frijol de guía es cultivado en asociación con el maíz por el 83.6% de los productores, del cual obtienen ejote y grano.

La cosecha de frijol de guía inicia con la recolección del ejote entre los meses de septiembre y principios de octubre, en tanto que la cosecha de grano se realiza a finales del mes octubre.

El rendimiento promedio de ejote en la región de estudio es de 290.8 kg ha^{-1} , sin embargo, se encuentran productores que obtienen hasta 900 kg ha^{-1} . En la producción de grano de frijol de guía en promedio obtienen 40.7 kg ha^{-1} , encontrando producciones máximas de 100 kg ha^{-1} .

6.3.1.8.2. Calabaza

Al igual que el frijol de guía, la calabaza sólo se cultiva en el ciclo de temporal y es producida por el 63.93% de los productores. Los productores identifican tres tipos de calabaza a las cuales denominan: Tamalayota o Temalayota, Huitzayota y Pachayota, las cuales tienen características particulares que no se mencionaron en el presente estudio.

La calabaza se establece al momento en que se siembra el maíz, se realiza a una distancia entre matas que varía entre los 3 y 10 m. De la calabaza los productores de la zona aprovechan la flor, la semilla y la pulpa.

La recolección de la flor se da en el mes de septiembre, en tanto que el fruto se cosecha en el mes de noviembre.

El rendimiento promedio de calabaza que se obtiene en la zona es de 4848 kg ha^{-1} , en los cuales obtienen aproximadamente 726 kg de semilla.

Una vez que se ha extraído la semilla de la calabaza además del dulce que se elabora en los días de muertos, la pulpa de calabaza es utilizada como forraje para el ganado.

6.3.1.8.3. Frijol de mata

El frijol de mata se produce tanto en el ciclo de temporal como en el de riego, pero es más frecuente en el ciclo de riego, en el cual se puede sembrar en dos periodos. La fecha de siembra en el ciclo de temporal se es en la segunda quincena del mes de julio y la primera de agosto, en tanto que en riego, ésta se realiza en el momento de la siembra del maíz o en la segunda quincena de diciembre. En el ciclo de temporal este cultivo no se puede sembrar al momento en que se siembra el maíz, que es el inicio de las lluvias, debido a que maduraría antes que el maíz, cuanto aún llueve mucho, por lo que sería muy difícil cosecharlo y se pudriría en el campo.

La siembra del frijol de mata se realiza de manera intercalada con el maíz, estableciendo dos surcos de frijol de mata entre los surcos de maíz, depositando cada 15 centímetros de 4 a 5 semillas.

Al igual que el frijol de guía, del frijol de mata se obtiene tanto ejote como grano. El rendimiento promedio fue de 500 kg ha^{-1} de ejote, encontrando productores que obtienen desde 300 hasta los 900 kg ha^{-1} . El rendimiento promedio en la producción de grano es de 34.4 kg ha^{-1} encontrando rango desde 15 hasta 50 kg ha^{-1} .

6.3.2. Cebolla

El municipio de Copanatoyac, Gro. es reconocido a nivel regional por la producción de cebolla. La cebolla es de gran importancia en el municipio; en la Figura 14 se presenta el calendario de actividades que se lleva a cabo en la cebolla, así como de las especies sembrados en la misma superficie de labor. Se puede observar que la cebolla se cultiva

en dos ciclos, uno de ellos es el que se trasplanta en el mes de junio y se produce bajo condiciones de temporal y el otro en los meses de septiembre y octubre que se produce bajo condiciones de riego.

La cebolla es cultivada por el 51.61% de los productores, los cuales destinan el 41.3% de la superficie de labor que disponen para producir este cultivo, de la cual el 53.15 se encuentra bajo condiciones de temporal y el 46.9% bajo riego (Cuadro 4).

De los productores que siembran cebolla, el 31.25% lo hace como cultivo simple y el resto como cultivo compuesto, asociado principalmente con: pápalo, cilantro, rábano, fraile y chile. De estos últimos, el 51.6% lo asocia con pápalo, cilantro y rábano; el 25.8% con pápalo y cilantro; mientras que, el 3.2% lo cultiva asociado con cilantro y cilantro y chile (Figura 15).

Cuadro 4. Características de la producción de cebolla en el municipio de Copanatoyac, Gro.

Característica	%
Productores que cultivan cebolla	51.6
Producción en temporal	53.1
Producción en riego	46.9
Producción como cultivo simple	31.3
Producción como cultivo compuesto	68.7

6.3.2.1. Establecimiento del almácigo de cebolla

Para la producción de cebolla en temporal (junio a septiembre) el almácigo se establece entre el 28 de abril y el 10 de mayo; en tanto que para la producción de cebolla en condiciones de riego (septiembre-febrero) el almácigo se establece del mes de julio a septiembre. Como puede verse, estos periodo son muy amplio, debido a que el

productor espera hasta que cosecha lo que tiene en el terreno para establecer el almácigo

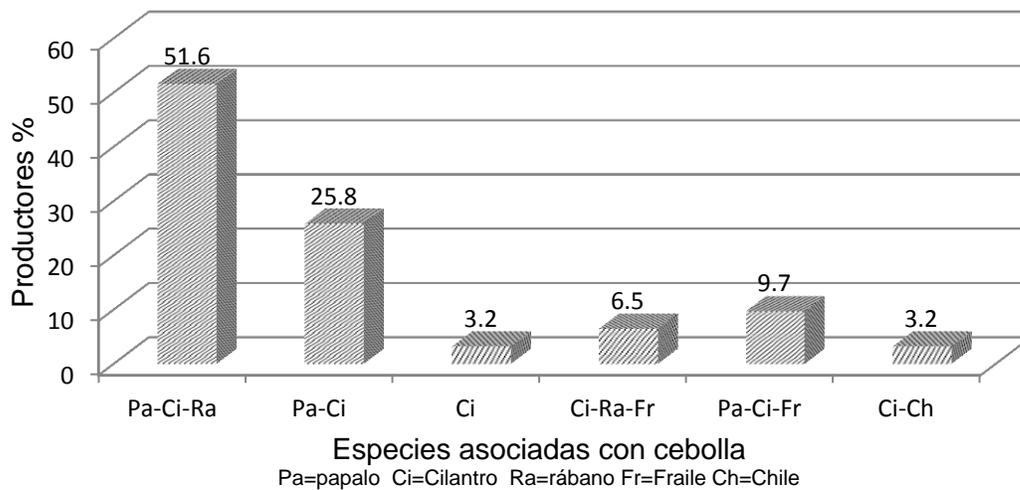


Figura 15. Especies asociadas a la cebolla en el municipio de Copanatoyac, Gro.

6.3.2.1.1. Elección y preparación del sitio para almácigo

Para el establecimiento del almácigo los productores preferentemente buscan sitios con sombra, suelo libre de piedras y suelto, de preferencia buscan lugares que contengan suelos que localmente se le denomina “lama”, que son sedimentos de suelo traídos por corrientes de agua y que son depositados en las orillas de los arroyos o ríos.

Los almácigos son preparados en camas con un ancho de 0.8 a 1.0 m y el largo dependerá de la cantidad de planta que el productor requiera. A lo largo de la cama, el productor realiza algunas divisiones cada dos o tres metros, con la finalidad de facilitar el riego o en su defecto, cuando llueve facilitar la eliminación del exceso de agua.

La preparación de la cama de siembra inicia aflojando el suelo con pico y pala. Una vez flojo, los productores agregan tierra “lama”, estiércol de chivo u hormiga. La proporción que los productores aplican de cada uno de estos elementos depende básicamente de

las características del suelo donde se establecerá el almácigo y de la disponibilidad de estiércol de chivo u hormiga o de recursos económicos para adquirirlos.

6.3.2.1.2. Siembra

El 37.9% de los productores utiliza semilla criolla; mientras que el 62.1% utiliza semilla mejorada, que es adquirida en la ciudad de Tlapa.

La siembra de la cebolla se realiza al voleo, distribuyendo la semilla uniformemente. Una vez distribuida la semilla sobre la cama de siembra, ésta se tapa con una capa delgada de tierra “lama”. Los productores mencionan que si la tapan con otro material la semilla no logra emerger. Para proteger el almácigo, este se cubre principalmente con hojas de plátano, o cualquier otro material vegetal que permita que el agua de riego o lluvia penetre. Este material es retirado a los ocho días después de la siembra.

Cuando el almácigo se establece en el período de lluvias, además de la cubierta con material vegetal, algunos productores utilizan plástico, colocándolo entre 20 y 30 cm de altura del nivel del suelo.

Desde el momento de la siembra, los productores riegan el almácigo dos veces al día, aplicando la cantidad necesaria de agua, la que depende de la edad de la plántula, y si ha llovido o no.

6.3.2.2. Preparación de terreno para trasplante

Las actividades que se realizan para preparar el terreno donde se establecerá de manera definitiva el cultivo de la cebolla, consta de la recolección de la limpia del terreno, preparación del terreno y surcado.

6.3.2.2.1. Limpia del terreno

La limpia del terreno consiste en la recolección de residuos vegetales, la cual se realiza de manera manual, sacando del terreno todos los residuos vegetales que se encuentren en el área donde se plantará la cebolla.

6.3.2.2.2. Preparación del terreno

La preparación del terreno consiste en mullir el suelo con la finalidad de establecer condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo (Escalante, *et al.* 2007). Los productores de cebolla de Copanatoyac, Gro. lo realizan una vez que han eliminado los residuos vegetales del terreno. Esta actividad es realizada con el uso de tracción animal por el 96.9% de los productores que cultivan cebolla, y el 3.1% lo realiza con el método de espeque o zapapico. Por otro lado, el 96.9% de los productores contrata mano de obra para que realicen la actividad.

6.3.2.2.3. Surcado

El surcado para el trasplante de la cebolla se realiza con el paso doble de un arado de vertedera de un ala jalado por una yunta. En la región el ancho de surco para establecer este cultivo es entre 40 y 50 cm.

6.3.2.3. Trasplante de las plántulas de cebolla

Los productores del municipio de Copanatoyac, Gro. trasplantan las plántulas de cebolla aproximadamente un mes después de que se realizó la siembra en el almácigo; para lo cual, sacan la plántula, cuidando no dañarla, con ayuda de una herramienta

local llamada “cojtokoni”, que es una vara con punta que los mismos productores elaboran. Esta labor la realizan por la tarde del día anterior a realizarse el trasplante.

Una vez que se ha sacado la plántula del almácigo, los productores eliminan la tierra de la raíz, si no lo hacen, se pudren y al día siguiente ya no son útiles para trasplantarse.

El trasplante se realiza de manera manual, a doble hilera por surco, la distancia entre plántulas varía entre 10 y 15 cm. En condiciones de temporal, esta actividad se inicia en la última semana del mes de junio, mientras que en la producción de riego inicia en la segunda semana del mes de septiembre.

