

A B S T R A C T

IMPACT OF PRODUCTION SYSTEMS ON GUATEMALAN SEMIARID REGION BIODIVERSITY.

Castañeda, C. Dirección General de Investigación -DIGI-, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos, Guatemala City, Guatemala.

The semi-arid region of Guatemala, with 924 km² and 150,000 inhabitants, was investigated to understand the impact of production systems on its biodiversity. There is not any protected area or mature natural systems. Most of the biodiversity is in the controlled natural systems which include 70% of the total area and twelve different forest and shrub communities; these systems are giving way to monoculture systems. The agriculture systems, classified in state or private irrigation systems (annual or perennial crops) and rain-fall fed systems, represent 28% of the total area and show the lesser biodiversity; of those, the irrigation systems of perennial crops have the more diversity but in the last 30 years have been changing to monoculture systems. The impoverishment of the people and the tendency towards monoculture annual crop systems has been very important in diminishing the biodiversity. Six plant species (*Fernaldia pandurata*, *Brassavola nodosa*, *Encyclia adenocarpa*, *Laelia sp.* and *Oncidium cebolleta*, *Gyrocarpus americanus*) and six animal species (*Canis latrans*, *Lutra anactema*, *Crotalus durissus*, *Heloderma horridum*, *Burhinus bistriatus* and *Cichlasoma motaguense*) are endangered. The data show that biodiversity is changing significantly within species, between species and of unique ecosystems.

RESUMEN

IMPACTO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION EN LA BIODIVERSIDAD DEL BOSQUE MUY SECO DE GUATEMALA¹

La zona muy seca de Guatemala, en el valle del río Motagua en Zacapa y Progreso, fue investigada para comprender el impacto de los sistemas de producción en su biodiversidad. Con superficie de 924 Km² y aproximadamente 150,000 habitantes, es la zona mas seca de Centro América.

Un reconocimiento de entidades y comunidades fue realizado en agosto de 1991; muestreo de vegetación fue conducido en todas las comunidades durante 1992, con trabajo intensivo en comunidades de *Leucaena diversifolia* y *Bucida macrostachya*. Se estimaron los valores de importancia para todas las especies, así como los índices de diversidad de Shannon y de riqueza de especies por comunidad. El área mínima también fue calculada considerando que indica la diversidad de especies con relación al incremento del tamaño del área y permite comparación entre comunidades. Se hizo reconocimiento de mamíferos y reptiles, incluyendo coyote (*Canis latrans*), nutria (*Lutra anactema*), culebra cascabel (*Crotalus durissus*) y escorpión o monstruo de gila (*Heloderma horridum*). La composición y estructura de las comunidades, sus condiciones climáticas y edáficas y una caracterización general de los sistemas agrícolas fue analizada e interpretada. El gradiente de precipitación en esta región es relativamente brusco debido a grandes cambios en altitud en la Sierra Las Minas y Merendón. La precipitación varía de un máximo de 2,500 mm anuales en las altas elevaciones (2500 metros sobre el nivel del mar) y declina a aproximadamente 450 mm en el Rancho (200 msm) y 600 mm en el Valle de la Fragua (185 msm), ubicados únicamente a 20 kilómetros de las altas elevaciones.

La precipitación pluvial promedio anual está comprendida entre 550 a 800 mm anuales, la humedad relativa promedio entre 65 y 75%, la temperatura promedio entre los 21° a 27°, y la evapotranspiración potencial entre 600 a 800 mm anuales, por lo que se infiere que en algunas regiones hay déficit de agua. Estos datos muestran que climáticamente es una zona ubicada justamente en el límite superior de las características de una zona semiárida; sin embargo, desde el punto de vista florístico, con una alta diversidad de comunidades arbóreas, fisonómicamente no presenta características de zona semiárida; en ello influyen significativamente los pronunciados cambios orográficos en un área tan pequeña. En tal sentido, la denominación correcta para el área es bosque espinoso muy seco.

Los sistemas ecológicos fueron clasificados y descritos como sigue: a) sistemas naturales maduros casi en condiciones naturales,

¹

Investigación realizada bajo los auspicios de la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos y del Programa de Apoyo a la Biodiversidad (Consortio integrado por el Fondo Mundial para la Vida Silvestre, Conservación de la Naturaleza y el Instituto Mundial de Recursos).

sin intervención humana significativa; b) sistemas de producción (aquellos usados por el hombre por sus recursos naturales, subdivididos a su vez en sistemas naturales controlados, sistemas agrícolas y pecuarios); c) sistemas urbanos (en los cuales vive el ser humano con alguna infraestructura física y poder local; en ésta categoría fueron incluidas las cabeceras municipales y departamentales). Considerando que toda la región es sometida al impacto de la transformación humana, no hay ningún sistema natural maduro; tampoco incluye alguna área protegida. Los sistemas naturales controlados, que incluyen aproximadamente el 70% del área total, están representados por diferentes comunidades forestales y arbustivas (etapas serales); son usados como pastoreo, con fuente de energía (leña), alimento, madera para pequeña industria y como fuente de plantas medicinales y ornamentales. La mayoría de la biodiversidad nativa está presente en estas comunidades, pero en la última década han sido sustituidas por sistemas agrícolas de monocultivo. Muchas de estas comunidades están bajo presión por cacería de subsistencia y no por propósitos deportivos; ese es el caso de las poblaciones de culebra cascabel que son fuertemente depredadas por gente pobre y vendidas con propósitos medicinales.

Las principales comunidades bióticas son las siguientes: a) comunidades herbáceas, representadas por campos de cultivo abandonados en los últimos tres años; fueron identificadas sesenta especies, siendo predominantes las siguientes: *Setaria liebmanni*, *Blechum brownei*, *Sclerocarpus phyllocephalus*, *Isocarpa Oppositifolia*, *Teramnus labialis* y *Haplophyton cinereum*. b) Comunidades arbustivas: subin (*Acacia farnesiana*); zarza (*Mimosa platicarpa*); c) comunidades forestales: Roble de montaña (*Bucida macrostachya*); caraño (*Juliana adstringens*). El reconocimiento general permite detectar que el modelo más común de sucesión ecológica está dado por comunidades herbáceas durante los primeros tres años que luego son sustituidas por comunidades arbustivas de subin y/o zarza. Las comunidades arbóreas pioneras están dominadas por yaje o comunidades mixtas de cactaceas, mimosaceas, cesalpinaceas y fabaceas; luego sigue la siguiente sucesión: caraño, manzanote y roble de montaña. Esta última comunidad es una de las más maduras del área.

Los sistemas agrícolas, que representan alrededor del 28% del área total, son aquellos localizados en sitios fuertemente deforestados y transformados en tierra cultivada; como la precipitación no es suficiente para mantener el ciclo de vida de la mayoría de los cultivos tradicionales, anuales o perennes, el agua es un factor limitante en la producción agrícola; con irrigación la productividad se incrementa significativamente. Fueron clasificados así: sistemas estatales o privados con riego, para plantas anuales o perennes, sistemas de

estación (invierno) y sistemas agropecuarios. La mayoría de los sistemas agrícolas son con monocultivo anual, tales como melón, tabaco, tomate, sandía y chile pimiento; mostraron la menor biodiversidad y tiene significativa influencia en la disminución de la diversidad animal de otros sistemas. Los sistemas de irrigación de plantas perennes están plantados en las riberas de pequeños ríos, con asociaciones de árboles procedentes de bosques húmedos; tales especies incluyen las siguientes: zapote (*Pouteria mammosa*), chico (*Manilkara achras*), sunza (*Lycania platypus*), mamey (*Mammea americana*), pacaya (*Chamaedorea tepejilote*), marañón (*Anacardium occidentale*) y shupte (*Persea shiedeana*); otras especies exóticas son el mango (*Manguifera indica*) y naranja o limón (*Citrus spp.*). Estos sistemas, denominados "regadíos" por los pobladores, tiene mayor diversidad que otros sistemas agrícolas, pero en los últimos 30 años han sido cambiados a sistemas de monocultivo, especialmente melón y tabaco primariamente para el mercado de exportación. En San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, se encuentra probablemente la mayor plantación de este tipo en América Latina, con 300 has. y 250 propietarios, originada en tiempos prehispánicos y coloniales.