Para realizar el trasplante, el 51.6 % de los productores lo hace con mano de obra familiar, el resto lo realiza principalmente con mano de obra contratada.

6.3.2.4. Labores al cultivo de cebolla

Al cultivo de la cebolla los productores le realizan diversas actividades entre las que se encuentran el control de malezas, fertilización y control de plagas y enfermedades, las cuales se describen a continuación.

6.3.2.4.1. Control de malezas

El control de malezas inicia normalmente a los 15 días después de que se ha realizado el trasplante. El número de labores de control de malezas depende de la incidencia de éstas en el cultivo, en promedio se realizan 2.5 deshierbes durante el ciclo de cultivo de la cebolla, encontrando valores desde 1 a 5 deshierbes. El 53.6% de los productores de cebolla realizan tres deshierbes, en tanto que, el 3.6% realiza 5 deshierbes y el 10.7% realiza sólo un deshierbe (Figura 16).

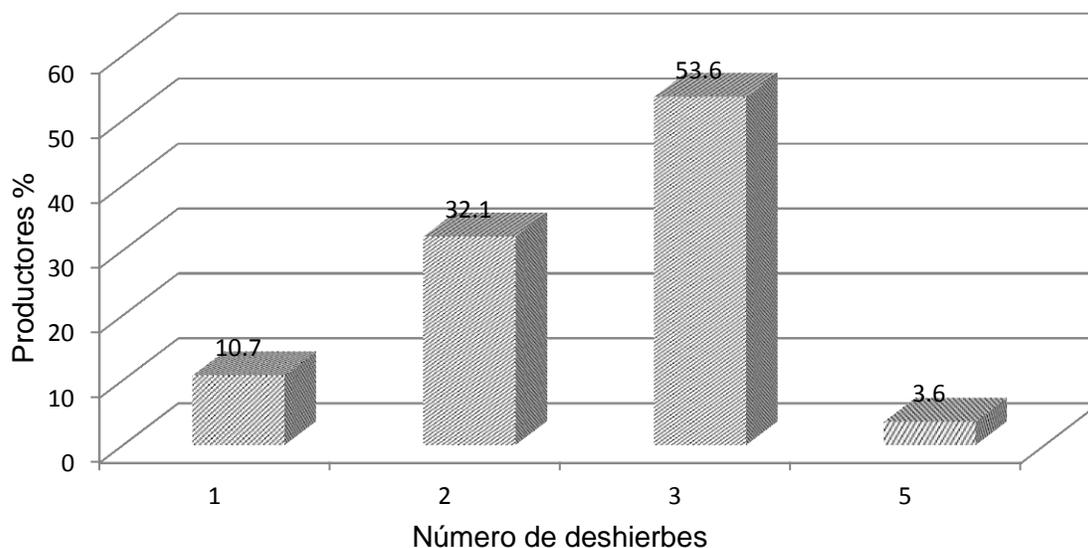


Figura 16. Número de deshierbes en el cultivo de cebolla del municipio de Copanatoyac, Gro.

De manera general los deshierbes están relacionados con el establecimiento de los cultivos asociados (cilantro, rabanito, pápalo, fraile, chile), puesto que para un buen establecimiento de estos cultivos es necesario que el terreno esté libre de malezas.

El 89.7% de los deshierbes son de manera manual, mientras que el 10.4% utiliza agroquímicos. La razón de que el mayor porcentaje de productores controle las malezas de forma manual está muy relacionado con la producción de la cebolla de manera asociada, y el agroquímico pudiera afectar a los cultivos secundarios.

6.3.2.4.2 Aplicación de Fertilizantes

Los productores de la región de estudio realizan la fertilización de la cebolla de manera empírica, al no disponer de recomendaciones para la zona de este cultivo. Los productores reportaron que aplican en promedio 89.4 kg ha^{-1} de urea utilizando como fuente de fertilización al sulfato de amonio, sin embargo, se encuentran valores muy extremos, el 10.3% de los productores no fertiliza, mientras que el 6.9% fertiliza al

cultivo con 205 unidades de nitrógeno (Figura 17). La cantidad de fertilizante que aplican lo hacen en tres aplicaciones, espaciadas 30 días entre cada una de ellas, realizando la primera aproximadamente a los 15 días después del trasplante.

Para otras regiones productoras de cebolla en el país la recomendación de fertilización es muy variada, INIFAP (2008) reporta que para el Bajío se recomienda la fórmula 250-100-200 para nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente, Nava et. al (2004) mencionan que en el estado de México se recomienda la fórmula 120-80-60 de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente, en tanto que Álvarez (2011) reporta que la recomendación para Morelos y Chihuahua es la fórmula 150—80 y 160-80 de nitrógeno y fósforo, respectivamente.

El promedio con las recomendaciones arriba señaladas, es la fórmula 170-85-65 de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente la cual puede ser la recomendación para la zona de estudio, tenemos que la cantidad promedio de nitrógeno que aplican los productores es inferior en 47.4%.

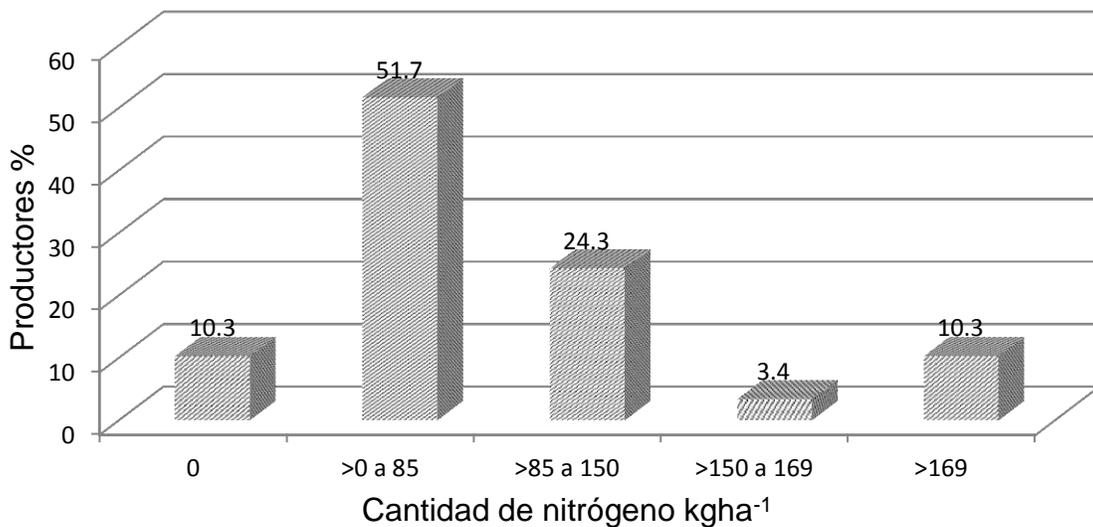


Figura 17. Fertilización nitrogenada en el cultivo de cebolla del municipio de Copanatoyac, Gro.

Por otro lado, en la Figura 18 se observa que el 89.7% de los productores aplica menor cantidad promedio obtenida de la recomendación en diferentes regiones productoras de cebolla del país. Además, tenemos que el 51.7% de los productores aplica 85 kg ha^{-1} de nitrógeno o menos.

En cuanto a la fertilización con fósforo y potasio ningún productor los aplica, por lo que de manera general la producción de cebolla del área de estudio está subfertilizada y por lo tanto, no se cultiva adecuadamente, de ahí que hay la necesidad de capacitar a los productores para que fertilicen su cultivo, no sin antes determinar por medio de la investigación la dosis óptima de fertilizante, ya sea químico u orgánico, para este cultivo.

6.3.2.4.3. Control de plagas y enfermedades

Las plagas y enfermedades que atacan al cultivo de cebolla en la región, de acuerdo a los productores, no implican un problema grave que afecte el rendimiento del cultivo.

En el caso de enfermedades ningún productor reporta alguna, quizás esto se debe a que en realidad no haya incidencia de alguna enfermedad en el cultivo, desconozcan éstas, o bien que no se haya presentado alguna infestación que rebase el umbral económico y por lo tanto, los productores no se preocupan en conocer que está afectando al cultivo y controlarla.

En relación a las plagas, los productores indican la incidencia de insectos que atacan al follaje principalmente, entre las cuales se encuentran los trips, pulgones y mosquita blanca. Éstas son controladas con agroquímicos que adquieren en la ciudad de Tlapa. No existe una recomendación específica en cuanto a dosis de los productos, y aplican la cantidad que el vendedor del producto les indica, la cual es dada en tapas del envase del producto o cucharas. Esta situación es grave ya que muchos expendedores de los productos elevan las dosis con la finalidad de vender mayores cantidades,

ocasionando con ello contaminación ambiental; por lo que es necesario capacitar a los productores en que se apliquen las dosis recomendadas de cada uno de los productos.

6.3.2.5. Cosecha

Para la producción de temporal, la cosecha se realiza entre los meses de septiembre y noviembre, y para la cebolla que se produce en condiciones de riego la cosecha se realiza entre los meses de febrero y marzo. El período de cosecha en los dos ciclos es muy amplio, esto se debe a que los productores cosechan de acuerdo a las demandas del mercado, tratando de no saturarlo y obtener mejores precios por su producto; además, que sólo cosechan los días viernes y sábado, por ser los días de tianguis que existen en la región: el sábado en Tlapa y el Domingo en Copanatoyac, siendo las únicas plazas donde los productores comercializan su producto.

La cosecha de cebolla se realiza manualmente y emplean en promedio 14.5 jornales ha^{-1} , encontrando desde aquellos productores que emplean sólo 4 jornales hasta los que utilizan 32 (Figura 18). Esta diferencia tan grande en el número de jornales que se emplean en la cosecha, ésta en función del tiempo en que tardan en cosechar, empleando mayor cantidad de jornales aquellos que en menor número de cortes cosecha.

6.3.2.6. Rendimiento

En relación al rendimiento de cebolla los productores entrevistados reportan que obtienen un rendimiento promedio de 13.9 tha^{-1} en ambas condiciones de humedad. Este rendimiento es inferior en 35.6 y 51.4% a los rendimientos promedio nacionales del año agrícola 2010 bajo condiciones de temporal y riego, respectivamente (SAGARPA-SIAP, 2010). A nivel estatal, en ese mismo año, sólo se reporta producción de cebolla bajo condiciones de riego, y el rendimiento promedio obtenido en la región de estudio es superior en 43.5%. Lo que nos indica que la región tiene un alto potencial

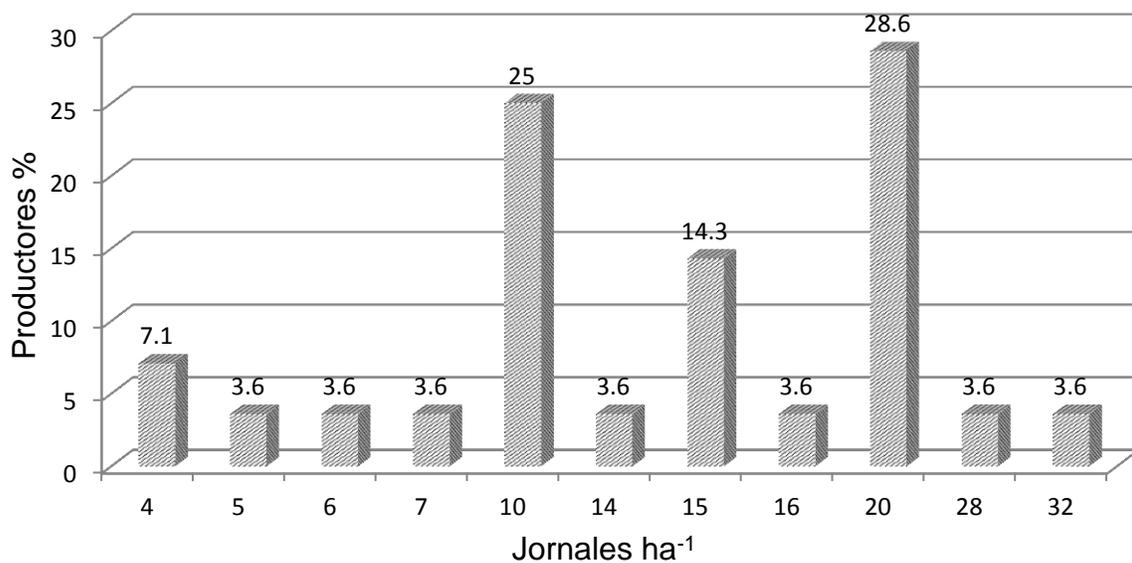


Figura 18. Jornales empleados en la cosecha del cultivo de cebolla en el municipio de Copanatoyac, Gro.

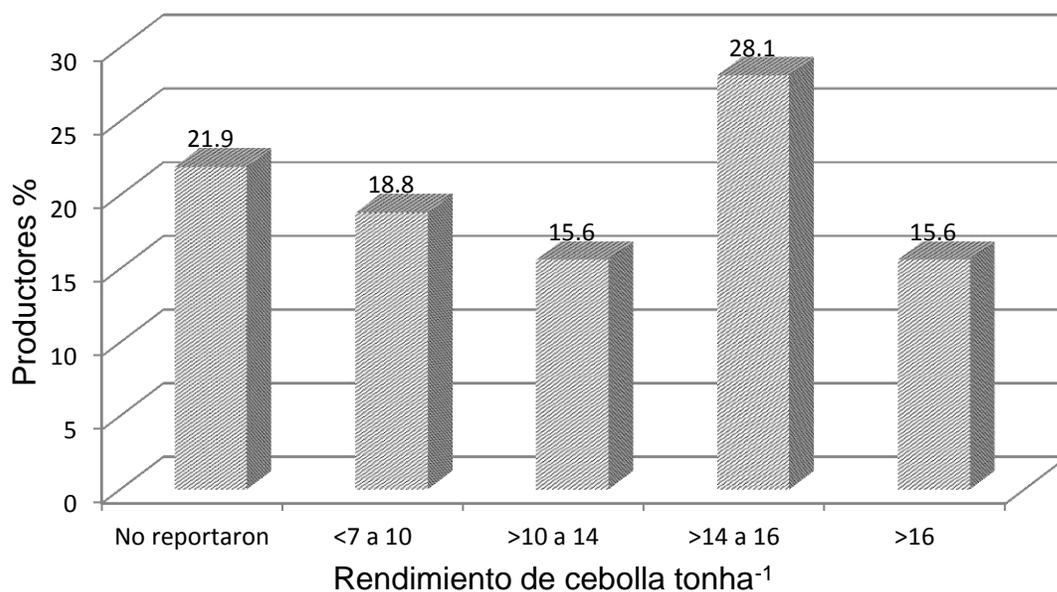


Figura 19. Rendimiento de cebolla en el municipio de Copanatoyac, Gro.

a nivel estatal, y si se aplica una tecnología acorde a las condiciones edafo-climáticas de la región, los rendimientos podrían ser aún mayores; por lo que es necesario impulsar programas de: investigación para generar tecnologías adecuadas a la región, capacitación a productores, asistencia técnica, etc.

En la Figura 19 se presenta la frecuencia de rendimientos de cebolla, el 39.9% de los productores reporta rendimientos inferiores al rendimiento nacional, y el 96.95 de los productores obtienen rendimientos superiores al obtenido a nivel estatal.

En relación a los productores que producen la cebolla como cultivo simple y aquellos que lo hacen como cultivo compuesto, se encontró que en promedio los que producen cebolla como cultivo único obtienen en promedio 14 tha^{-1} , en tanto que los que lo hacen como cultivo compuesto obtienen en promedio 13.9 tha^{-1} ; encontrando un porcentaje muy amplio de productores que obtienen mayores rendimientos como cultivo compuesto que como cultivo simple. Esto nos muestra que el sistema de producción de cebolla como cultivo compuesto es más productivo que la producción de cebolla como cultivo simple, por los cultivos alternos que se producen, pero este análisis se discutirá más adelante, cuando se analicé la eficiencia relativa de la tierra de los sistemas de producción con los tres cultivos principales.

6.3.2.7. Destino de la producción

De la producción obtenida de cebolla en promedio los productores destinan a la venta el 96%, encontrando el rango varía entre el 80 y 100% de la cantidad producida. La venta la realizan por bultos de 60 kg y la realizan en los tianguis de Tlapa y de cabecera municipal. El precio promedio de venta de cada bulto de cebolla es de \$214.00.

6.3.2.8. Especies cultivadas en misma superficie con la cebolla

El 67.75% de los productores que producen cebolla cultivan en la misma superficie de labor otras especies, como son: pápalo, cilantro, rábano, fraile y chile. De las cuales a continuación se mencionarán algunas características productivas.

6.3.2.8.1. Cilantro

El cilantro en asociación con cebolla puede establecerse hasta cinco veces por ciclo productivo de la cebolla. Sin embargo, en la región el 38.7% de los productores obtiene tres cosechas por ciclo de cebolla, y el 54.8% obtiene dos cosechas.

El establecimiento del cilantro se realiza inmediatamente después de haber trasplantado la cebolla o el momento de realizar la primera limpia o deshierbe. La siembra se realiza esparciendo la semilla al voleo.

Respecto a la cosecha del cilantro se realiza siete semanas después de la siembra. El rendimiento promedio que los productores obtienen con este cultivo es de 599 kg ha^{-1} , sin embargo, se encuentran productores que obtienen hasta 930 kg ha^{-1} .

6.3.2.8.2. Pápalo o papaloquelite

El pápalo se establece al momento de estar realizando el primer deshierbe de la cebolla, para ello se esparce la semilla al voleo.

La cosecha se realiza a partir de la séptima semana después de la siembra, la cual se realiza segando al cultivo si se tiene cuidado en la cosecha y no se extrae la planta con la raíz, el cultivo rebrota, por lo que se puede cosechar pápalo hasta que se cosecha la cebolla.

El rendimiento promedio de pápalo en verde es de 380 kg ha^{-1} , encontrando desde aquellos productores que obtienen 150 kg ha^{-1} hasta lo que cosechan 480 kg ha^{-1} .

6.3.2.8.3. Chile

El chile inicia con el establecimiento del almácigo, generalmente se realiza al mismo tiempo que se establece el almácigo de la cebolla y se aplica el mismo proceso que se describió en el apartado del establecimiento del almácigo de la cebolla.

El chile se establece de manera intercalada a la cebolla, estableciendo cada tres o cinco surcos de cebolla una hilera de chile. Esta hilera se establece en el lomo del surco a una distancia aproximada entre matas de 80 y 100 cm, sin embargo, algunos productores lo establecen a distancias hasta de dos metros.

Es importante mencionar que este cultivo se establece únicamente en el temporal de lluvias, puesto que los productores argumentan que el chile bajo sistema de riego no produce, ya que es atacado por algunas enfermedades fungosas y desconocen su tratamiento.

La cosecha se realiza diez semanas después de haber trasplantado el cultivo, obteniéndose un rendimiento promedio de 300 kg ha^{-1} .

6.3.2.8.4. Rábano

El establecimiento o siembra del rabanito se realiza al momento de realizar el primer deshierbe de la cebolla, estableciendo las hileras en el lomo del surco. Se siembra de manera directa, la semilla se deposita en hoyos que se realiza con la ayuda de un espeque o cualquier otra herramienta que roture el suelo, la distancia entre hoyos es

entre 20 y 30 centímetros. Una vez hecho el hoyo se depositan de cuatro a cinco semillas, para al final dejar sólo una o dos plantas por mata.

En el periodo de lluvias, los productores sólo lo cultivan una vez mientras que bajo riego lo pueden hacer hasta en dos ocasiones. El 27.8% de los productores obtiene dos cosechas de rábano durante el desarrollo de la cebolla, mientras que el 72.2% sólo obtiene una cosecha.

La cosecha se realiza a los siete u ocho semanas de haber establecido el rabano, obteniendo un rendimiento promedio de 360 kg ha^{-1} , encontrando productores que obtienen desde 150 a 540 kg ha^{-1} .

6.3.2.8.5. Fraile

El fraile es muy apreciado por los pobladores de la zona, existiendo una gran demanda, el productor lo vende a un mejor precio que el resto de las especies que siembra con la cebolla. El fraile se establece de manera asociada y solamente se realiza en el ciclo de temporal. La siembra se realiza esparciendo la semilla al voleo. La semilla que utilizan debe de ser obtenida un ciclo agrícola anterior, por la latencia que esta presenta.

La cosecha del fraile se realiza a los siete u ocho semanas de haberse sembrado, obteniendo un rendimiento promedio de 360 kg ha^{-1} .

6.3.3. Frijol de mata

En el municipio de Copanatoyac, Gro. el frijol de mata como cultivo principal lo producen el 32.26% de los productores encuestados, en promedio cultivan 0.69 hectáreas, destinando para su producción el 38.3% de la superficie de tierra de labor que disponen.

De los productores que cultivan frijol de mata como cultivo principal el 36.8% lo hacen bajo riego mientras que el 63.3% lo producen en temporal. En promedio la superficie de riego que se siembra con frijol de mata es de 0.13 hectáreas mientras que en temporal es de 0.56 hectáreas.