En general, la composición y estructura de los sistemas de producción muestran diferencias en área mínima e índices de diversidad. La mayor diversidad se observa en las comunidades de *Bucida macrostachya*, *Juliana adstringens* y *Pereskia autumnalis*; diversidad intermedia es mostrada por comunidades mixtas de cactaceae, mimosaceae y ceacelpinaceae (*Lemaireocereus-Napalea-Acacia-Leucaena-Cesalpinia*), y yaje (*Leucaena diversifolia*) y brasil (*Haematoxylon brasiletto*); y la menor diversidad es mostrada por las comunidades arbustivas, herbáceas y monocultivos anuales. Los datos muestran que el empobrecimiento de la población humana y la tendencia hacia los monocultivos anuales son factores muy importantes en la disminución de la biodiversidad. Están representadas no menos de 50 familias y 165 especies.

Algunas especies nativas están perdiendo su variabilidad debido a disminución numérica de sus poblaciones. Entre las plantas están las siguientes: loroco (*Fernaldia pandurata*), orquídeas (*Brassavola nodosa*, *Encyclia adenocarpa*, *Laelia sp.* y *Oncidium cebolleta*); Y regador (*Gyrocarpus americanus*); otras especies nativas del econotono superior y en situación crítica son el pony (*Beucarnea sp.*) Y jurgay (*Talisia olivaeformis*).

Entre los animales están los siguientes: coyote (*Canis latrans*), nutria o perro de agua (*Lutra anactema*), culebra cascabel (*Crotalus durissus*), Monstruo de gila o escorpión (*Heloderma horidum*), peretete (*Burhinus bistriatus*) y mojarra del Motagua (*Cichlasoma motaguense*). Hay muchas más especies endémicas, animales y vegetales, acuáticas y terrestres, pero se requiere mas trabajo para hacer un inventario

preciso. Algunas especies endémicas, o por lo menos sus ecotipos específicos de esta región, aparte de los mencionados anteriormente, son los siguientes: *Manihot gualanensis*, *Leucaena guatemalensis*, *Mimosa zacapana*, *Juliana adstringens*, *Nopalea guatemalensis* y *Nyctocereus guatemalensis*.

En sistemas naturales controlados aún hay altos niveles de diversidad, pero su composición está siendo alterada debido a la extracción selectiva e irracional de algunas especies para leña, postes u horcones para secado del tabaco, especialmente *Leucaena spp.*, *Acacia deamii*, *Caesalpinia eriostachys*, *Caesalpinia velutina*, *Karwinskia calderoni*, *Albizzi idiopoda* y *Mimosa platycarpa*. El análisis de la biodiversidad a niveles de ecosistemas muestra que están cambiando significativamente hacia reducción de su diversidad. Muchos ríos han perdido sus condiciones biológicas en la medida que son usados intensivamente para irrigación; algunos de ellos son dejados sin agua, unos dos o tres kilómetros antes de llegar al Motagua, tales como Güijó, Palmila, San Vicente y Tambor; mucha de la vida acuática, especialmente moluscos y nutria están en peligro. En el último siglo fueron reemplazados por tierra agrícola las tres últimas lagunetas naturales que existían. El río Motagua es fuertemente contaminado cotidianamente; 80% de las aguas negras de la capital de Guatemala desembocan en sus aguas y los efectos son observados principalmente al inicio de la estación lluviosa; el río Motagua se pone muy sucio, turbio, y mueren millones de organismos acuáticos, especialmente peces, camarones y moluscos; algunas especies, aparte de los problemas de salubridad humana con poblaciones que viven en sus riberas, están en peligro de extinción, principalmente *Cichlasoma motaguense* y *Lutra anactema*. Algunos llanos de la Fragua, que retienen agua como pequeñas lagunetas, y que constituyen el hábitat del peretete (*Burhinus bistriatus*), han sido destruidos y convertidos en monocultivos.

Finalmente se recomienda la realización de estudios en dinámica de poblaciones de especies en mayor peligro de extinción con acciones simultáneas hacia la preservación; se sugiere estudiar la dinámica del coyote con telemetría. También es importante hacer una propuesta de área protegida. Es necesario tener diferentes reuniones con técnicos y líderes locales para discutir los resultados y juntamente proponer algunas estrategias.