A lo largo del ciclo agrícola de 12 meses, los productores del municipio lo producen en cinco periodos diferentes y este número es la cantidad de cosechas que se puede obtener de este cultivo en el municipio, ya que la variedad que los productores utilizan es de un ciclo aproximado de 70 días; sólo uno de estos ciclos se realiza bajo condiciones de temporal (Figura 20). Por otro lado, en la zona de estudio no existe ningún productor que obtenga cinco cosechas al año de frijol de mata, la cantidad máxima de cosechas que se registró fue de tres, las que son obtenidas por el 15.8% de los productores, mientras que el 52.6% de los productores sólo obtiene una cosecha al año (Figura 21).

En la región de estudio el 57.9% de los productores produce el frijol de mata como cultivo simple y el 42.1% lo hace como cultivo compuesto. Aquellos que lo producen como cultivo compuesto generalmente lo cultivan junto con cilantro, pápalo y tomate de cáscara. El 62.5% de los productores lo cultiva con pápalo y cilantro, mientras que el 37.5% lo cultiva con tomate de cáscara.

En la Figura 20 se muestra el calendario productivo del frijol de mata cuando se produce como cultivo principal. Se pueden observar las fechas de cada una de las actividades que se le realizan al cultivo, las que se describen a continuación.

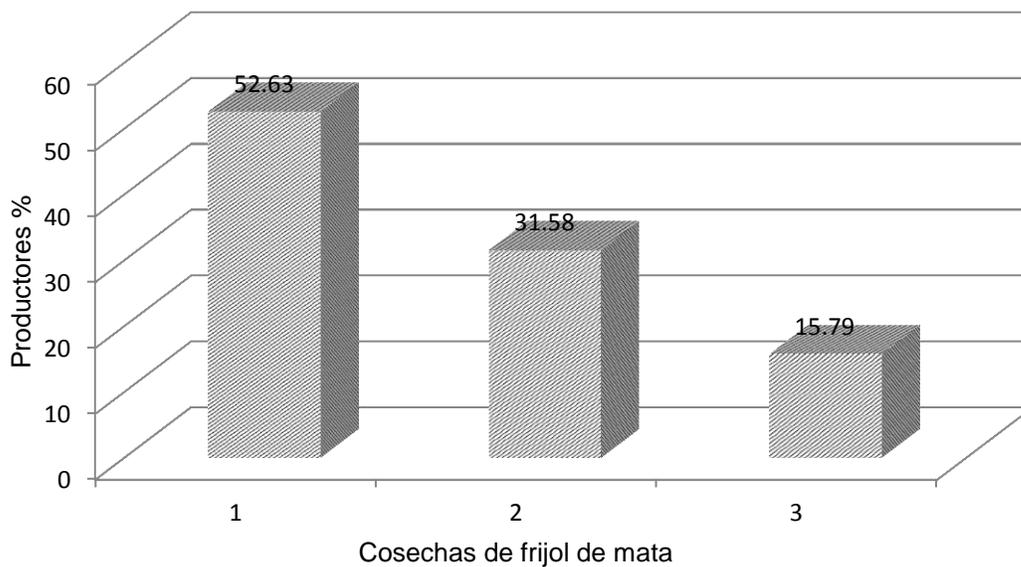


Figura 21. Número de cosechas de frijol de mata por ciclo agrícola en Copanatoyac, Gro.

6.3.3.1. Limpia de terreno

Al igual que en el caso del maíz y la cebolla, la primera actividad que se realiza para la siembra del frijol de mata es la limpia del terreno, consiste en recoger todos los residuos del cultivo anterior y en desbrozar o remover la maleza que se encuentre en el terreno.

6.3.3.2. Preparación de terreno

La preparación del terreno para la siembra de frijol de mata se realiza mediante las modalidades de: a) barbecho y surcado y b) rayado.

El barbecho consiste en pasar el arado de vertedera hasta lograr mullir el suelo, como ya se describió con el cultivo de maíz. Una vez que el suelo esta mullido se realiza el

surcado del terreno, los que se trazan entre 40 y 60 centímetros de ancho cuando el frijol se produce como cultivo simple, mientras que cuando se produce como cultivo compuesto el ancho de surco se establece entre los 60 y 80 centímetros.

El rayado consiste en abrir el surco sin antes haber realizado el barbecho, es decir se hace el surcado sin haber movido el suelo con anterioridad, como ya se explicó para el cultivo de maíz.

Se encontró que el 25% de los productores realiza la preparación del terreno con zapapico, en tanto que el 75% lo hace con yunta. En relación a la mano de obra para realizar la actividad, el 63.2% lo realiza con mano de obra contratada y el 36.8% con mano de obra familiar (Figura 22).

6.3.3.3. Siembra

En el municipio de Copanatoyac, Gro., la siembra de frijol de mata cuando es el cultivo principal, se realiza manualmente, encontrándose dos modalidades, a chorrillo y mateado.

La siembra a chorrillo se realiza en el ciclo de temporal y consiste en ir depositando la semilla como su nombre lo dice a chorrillo de manera uniforme al fondo del surco para posteriormente taparse a tapa pie. Al momento de depositar la semilla se procura que éstas queden a una distancia de cinco centímetros entre cada una de ellas.

La siembra de frijol de mata de manera mateada se realiza en ambos tipos de condiciones de humedad. En temporal se depositan de cuatro a cinco semillas por mata al fondo del surco cada 15 ó 20 centímetros. En condiciones de riego la siembra se realiza a doble hilera, cada uno de los cuales se ubica en el costado del surco, al igual que en temporal se depositan de cuatro a cinco semillas por mata aproximadamente cada 20 centímetros.

La siembra de frijol de mata es realizada con mano de obra familiar por el 78.9% de los productores, mientras que el 21.1% contratada mano de obra (Figura 22).

6.3.3.4. Labores al cultivo

Una vez que se ha sembrado el frijol de mata le realizan diversas actividades que se describen a continuación.

6.3.3.4.1. Aporque

El aporque consiste en arrimar tierra al cultivo y sacar a éste del fondo del surco. Los productores que cultivan al frijol de mata como cultivo simple, realizan dos aporques, mientras que los que lo producen como cultivo compuesto sólo realizan un aporque. Esta actividad es realizada con mano de obra familiar por el 100% de los productores (Figura 22).

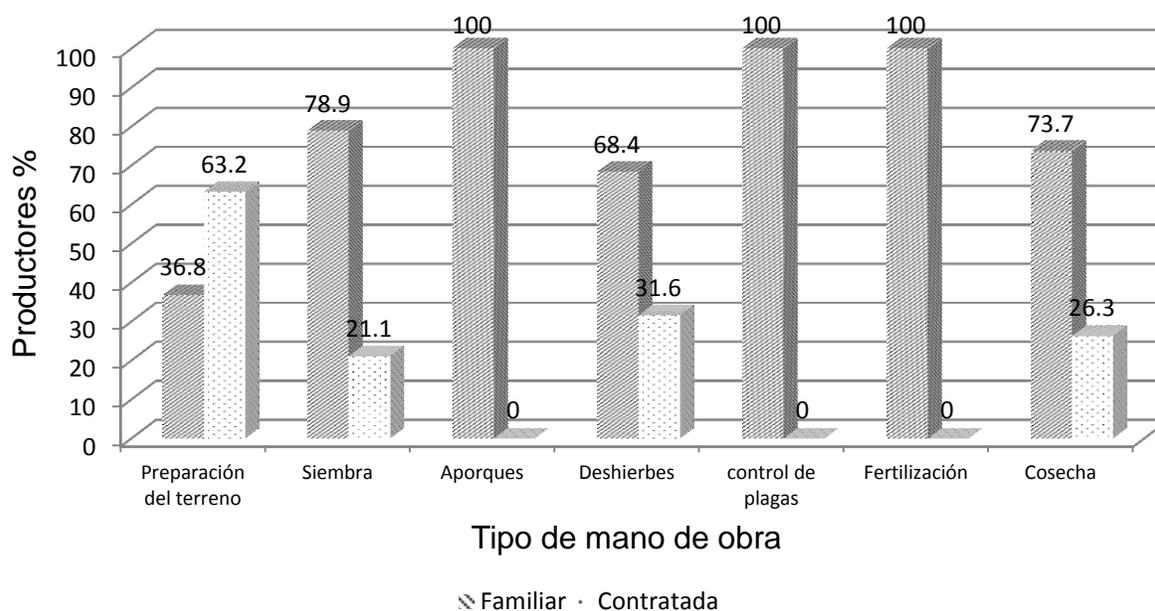


Figura 22. Fuente de mano de obra de las actividades realizadas en el cultivo de frijol de mata en municipio de Copanatoyac, Gro.

6.3.3.4.2. Deshierbe

El deshierbe consiste en eliminar las hierbas no deseadas del cultivo. El 93.3% de los productores lo realiza de manera manual mientras que el 6.7% lo hace con la aplicación de agroquímicos. Estos últimos son productores que cultivan su frijol como cultivo simple. Para realizar esta actividad el 68.4% utiliza mano de obra familiar mientras que el 31.6% lo realiza con mano de obra contratada (Figura 22).

El deshierbe se realiza de forma manual, no hay un número definido, se realizan tantas como se requieren, sin embargo la mayoría de los productores realizan uno, aproximadamente a los quince días después de haber establecido el cultivo.

6.3.3.4.3 Fertilización

La fertilización del frijol de mata se realiza de manera manual entre los 15 y 20 días de que la plántula de frijol ha emergido. Los productores de la región sólo aplican fertilizante nitrogenado siendo la fuente principal el sulfato de amonio. En promedio los productores aplican 27 kg de Nha^{-1} , lo cual es una cantidad muy baja si la comparamos con la recomendación promedio nacional para este cultivo, la cual es de 60 kg de Nha^{-1} , como se puede observar los productores aplican menos de la mitad de la recomendación nacional. Por otro lado, se encontró que el 57.8% de los productores no fertilizan a su cultivo, en tanto que sólo el 10.5% lo realiza con la dosis recomendada y el 15.8% aplica cantidades superiores a la recomendada (Figura 23).

En las parcelas donde la siembra se realiza mateada, la fertilización se aplica de la misma manera, mientras que en aquellos terrenos donde se siembra a chorrillo, la fertilización se realiza a chorrillo o al voleo. En todos los casos el fertilizante no es cubierto, lo cual es un error ya aunado a la poca cantidad de fertilizante que se aplica y puede presentar pérdidas del nutriente por volatilización.