S U M M A R Y

The semi-arid region of Guatemala, in the eastern valley of the Motagua river, was investigated to understand the impact of production systems on its biodiversity. With a surface of 924 km² and 150,000 inhabitants, is the driest area of Central America with unique productive systems, in different developmental stages. A preliminary appraisal of entities and communities was conducted. Vegetation sampling was also conducted in all communities, with intensive work on *Leucaena diversifolia* and *Bucida macrostachya* communities. The value of ecological importance was computed for all species and the Shannon index of general diversity and the index of richness were estimated. The minimal area for each community was also calculated as it indicates species diversity in relation to increasing size of area and allows comparisons between communities. Mammals and reptiles, including coyote (*Canis latrans*), otter (*Lutra anactema*), rattlesnake (*Crotalus durissus*) and gila monster (*Heloderma horridum*) were surveyed. The species composition and structure of different communities, their climatic and soil conditions and general characterization of their agricultural systems, were analyzed and interpreted. Precipitation gradients in this region are relatively steep due to big changes in altitude at Sierra Las Minas and Merendon mountains. Precipitation rises to a maximum of about 2,500 mm of annual rainfall at the higher elevations (2500 meters above sea level) and declines to about 450 mm in El Rancho (200 meters above sea level) and 600 mm in the Fragua Valley (185 meters above sea level), which are only 20 kms from the highest elevations.

The ecological systems were classified and described as follows: a) mature natural systems (almost in natural condition, without significant human intervention); b) production systems (those used by man for their natural resources, which were subdivided in controlled natural systems, agricultural systems and cattle systems); c) urban systems (in which humans are living together with some physical infrastructure and some local power; in this category municipal and departmental villages were included). Since the whole region is under the impact of human transformation there were not any mature natural systems. The region does not include any protected area. The controlled natural systems, which include about 70 % of the total area, are represented by different forest and shrub communities (seral stages); they are used for fodder, as source of fuel, food, timber for small industry and as source of medicinal and ornamental plants. Most of the native biodiversity is present in these communities, but unfortunately they are giving way to agricultural systems. Many of these communities are under pressure from hunting for subsistence rather than for sport purposes; such is the case of rattlesnake populations which are strongly depredated by poor people and sold for medicinal purposes. The main biotic communities are the following: a) Forest communities: roble de montaña (*Bucida macrostachya*); caraño (*Juliana adstringens*); manzanote (*Pereskia autumnalis*); mixed forest of Cactaceae, Mimosaceae and Ceacelpiniaceae (*Lemaireocereus-Nopalea-Acacia-Leucaena-Cesalpinia*); yaje (*Leucaena diversifolia*); brasil (*Haematoxylon brasiletto*). b) shrub communities: subin (*Acacia farnesiana*); zarza (*Mimosa platycarpa*); c) herbaceous communities, represented by fallow fields without cropping in the last three years; there were identified about sixty species, being the predominant the following species: *Setaria liebmanni*, *Blechum brownei*, *Sclerocarpus phyllocephalus*, *Isocarpa oppositifolia*, *Teramnus labialis* and *Haplophyton cinereum*.

Agricultural systems, representing about 28 % of the total area, are those located in sites which were heavily deforested and made into cultivated land for crops; as precipitation is not enough to maintain the life cycle of most traditional annual or perennial crops, water is the limiting factor for agricultural production; with irrigation productivity improves greatly. These systems were classified as follows: state or private irrigation systems (for annual or perennial crops), rain-fall fed systems and cattle and goats systems. Most of the agricultural systems are monoculture with annual crops such as melon, tobacco, tomato, watermelon and pepper; these show the lesser biodiversity and have big influence on the biodiversity of the other systems, diminishing it, especially animals. The irrigation systems of perennial crops are planted along side of small rivers with associations of trees brought from humid forests; such species include *Pouteria mammosa*, *Manilkara achras*, *Lycania platypus*, *Mammea americana*, *Chamaedorea tepejilote*, *Anacardium occidentale* and *Persea shiedeana*; other exotic species are *Manguijera indica* and *Citrus spp.* These systems, known in vernacular language as "regadíos", have more diversity than the other agricultural systems

but in the last 30 years have been changed to monoculture systems, especially melon and tobacco for the export market. At San Agustín Acasaguastlan it is found what is probably the biggest plantation of this type in Latin America, with 300 Has. and 200 owners, originated in prehispanic and colonial times. The agronomic and biological characteristics of these systems are described.

In general, the composition and structure of production systems show differences among minimal area and biodiversity indexes. Thus, greater diversity is shown by the *Bucida macrostachya*, *Juliana adstringens* and *Pereskia autumnalis* communities; intermediate diversity is shown by the Cactaceae, Mimosaceae and Ceacelpiniaceae (*Lemaireocereus-Nopalea-Acacia-Leucaena-Cesalpinia*), *Leucaena diversifolia* and *Haematoxylon brasiletto* communities; and lower diversity is shown by the shrub, herbaceous and monoculture annual crop systems. The data show that the impoverishment of the people and the tendency towards monoculture annual crop systems have been very important in diminishing the biodiversity. Are present 50 families and 165 species.

Some native species are losing their variability because of reduction in their populations. Among these species are the following: loroco (Apocynaceae: *Fernaldia pandurata*), four orchids (Orchidaceae: *Brassavola nodosa*, *Encyclia adenocarpa*, *Laelia sp.* and *Oncidium cebolleta*); and regador (Hemandiaceae: *Gyrocarpus americanus*); some other species native of the upper ecotone that are in critical situation are pony (Liliaceae: *Beucamea sp.*) and jurgay (Sapindaceae: *Talisia olivaeformis*). Among animal species, also threatened, are the following: coyote (*Canis latrans*), otter (*Lutra anactema*), rattlersnake (*Crotalus durissus*), gila monster (*Heloderma horridum*), double-striped thick-knee (Burhinidae: *Burhinus bistriatus*) and mojarra del motagua (*Cichlasoma motaguense*). The region still has many more different endemic species, animal and vegetal, acuatic and terrestrial, but more work is needed in order to make a precise inventory. Some endemic species, or at least their ecotypes, that are very specific of this region, beside the ones mentioned before are the following: *Manihot gualanensis*, *Leucaena guatemalensis*, *Mimosa zacapana*, *Juliana adstringens*, *Nopalea guatemalensis* and *Nyctocereus guatemalensis*.

In controlled natural systems there is still high levels of diversity, but the irrational extraction of some species for fuel and timber (especially *Leucaena spp.*, *Acacia dearnii*, *Caesalpinia eriostachys*, *Caesalpinia velutina*, *Karwinskia calderoni*, *Albizzia idiopoda* and *Mimosa platycarpa*) is altering the composition of some communities. The analysis of biodiversity at the level of ecosystems, shows that these are changing significantly toward reduction of their diversity. Many rivers lose their biological conditions as they are used for irrigation purposes; some of them are even left without water such is the case of Guijo, Palmilla, Teculután, San Vicente and Tambor rivers; most of the acuatic life, especially molusca and other, are in danger. In the last century the only three natural ponds in the area have been changed to agricultural land. The Motagua river is strongly contaminated; 80% of the sewage from Guatemala City goes into this river and the effects are observed mainly at the beginning of the rain season; the river turns very dirty and thousands of acuatic organisms, specially fishes, shrimp and mollusca are killed; some species, beside the health problems of humans living on the riverside, are endangered in this system, specially *Cichlasoma motaguense* and *Lutra anactema*. Many grassy fields in the Fragua Valley, the habitat of *Burhinus bistriatus*, have been destroyed and changed to monoculture crops production.

Plant and animal species are classified as endangered, for economical value, medicinal, agricultural, ornamental, forage and sources of timber.

Finally, it is recommended that studies on population dynamics of endangered plant and animal species are conducted together with the implementation of actions towards their preservation; telemetry is recommended to study coyote. It is also important to make a proposal for a protected area with the objective of managing the native natural resources. It is necessary to have meetings with local people in order to discuss these results and together decide some strategies.