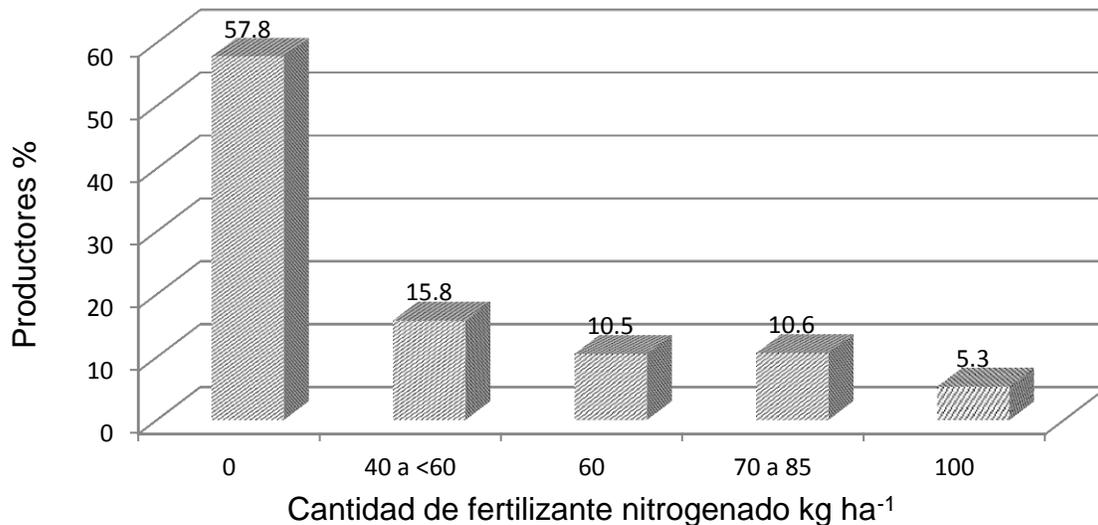


Figura 23. Cantidad de fertilizante nitrogenado aplicado al cultivo de frijol de mata en el municipio de Copanatoyac, Gro.

6.3.3.4.4. Control de plagas y enfermedades

En la zona de estudio los productores consideran que las principales plagas que atacan al cultivo de frijol de mata son la gallina ciega y la mosquita blanca (Figura 24), presentándose, según los productores, sólo en las siembras de riego. El 92.86% de los productores considera que la plaga principal del frijol de mata es la gallina ciega, y el 7.14% señalan que son la gallina ciega y la mosquita blanca.

El control de plagas en el frijol de mata lo realizan con la aplicación de agroquímicos, entre los que se encuentran: Lanate, Foley, Tamaron, Furadan, Malation, Folidol y Thiodan. No aplican una dosis específica, por lo que la mayoría de las ocasiones se aplican cantidades mayores a la dosis recomendada.

En relación a las enfermedades que ataquen al frijol de mata, los productores no distinguen ninguna.

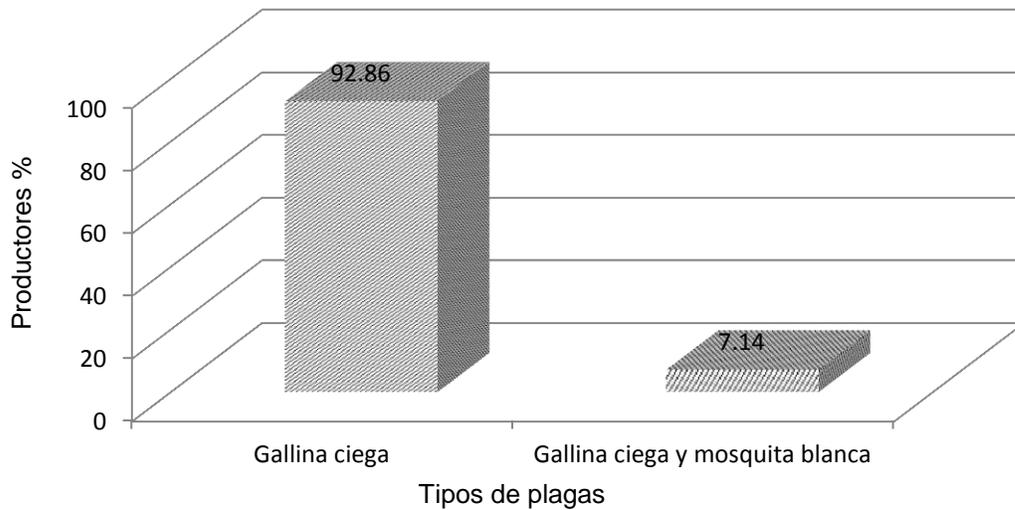


Figura 24. Principales plagas que atacan al frijol de mata en el municipio de Copanatoyac, Gro.

6.3.3.5. Cosecha

Del frijol de mata el productor obtiene ejote y grano, la cantidad que se obtiene de cada uno de estos depende de la demanda y el precio del ejote, sin embargo, la mayoría de los casos la cosecha de ejote no rebasa el 15% de la producción total.

La cosecha del ejote inicia aproximadamente a los 45 días después de la siembra, cortando a mano las vainas del frijol.

Por otra parte, la cosecha de grano se realiza entre los 60 y 80 días después de la siembra, etapa en la cual el grano de frijol se encuentra en madurez fisiológica. En esta etapa se corta toda la planta, extrayéndola con todo y raíz, se pone a secar ya sea en el patio del hogar, azotea o cualquier otro lugar donde lleguen los rayos solares. Una vez que la planta de frijol esta seca, se encostala y se golpea para que el grano de frijol se desprenda de las vainas, las vainas que no abren con esta práctica se desgranar a mano.

La cosecha de ejote y del rastrojo se realiza manualmente. El 73.7% de los productores lo realiza con mano de obra familiar, y sólo el 26.3% contrata mano de obra para realizar esta actividad (Figura 22).

El rendimiento promedio de ejote que obtienen es de 3.6 tha^{-1} y el de grano de frijol es de 0.29 tha^{-1} , que es inferior en 30.45% al rendimiento promedio obtenido en el Distrito de Desarrollo Rural de Tlapa. Sin embargo, se debe considerar que aproximadamente el 15% de la superficies es cosechada como ejote.

6.3.3.6. Destino de la producción

De la producción de ejote de frijol que se obtiene, en promedio el 92% se destina al mercado. En relación a la producción de grano, el 56.47% se destina a la venta y el 43.53% se destina al autoconsumo. El 29.4% de los productores dedica el 100% de la producción al autoconsumo, mientras que el 11.8% de los productores destinan el 95% de su producción a la venta, no se encuentra ningún productor que destine toda su producción al mercado (Figura 25).

El hecho de que la gran mayoría de los productores destinen una parte de su producción al mercado nos indica que al parecer la cantidad que producen es suficiente para satisfacer sus necesidades, a pesar de que los rendimientos por unidad de superficie son muy bajos.

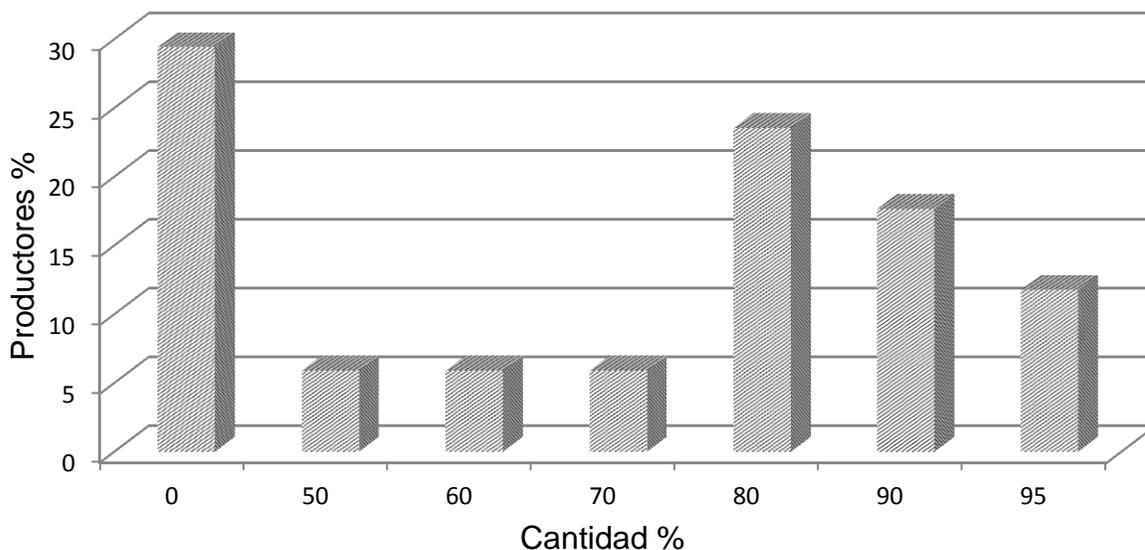


Figura 25. Porcentaje de producción de grano de frijol de mata que destinan al mercado en el municipio de Copanatoyac, Gro.

6.3.3.7. Especies asociadas al frijol de mata

El 42.1% de los productores cultiva el frijol de mata como cultivo compuesto, asociándolo con pápalo, cilantro o tomate de cáscara. A continuación se dan las características de producción de los cultivos asociados al frijol.

6.3.3.7.1. Pápalo o papaloquelite

El pápalo es una especie muy preciada en la región y es utilizada como verdura. Este cultivo se establece después de haber realizado el primer deshierbe regando la semilla al voleo.

La cosecha se realiza a partir de la séptima semana de haber sembrado, la cual se realiza segando al cultivo, si se tiene cuidado en la cosecha y no se extrae la planta con raíz, el cultivo rebrota y se puede cosechar pápalo hasta que se cosecha el grano de frijol.

El rendimiento promedio de pápalo en verde es de 300 kg ha^{-1} , encontrando desde aquellos productores que obtienen 210 kg ha^{-1} hasta lo que cosechan 390 kg ha^{-1} .

6.3.3.7.2. Cilantro

El cilantro se siembra asociado al frijol de mata esparciendo la semilla al voleo. La siembra se realiza después de haber sembrado el frijol o en el momento en que se realiza el primer deshierbe al frijol.

La cosecha del cilantro se realiza siete semanas después de la siembra. El rendimiento promedio que los productores obtienen con este cultivo es de 468 kg ha^{-1} , sin embargo, se encuentran productores que obtienen hasta 750 kg ha^{-1} .

Por otro lado cabe señalar que el 40% de los productores en el ciclo de desarrollo del frijol, sólo obtiene una cosecha de cilantro, mientras que el 60% de ellos obtiene dos cosechas.

6.3.3.7.3. Tomate de cáscara

El cultivo de tomate de cáscara se produce intercalado entre los surcos de frijol. La siembra se realiza de manera directa, por lo general este cultivo se establece al día siguiente de haber sembrado el frijol pero si se cuenta con mano de obra suficiente se realiza el mismo día.

La siembra del tomate se realiza en el lomo del surco, estableciendo una hilera de tomate cada dos o tres surcos de frijol. La semilla se deposita en hoyos que se realiza con la ayuda de un espeque o cualquier otra herramienta que rotore el suelo, la distancia entre hoyos es entre 1 y 1.5 metros. Una vez hecho el hoyo se depositan de cuatro a cinco semillas, para al final dejar sólo una o dos plantas por mata.

El rendimiento promedio de tomate de cáscara es de 453 kg ha^{-1} , encontrando desde aquellos productores que obtienen 400 kg ha^{-1} hasta los que obtienen 480 kg ha^{-1} .

La cosecha se realiza entre los 50 y 70 días después de sembrado, la cual se realiza manualmente.

6.4. Eficiencia productiva de los sistemas de cultivo

Existen dos formas en que los productores agrícolas pueden aprovechar al máximo su tierra de labor, aquella en la que se producen varios cultivos de manera conjunta en la misma superficie, la otra es cuando a través del año agrícola (el cual no necesariamente inicia el uno de enero y termina el 31 diciembre) el campesino produce varios cultivos, que pueden ser dos, tres o más. Al sistema de cultivo del primer caso son conocidos como sistemas de cultivo compuestos, mientras que el segundo se les conoce como sistemas de cultivo múltiple.

Cuando los productores siembran sistemas de cultivo compuesto se dice que están aprovechando su superficie de labor en el eje del espacio, mientras que cuando producen sistemas de cultivos múltiples aprovechan su tierra de labor en el eje de tiempo.

6.4.1. Los sistemas de cultivo compuesto

Una forma de evaluar la eficiencia de los sistemas de cultivo compuestos y poderla comparar con los sistemas de cultivo simple, es a través del indicador que se denomina eficiencia relativa de la tierra (ERT), este indicador mide los rendimientos relativos de cada una de las especies involucradas en un cultivo compuesto, en función del rendimiento que se obtiene con cada especie como cultivo simple (Francis, 1986).

Si los valores de la ERT son mayores a la unidad indica que los sistemas de cultivos compuestos son más eficientes, y por consiguiente se recomendaría seguirlos aplicando; por el contrario, si su valor es inferior a la unidad, es mejor evitar cultivar las especies involucradas en el sistema de cultivos compuestos.

Para poder aplicar este indicador, Turrent, (1979) menciona que es necesario que los valores de rendimiento que se utilicen en la ecuación deben de obtenerse de parcelas experimentales, para de alguna manera controlar todos los sistemas de producción, y no favorecer a ningún sistema de cultivo; mientras que Caviglia, (2009) señala que sólo se requiere contar con los rendimientos de cada una de las especies en sistemas de cultivo compuesto y cultivo simple.

Los datos que se utilizaron para estimar la ERT de los diferentes sistemas de producción que se practican en la zona de estudio, no provienen de experimentos. Estos se obtuvieron promediando los rendimientos de los productores que manejaron un mismo sistema de cultivo. El supuesto fue que los factores de la producción fueron homogéneos para todos los sistemas de producción, ya que los niveles de manejo que los productores de la zona de estudio dan a cada uno de los sistemas de cultivo son semejantes, como ya se describió en párrafos anteriores.

6.4.1.1. El sistema de cultivo maíz

En el Cuadro 5 se presentan los rendimientos absolutos y relativos del sistema maíz, podemos observar que las eficiencias relativas de la tierra oscilan entre 0.955 y 2.272. El valor más bajo es obtenido con el sistema de cultivo compuesto maíz-frijol de guía, éste es menor a uno, lo que indica que con la siembra de maíz y frijol de guía como cultivo compuesto se presentó una reducción del rendimiento por hectárea de 4.5% en relación al que se obtendría como cultivos simples. Si nos preguntáramos ¿Cuál de las especies es afectada en mayor medida con el sistema de cultivos compuesto? la

respuesta la podemos observar en las eficiencias relativas de la tierra parciales (ERTP), tenemos que en este sistema de producción se obtienen tres productos, grano de maíz, grano y ejote de frijol de guía, el producto que se afecta en mayor medida es el grano de frijol, ya que sólo se obtiene el 8% del que se produce como cultivo simple, siguiendo el ejote con el que se obtiene el 15.7%, mientras que con el maíz se obtiene el 71.8% del rendimiento de una hectárea como cultivo simple.

Con respecto al sistema de cultivo intercalado maíz-frijol de mata, la situación es diferente, ya que la ERT se incrementó en 127.2%, este valor indica, que para obtener el volumen de producción por hectárea como cultivos simples al obtenido como cultivo compuesto se tendrían que sembrar 2.272 hectáreas distribuidas de la siguiente manera, 0.759 ha de maíz, 1.389 ha de frijol para ejote y 0.124 ha de frijol para grano.

Para este caso el cultivo compuesto es más eficiente que la producción de éstas especies como cultivo simple.

En el caso del sistema maíz-frijol de guía- calabaza, el volumen de la producción con el sistema de cultivo compuesto se incrementó en 69% al que se obtiene como cultivos simples, este resultado coincide con el obtenido con el mismo sistema por Gutiérrez *et al.* (2007) quienes reportan eficiencias relativas de 3.18.

Cuadro 5. Rendimiento absoluto y relativo de los sistemas de cultivo simple y compuesto de maíz que se practican en el municipio de Copanatoyac, Gro.

Sistema de producción	kg ha ⁻¹												Eficiencia relativa de la tierra parcial (ERTP)							
	Cultivo simple						Cultivo Compuesto													
	M	FGE	FGG	FME	FMG	Cal	M	FGE	FGG	FME	FMG	Cal	M	FGE	FGG	FME	FMG	Cal	ERT	
Maíz (M)	1080	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1
Frijol guía ejote (FGE)	.	2800	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1
Frijol guía grano (FGG)	.	.	400	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1
Frijol mata ejote (FME)	.	.	.	360	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1
Frijol mata grano (FMG)	275	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1
Calabaza (Cal)	5960	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1
M-FG	775	440	32	.	.	.	0.718	0.157	0.080	.	.	.	.	0.955
M-FM	820	.	.	500	34	.	0.759	.	.	1.389	0.124	.	.	2.272
M-FG-Ca	736	245	43	.	.	4848	0.681	0.088	0.108	.	.	0.813	1.690	

Donde: ERT= Eficiencia relativa de la tierra, M-FG=Asociación maíz- frijol de guía, M-FM=maíz intercalado con frijol de mata, M-FG-Cal= Asociación maíz-frijol de guía-calabaza.

6.4.1.2. El sistema de cultivo cebolla

En el Cuadro 6 se presentan los rendimientos absolutos y relativos de los diferentes sistemas de cultivo que se practican con la cebolla en el municipio de Copanatoyac, Gro. Se observa que los sistemas de cultivo compuesto con la especie cebolla son seis, asociación cebolla-cilantro, asociación cebolla-pápalo-cilantro, asociación cebolla-pápalo-cilantro intercalado con rábano, la asociación cebolla-pápalo-cilantro- fraile y la asociación cebolla-cilantro-fraile intercalado con rábano. Todos ellos son más eficientes que los sistemas de cultivos simples, ya que sus valores de ERT son mayores a la unidad (rango de 1.285 a 2.359).

Se encontró que en todos los casos los cultivos secundarios son afectados por la asociación o intercalación según sea el caso, ya que sus valores de eficiencia relativa de la tierra parciales, son menores a la unidad, en cambio la cebolla es afectada en su producción sólo en dos sistemas de cultivo, cebolla-pápalo-cilantro y cebolla-pápalo-cilantro-rábano, con valores de eficiencia relativa de la tierra parciales de 0.769 y 0.923 para los sistemas cebolla-pápalo-cilantro y cebolla-pápalo-cilantro-rábano, respectivamente, lo que indica que en el primer sistema de producción, esta especie reduce su rendimiento en 23.1%, mientras que en el segundo lo hace en 7.7%.

Por otro lado, el sistema más eficiente en los cultivos compuestos con cebolla es la asociación cebolla-cilantro-fraile intercalado con rábano, con una ERT de 2.359.

Cuadro 6. Rendimiento absoluto y relativo de los sistemas de cultivo simple y compuesto de cebolla que se practican en el municipio de Copanatoyac, Gro.

	kg ha ⁻¹						kg ha ⁻¹						Eficiencia relativa de la tierra parcial (ERTP)						
	Cultivo Simple						Cultivo Compuesto						Eficiencia relativa de la tierra parcial (ERTP)						
	Ce	Pa	Ci	Ra	Fr	Ch	Ce	Pa	Ci	Ra	Fr	Ch	Ce	Pa	Ci	Ra	Fr	Ch	ERT
Cebolla (Ce)	13000	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.000	.	.	.	.	.	1.000
Pápalo (Pa)	.	1100	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.000	.	.	.	.	1.000
Cilantro (Ci)	.	.	1800	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.000	.	.	.	1.000
Rabano (Ra)	.	.	.	1100	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.000	.	.	1.000
Fraile (Fr)	.	.	.	.	900	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.000	.	1.000
Chile (Ch)	.	.	.	.	.	950	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.000	1.000
Ce-Ci							13000	.	513	.	.	.	1.000	.	0.285	.	.	.	1.285
Ce-Pa-Ci							10000	330	750	.	.	.	0.769	0.300	0.417	.	.	.	1.486
Ce-Ci-Ch							15000	.	450	.	.	300	1.154	.	0.250	.	.	0.316	1.720
Ce-Pa-Ci-Ra							12000	370	666	368	.	.	0.923	0.336	0.370	0.335	.	.	1.964
Ce-Pa-Ci-Fr							15000	420	520	.	310	.	1.154	0.382	0.289	.	0.344	.	2.169
Ce-Ci-Ra-Fr							19000	.	525	300	300	.	1.462	.	0.292	0.273	0.333	.	2.359

Donde: ERT= Eficiencia relativa de la tierra; Ce-Ci=Asociación cebolla-cilantro, Ce-Pa-Ci=asociación cebolla-pápalo-cilantro, Ce-Ci-Ch=Asociación cebolla-cilantro intercalado con de chile, Ce-Pa-Ci-Ra= asociación cebolla-pápalo-cilantro intercalado con rábano, Ce-Pa-Ci-Fr=asociación cebolla-pápalo-cilantro-fraile; Ce-Ci-Ra-Fr= asociación cebolla-pápalo-cilantro-fraile intercalado con rábano.

6.4.1.3. El sistema de cultivo frijol de mata

En el Cuadro 7 se muestran los rendimientos absolutos y relativos del sistema de producción del frijol de mata que se practica en el municipio de Copanatoyac, Gro. Los cultivos compuestos que se manejan son la asociación frijol de mata-pápalo-cilantro y el cultivo intercalado de frijol de mata-tomate de cáscara, presentan eficiencias relativas de la tierra de 2.470 y 2.578 para la asociación frijol de mata-pápalo-cilantro y el cultivo intercalado de frijol de mata-tomate de cáscara respectivamente. E los dos cultivos compuestos que se manejan con el frijol de mata son más eficientes que la producción como cultivos simples de las especies involucradas en el sistema.