INTRODUCCION

La zona semiárida de Guatemala, localizada en el nor-oriental y conocida como bosque subtropical muy seco o espinoso en el sistema de Holdridge (Holdridge, 1950; de la Cruz, 1982) tiene aproximadamente una superficie de 928 km² y población de 150,000 habitantes, de acuerdo a estimaciones de 1992. Con la sierra de las Minas al oeste y montaña de Pinula (Jalapa) y sierra del Merendón al este, está comprendida en un valle atravesado por el río Motagua y alimentado por numerosos arroyos procedentes de las sierras.

Esta zona es única en Centro América. La interacción de las condiciones físicas (climáticas, fisiográficas y edáficas) con la vegetación, fauna y sociedad, ha conformado singulares sistemas naturales y productivos, tales como bosques espinosos en diferentes fases sucesionales (desde pioneros hasta climax) utilizados para diferentes propósitos, áreas intensamente deforestadas y sustituidas por cultivos con riego o pastoreo de ganado caprino y vacuno, huertos frutales con especies mayoritariamente nativas en las riveras de los arroyos y distritos privados y estatales de riego.

Desde 1960 se han incrementado significativamente los distritos estatales de riego que permiten manejar intensivamente casi 8,000 ha. (80 Km²), siendo mayoritario el de la Fragua. En dichas áreas, la vegetación natural ha sido sustituida por cultivos anuales, principalmente tomate (*Lycopersicon esculentum*), chile pimienta (*Capsicum annuum*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), oca (*Hibiscus abelmoschus*), melón (*Cucurbita melo*), berenjena (*Solanum melongena*) y maíz (*Zea mays*).

En algunas riveras de los arroyos hay áreas denominadas "regadíos", las cuales presentan diversidad de especies frutales nativas de las familias *Sapotaceae*, tales como zapote (*Pouteria mammosa*), caimito (*Chrysophyllum caimito*) y chico (*Manilkara achras*); *Chrysobalanaceae*, como la sunza (*Lycania platypus*) e icaco (*Chrysobalanus icaco*); *Lauraceae*, como aguacate (*Persea americana*) y shupte (*P. schiedeana*); *Clusiaceae* (*Mammea americana*); *Arecaceae*, como pacaya (*Chamaedorea* sp.) y otras. En su límite altitudinal superior era abundante hace 50 años y hoy es rara, el jurgay (*Sapindaceae: Talisia olivaeformis*), una especie cuyos frutos eran comidos y vendidos en la región. Muchos de esos "antiguos regadíos" son actualmente sustituidos por "modernos regadíos" con cultivos anuales.

En la región se realizan diferentes actividades productivas sin conocer adecuadamente sus características biofísicas, su potencial de desarrollo y el impacto ambiental de las actuales y futuras actividades. El presente estudio persigue conocerlo integral y multidisciplinariamente, de manera que sirva posteriormente para proponer metodologías para la recuperación, preservación y mejoramiento de la biodiversidad de los ecosistemas de la zona.

1. ANTECEDENTES

1.1 BASES TEORICAS DE LA BIODIVERSIDAD

Diversidad biológica o biodiversidad es la variedad de y la variabilidad entre organismos y el complejo ecológico del cual son parte (WRI/UICN/PNUMA, 1992), que incluye diversidad a tres niveles: genética (al interior de especies), entre especies y de ecosistemas. Wilson (1992:393) define biodiversidad como la variedad de organismos considerados a todos los niveles, desde variantes genéticas pertenecientes a la misma especie a través de arreglos de especies a arreglos de género, familias, y aún niveles taxonómicos altos; incluye la variedad de ecosistemas, que comprenden las comunidades de organismos dentro de hábitats particulares y las condiciones físicas bajo las cuales los organismos viven.

Componente de diversidad biológica de los ecosistemas es la alta diversidad, especies endémicas, hábitats de especies raras o en peligro de extinción, hábitats usados o requeridos por especies migratorias, áreas de conservación y diversidad biológica de importancia social, económica y cultural.