Cuadro 7. Rendimiento absoluto y relativo de los sistemas de cultivo simple y compuesto de frijol de mata que se practican en el municipio de Copanatoyac, Gro.

	kgha ⁻¹					kgha ⁻¹					Eficiencia Relativa de la tierra parcial (ERTP)					ERT
	Cultivo Simple					Cultivo Compuesto										
	FME	FMG	Pa	Ci	ToCa	FM Grano	FM Ejote	Pa	Ci	ToCa	FM Grano	FM Ejote	Pa	Ci	ToCa	
Frijol mata ejote (FME)	3600	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1.000
Frijol mata grano (FMG)	.	275	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1.000
Papalo (Pa)	.	.	1100	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1.000
Cilantro (Ci)	.	.	.	1800	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1.000
Tomate Cáscara (ToCa)	3000	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1.000
FM-Pa-Ci	250	3700	300	468	.	0.909	1.028	0.273	0.260	.	2.470
FM-ToCa	400	3500	.	.	453	1.455	0.972	.	.	0.151	2.578

Donde: ERT= Eficiencia relativa de la tierra, FM-Pa-Ci= Asociación frijol de mata-pápalo-cilantro, FM-ToCa= Frijol de mata intercalado con tomate de cáscara.

6.4.2. Los sistemas de cultivo múltiples

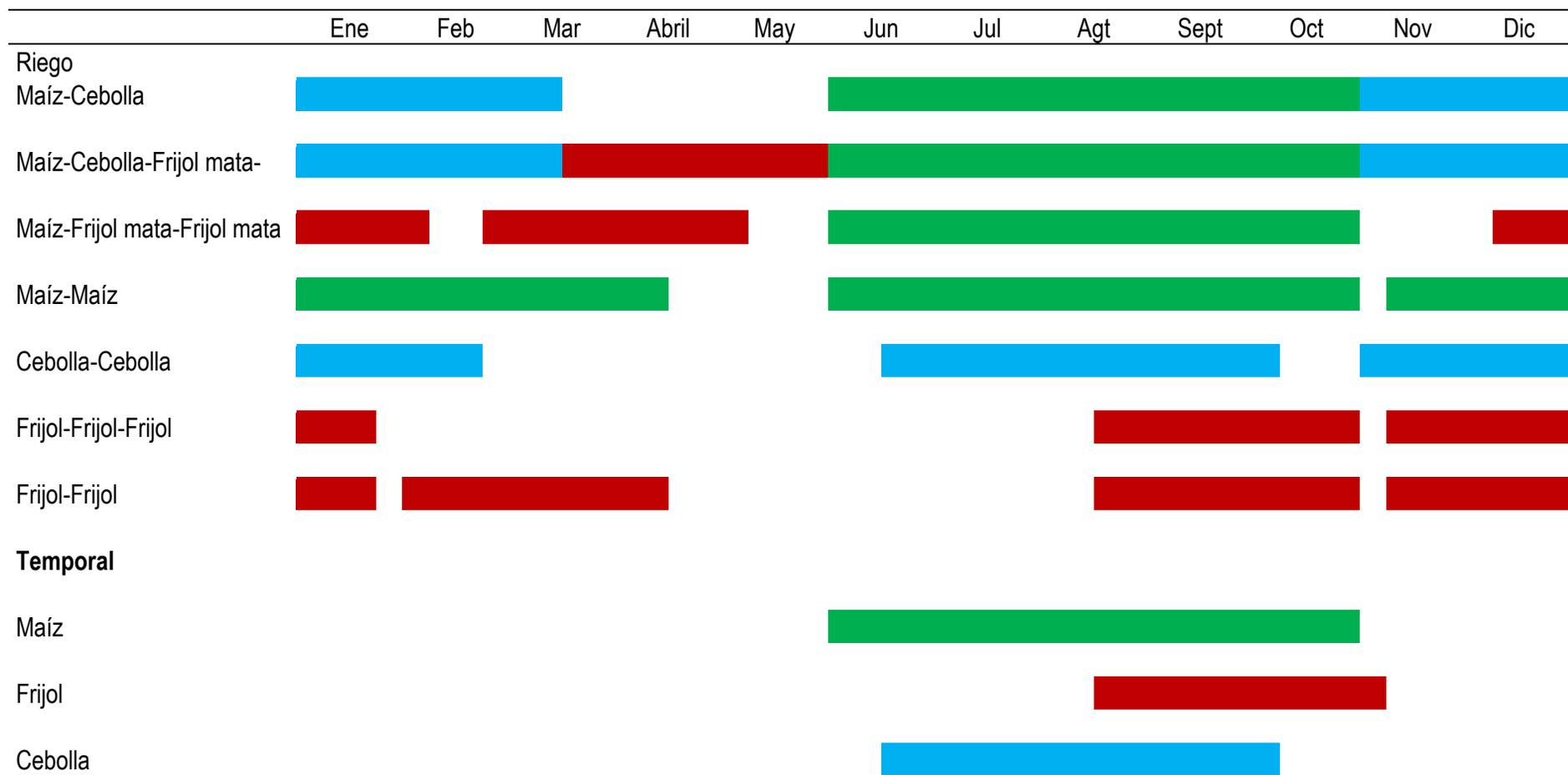
En la Figura 26 se presentan algunos de los patrones de cultivo que se practican en el municipio de Copanatoyac, Gro., se consideró sólo la secuencia que se da a través del año de las tres especies principales (maíz, frijol y cebolla), sin embargo, en la práctica estas especies pueden ir como cualquiera de los cultivos compuestos arriba discutidos, sobre todo bajo condiciones de temporal. Por ejemplo, en el primer patrón de cultivos, maíz-cebolla, el maíz puede ser producido con cualquiera de los tres sistemas de cultivo compuesto (maíz-frijol de guía, maíz-frijol de mata y maíz frijol de guía-calabaza) que se practican en la zona de estudio, y la cebolla con cualquiera de los seis sistemas de producción ya discutidos.

En este tipo de patrones se presenta el aprovechamiento de la superficie de labor en el eje del tiempo, se da un aprovechamiento más intenso en este eje en las superficie de labor bajo riego.

Si se considera la producción de una hectárea de un cultivo único (maíz) y un cultivo múltiple doble (cebolla en sucesión de maíz), en el primer caso sólo se obtiene una cosecha al año, es decir sólo se cosecharía una hectárea, mientras que en el cultivo doble se obtendrían dos cosechas, de manera que se cosecharían dos hectáreas, en el caso del ejemplo, una hectárea de maíz y una hectárea de frijol, por lo que en apariencia se duplicaría la superficie de labor. Sí, cada una de las especies se cultivaran como cultivos compuestos, su eficiencia se incrementaría.

Los productores del municipio de Copanatoyac no son ajenos a estas ventajas, ya que en la superficie de riego implementan sistemas de producción de cultivos múltiples, sin embargo, en algunos de ellos, su superficie de labor permanece ociosa durante un largo periodo del año. Por lo que, se debe de motivar a los productores a que implementen sistemas de cultivo, conocidos por ellos, en los que su superficie de labor produzca el mayor tiempo del año.

Figura 26. Patrones de cultivo* que se practican en el municipio de Copanatoyac, Gro.



* Por cuestiones de espacio sólo se consideraron a los tres cultivos principales, su producción puede estar cultivarse con cualquiera de los sistemas de cultivos compuestos discutidos en secciones anteriores.

- Cultivo de Maíz
- Cultivo de Cebolla
- Cultivo de Frijol de mata

Finalmente se puede señalar que, se debe de implementar un programa de investigación en los que se evalúen otros sistemas de producción de cultivo múltiples y compuestos, estudiando fechas de siembra, especies y variedades de cultivo, fuente, oportunidad y dosis de fertilización, arreglos topológicos entre otros. Esto con la finalidad de que se encuentren patrones de cultivo eficientes, buscando que los productores satisfagan sus requerimientos alimenticios con la poca superficie de labor que disponen.

VII.CONCLUSIONES

Los productores de la zona de estudio son minifundistas por tener en promedio poseen 1.6 ha de tierra de labor, que es inferior en 78.1% a la tenencia promedio nacional.

En la zona de estudio a pesar de que los productores cultivan 13 especies vegetales, solo tres de ellas son consideradas como principales, generando alrededor de ellas tres sistemas de producción: sistema maíz, sistema frijol de mata y sistema cebolla; el resto de las especies son cultivadas de manera asociada o intercaladas a las especies principales.

El sistema de cultivo de maíz, es el más importante lo cultiva el 98.39% de los productores de las comunidades objeto de estudio, le siguen el sistema cebolla con 51.61% y el sistema frijol de mata con 32.26%.

Dada la poca superficie de labor que disponen los productores de la zona de estudio, le dan un uso muy intenso de ésta en el eje del espacio y tiempo con la producción de cultivos múltiples y cultivos compuestos. Bajo el sistema de cultivo compuesto, el maíz es producido por el 98.36%, la cebolla por el 68.75%, el frijol de mata por el 42.1% de los productores que cultivan cada especie. En el eje del tiempo (cultivos múltiples) el número promedio de cosechas que se obtienen al año es de 1.5 en maíz, y 1.6 en cebolla y frijol de mata.

Los sistemas de producción que se practican en la zona de estudio son manejados de manera deficiente, ya que el control de plagas y enfermedades no es el recomendado, y en muchos de los casos no lo realizan. Por otro lado, la dosis de fertilización que aplican a todos los cultivos están muy por debajo de las recomendación que se tiene para la región.

VIII. LITERATURA CITADA

- Álvarez, H. J. C., S. Vegas F., C. Soto A, A. Chávez V. y L. Zavala S. (2011). Uso de fertilizantes químicos y orgánicos en Cebolla (*Allium cepa* L.) en Apatzingán, Michoacán, México. Avances en investigación agropecuaria. 15(2): 29-43.
- Altieri, M. A. (1994). Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable. Agricultura Técnica (Chile) 54(4):371-386.
- Altieri, M. y C. I. Nicholls. (2000). Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. PNUMA. 250 P.
- Andrews D.J. and A. H. Kassam. 1976. The importance of multiple cropping in increasing world food supplies. In: Multiple cropping. Special publication number 27. American Society of agronomy. p 1-10.
- Avila, B. C. H. (2010). La agricultura tradicional y la conservación de los recursos naturales en México. Este país 226: 46-50.
- Casanova, A., A. Hernández y P. L. Quintero. (2005). Policultivos. En Transformando el campo Cubano.
<http://www.desal.org.mx/spip/spip.php?article32> consultado en febrero de 2010.
- Caviglia, O.P. (2009). La contribución de los cultivos múltiples a la sustentabilidad de los sistemas agrícolas. Publicación miscelánea num. 115. INTA-Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. P 37-47.
- Centro de Educación, Capacitación y Tecnología Campesina (CECTEC). (1992). Agroecología en Paraguay; manejo de suelos, protección de cultivos, sistemas productivos campesinos, CECTEC, Asunción-Paraguay. 233p.
- Chávez, R. J.A. 2004. Marginación, desarrollo y manejo de los recursos naturales en la Montaña de Guerrero. Formas de reproducción social en la montaña. En: Canabal cristiani Beatriz y Flores Félex José Joaquín (Coordinadores). "Montañero: Actores sociales en la montaña del estado de Guerrero", UAM-X, México D.F.

- Chávez-Mejía, G. Nava-Bernal, L. Velázquez-Beltrán, Y. Nava-Bernal, J. Mondragón-Pichardo, H. Carbajal-Esquivel, A. M. Pedraza-Fuentes, B. G. Reyes-Reyes, and C. Arriaga-Jordán. (2000). Agricultural research for development in the Mexican highlands: collaboration between a research team and campesinos. *Mountain Research and Development*. 21(2):113-117.
- Cleary D. (2003). Estrategias enfocadas hacia las Personas. Breve Estudio Bibliográfico y Comparativo. Programa de Apoyo a los Modos de Vida Sostenibles (LSP), Documento de Trabajo 5. FAO. 82 p.
- CIMMYT 1974. El Plan Puebla: Siete años de experiencia: 1967 – 1973. Análisis de un programa para ayudar a agricultores minifundistas de subsistencia para aumentar su producción en una región de temporal de México. El Batán, México.
- Cortés F. J. I., A. Turrent F., P. Díaz V., P. Claro C. E. Hernández R., E. Aceves R. y R. Mendoza R. (2007). La milpa intercalada con árboles frutales (MIAF), una tecnología multiobjetivo para las pequeñas unidades de producción. En José Luis Calva (Coord.) *Agenda para el desarrollo vol 9. Desarrollo Agropecuario forestal y pesquero*. Porrúa, México. p100-116.
- Dixon, J., A. Gulliver and Gibbon, D. (2001). *Global Farming Systems Study: Challenges and Priorities to 2030 - Synthesis and Global Overview*. Consultation Document, World Bank/FAO, Rome, Italy.
- Escobar G. y Berdegue J. 1990. Conceptos y metodología para la tipificación de sistemas de finca: La experiencia de RIMISP. En: Escobar G. y Berdegue J. (Ed.): *Tipificación de sistemas de producción agrícola*. Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción. Santiago de Chile. Pp. 13-43.
- FAO y Banco Mundial. (2001). *Compendio: Sistemas de producción agropecuaria y pobreza: Cómo mejorar los medios de subsistencia de los pequeños agricultores en el mundo cambiante*.
- Francis, C. A. (1986). *Multiple Cropping Systems*. MacMillan Publishing Co., New York, NY. 383 pp.

- Geno L. and B. Geno. (2001). Policulture production. Principles, benefits and risks of multiple cropping land management systems for Australia. Publication No. 01/34 RIRDC. 105 p.
- Gliessman, S. R. (2002). Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. Turrialba, C.R.: CATIE, 359p.
- Gómez, G. G., J.L. Ruiz G., S. Bravo G. (1998). Tecnología tradicional indígena y la conservación de los recursos naturales. Conferencia presentada en el Encuentro Latinoamericano sobre derechos humanos y pueblos indios realizado en Guatemala Universidad de San Carlos, del 25 al 29 de mayo de 1998.
- Grigg, D.B. (1974). The agricultural systems of the world: an evolutionary approach. Cambridge University Press. England.
- Gutiérrez-Martínez A., C. E. Aguilar -Jiménez, J. Galdamez-Galdamez, S. Mendoza-Pérez y F. B. Martínez-Aguilar. (2007). Impacto socioeconómico de los sistemas de policultivos maíz-frijol-calabaza en la frilesca, Chiapas, México. En I Seminario de cooperación y desarrollo en espacios rurales iberoamericanos sostenibles e indicadores. Almería, España, del 16 y 17 de octubre de 2007.
- Hart, R.D. (1985). Conceptos básicos sobre agroecosistemas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.
- Hart, R. 1990. Componentes, subsistemas y propiedades del sistema de finca como base para un método de clasificación. En: Escobar G. y Berdegue J. (Ed.): Tipificación de sistemas de producción agrícola. Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción. Santiago de Chile. Pp. 45-62.
- Hernández, X.E. 1978. Sistema primario de producción agrícola: características ecológicas y socioeconómicas y consideraciones preliminares para su clasificación. En Gliessman, S. R. (Ed.): Seminarios regionales sobre agroecosistemas con énfasis en el estudio de tecnología tradicional CSAT, Cárdenas, Tabasco. PP. 4-28.

- Hernández, X. E. (1985). Agricultura tradicional y desarrollo. En Xolocoxia. Revista de geografía agrícola tomo I. Universidad Autónoma Chapingo. pp. 419-422.
- Hernández, R., Fernández C. y Baptista, P. (2008). Metodología de la investigación. México, McGraw-Hill.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (1994). VII Censos agrícolas, ganaderos y ejidales de 1991. México.
- INEGI, (2010). Censo de población y vivienda 2010. <http://inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/default.aspx>? Consultado septiembre 2011.
- INEGI, (2007). Censo agrícola, ganadero y forestal 2007. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/TabuladosBasicos/Default.aspx?c=17177&s=est> .Consultado agosto de 2011.
- INEGI, (2005). II Censo de población y vivienda 2005. <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2005/Default.aspx>. Consultado en abril 2008.
- INIFAP. (2008). Recomendación de fertilización para mejorar la nutrición. Cebolla. Desplegable para productores n° 3. INIFAP. Campo experimental bajío.
- Jiménez, S. L. (2007). Principales modalidades de la agricultura en Mexico: antecedentes y perspectivas. En José Luis Calva (Coord.) Agenda para el desarrollo vol. 9. Desarrollo Agropecuario forestal y pesquero. Porrúa, México. P. 55-75.
- Liebman, M. (1999). Sistemas de policultivos. En M. Altieri (Coord.). Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. p. 191-202.
- Luiselli, F. C. (2007). Estrategia para combatir la bimodalidad en México. En José Luis Calva (Coord.) Agenda para el desarrollo vol 9. Desarrollo Agropecuario forestal y pesquero. Porrúa, México. P. 76-99.
- Márquez, S.F. (1977). Clasificación tecnológica de los sistemas de producción agrícola (agrosistemas) según los ejes del espacio y tiempo. En Hernández, X. E. (Ed.) Agrosistemas de México, contribución a la

- enseñanza, investigación y divulgación agrícola. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Márquez, S., F.; L. Sahagún, C.; J.A. Carrera, V. y E. Barrera, G. (2000). Retrocruza limitada para el mejoramiento genético de maíces criollos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 52 p
- Martínez, S. T. (1994). Agricultura tradicional y desarrollo rural: un intento de definición y de ubicación académica. En Martínez S., J. Trujillo A., F. Benjamín G. (Comp.). Agricultura Campesina. Orientaciones agrobiológicas y agronómicas sobre bases sociales tradicionales vs tratado de libre comercio. p. 43-64.
- Mead R. and R. W. Willey. (1980). The concept of a Land equivalent ratio and advantages in yield from intercropping. *Expt Agric.* 16: 217-228.
- Nava, S. R., G. Almaguer V., M. Pérez G. R. Maldonado T., E. Cárdenas S. (2004). Fertilización foliar en cebolla. *Revista Chapingo serie horticultura.* 10(2)159-163.
- Navarro, G. H. (2004). Agricultura campesina indígena, patrimonio y desarrollo agroecológico tradicional. CONACYT-CP. Red mesoamericana para la investigación-desarrollo de la agricultura regional. 214 p.
- Odum, H. T., E. C. Odum, M. T. Brown, D. Lahart, C. Bersok and J. Sendzimir. (1988). *Environmental systems and publis policy.* Center for wetlands, University of Florida, Gainesville. 237 p.
- Palencia O., A. 1990. Caracterización de sistemas agrícolas para efectos de generación–transferencia de tecnología apropiada. Programa Regional de Reforzamiento a la Investigación Agronómica sobre Granos Básicos en Centro América (PRIAG). San José, Costa Rica.
- Remmers, G. G. A. (1993). Agricultura tradicional y agricultura ecológica: vecinos distantes. *Agricultura y sociedad.* 66: 201-220.
- SAGARPA-SIAP. 2010. www.siapgob.mx Consultado en noviembre de 2010.

- Sánchez, P. A. (1976). Soil management in multiple cropping systems. In: Sánchez, P.A. Properties and management of soils in the tropics. John Wiley & Sons. Inc New York pp. 478-532.
- SAS. Institute Inc. (2003). SAS User's Guide Statistics. Release 9.1. SAS Institute, Inc. USA.
- Sepulveda, S. (1991). Taller de transferencia de tecnología apropiada para pequeños productores con métodos participativos, IICA, Coronado-Costa Rica. 380 p.
- Soto, B. F., M. Rodríguez F. y C. Falconi. (2007). Política para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. FAO. Santiago de Chile.
- Trenbrath, B. R. (1976). Plant interactions in mixed crop communities. In Multiple cropping. ASA Special Publication, No. 27. Pp.129-169.
- Turrent, F. A. (1978). El agrosistema, un concepto útil dentro de la disciplina de productividad. Escrito núm. 3 sobre la metodología de investigación en productividad de agrosistemas. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Turrent, F. A. (1979). El sistema agrícola, un marco de referencia necesario para la planeación de la investigación agrícola de México. Documento de circulación interna. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, D.F.. 94 p.
- Turrent. F. A. y J. I. Cortés F. (2004). Ciencia y tecnología en la agricultura Mexicana: I. Producción y sostenibilidad. Terra Latinoamericana 23:265-272.
- Turrent, F. A. (2008). Cultivos asociados. En Rafael Rodríguez Montessoro y Carlos Leon (Coord). El cultivo de maíz: temas selectos vol 1. p. 115-125.
- Turrent, F. A. (2010). Razas criollas de maíz transgénico, seguridad alimentaria y conflictos culturales en México. En Conferencia científica. Avanzando en el conocimiento sobre bioseguridad. Conclusiones científicas, Resúmenes Extendidos. 7—9 de Octubre 2010, Nagoya, Japón.

Villa Isa M. 2008. ¿Qué hacemos con el campo mexicano?. Mundi prensa México
S. A. de C. V. 231p.