Aunque hay varias excepciones, en general se acepta que la diversidad biológica incrementa la estabilidad de los ecosistemas (Sutton y Harmon, 1986). Mayor diversidad significa la ocurrencia de cadenas alimenticias más largas, mas hábitats y posibilidades de simbiosis (mutualismo, parasitismo, comensalismo, etc.) y mayores probabilidades de control de la retroalimentación negativa, que reduce oscilaciones, y por consiguiente, aumenta la estabilidad. Por ello, de acuerdo a Margalef (1968), "el ecólogo ve en toda medida de diversidad una expresión de las posibilidades de construir sistemas de retroalimentación".

¿Porqué las comunidades difieren en el número de especies? Whittaker (1970) sostiene que el mayor grado de interacción es logrado por un alto grado de "diversidad beta", el cual es definido como el grado de cambio en composición vegetal en las comunidades a lo largo de un gradiente². Este término contrasta con "diversidad alpha" que se refiere al número de especies en una comunidad dada. La distinción de estas dos clases de diversidad tiene aplicación útil. La diversidad beta implica acomodación de un número alto de especies con distribución restringida a lo largo de un gradiente, en oposición a pocas especies de amplio rango en el mismo gradiente.

De sus estudios de distribución de especies a lo largo de gradientes ambientales, Whittaker (1970:37) obtuvo dos conclusiones fundamentales: a) Cada especie se distribuye a su manera, de acuerdo a sus propias características genéticas, fisiológicas y de ciclo de vida y a su forma de relacionarse con el

² Cociente de la diferencia del cambio entre dos puntos de cualquier parámetro ambiental. Por ejemplo, la humedad, la temperatura, etc.

ambiente físico y con otras especies; por lo tanto, no hay dos especies similares en su distribución; b) El amplio traslape y los centros dispersos de poblaciones de especies a lo largo de un gradiente, implica que la mayoría de comunidades se mezclan gradualmente a lo largo de un gradiente ambiental, en vez de formar zonas distintas o claramente separadas.

Diversidad regional de especies no es una mera función de tiempo y de acceso de los taxa, sino es igualmente función de la clase y forma de operar de los factores de presión en la evolución regional. Perturbaciones históricas recurrentes, tales como fuego, tormentas, inundaciones, vulcanismo u otros movimientos sísmicos, extremos climáticos, etc. se espera que interfieran con la especialización (por ejemplo, adaptación genética a los factores de presión continuamente activos, tales como estacionalidad anual del clima o una presión de pastoreo uniforme o estrechamente oscilante).

Evidencias de la variación de la biodiversidad de una comunidad a otra pueden ser encontradas en los procesos evolutivos. Evolución es considerada progreso hacia incremento de especialización; asumiendo que esa tendencia es dominante, se esperarían especies de amplio rango adaptadas genéticamente a segmentos específicos de su rango de distribución; lo demuestra la existencia de ecotipos fisiológicamente diferentes.

1.2 AGRICULTURA Y BIODIVERSIDAD EN PAISES SUBDESARROLLADOS Y DEPENDIENTES: EL CASO DE GUATEMALA.

La situación actual de la biodiversidad y la naturaleza en general, es producto de procesos que vinculan lo natural y lo social; el hombre, en su afán de satisfacer su amplia gama de necesidades, establece diferentes relaciones con la naturaleza, tales como la manipulación, transformación, acumulación y, consumo de materia y energía, así como la generación de desperdicios y desechos que vuelven a la biósfera. Aunque las características del entorno contribuyen a la configuración de las actividades humanas y al desarrollo de las civilizaciones, la influencia humana sobre la naturaleza ha sido asimismo determinante en el estado actual de los recursos naturales renovables y no renovables.

Entre las características estructurales de las economías subdesarrolladas destacan el predominio del sector primario (agricultura, silvicultura, caza y pesca), fuerte concentración de la renta, poca diferenciación del sistema productivo y sobre todo, predominio del mercado externo sobre el interno (Cardozo y Faletto, 1985).

Johnston y Mellor (1985), caracterizan a la agricultura de los países subdesarrollados como una actividad de grandes proporciones y que con frecuencia es la única existente; el ingreso nacional que ella genera es del 40 al 60% y la fuerza de trabajo que se ocupa en dicha actividad es del 50 al 80%. Asimismo, indican que

aún cuando se dedican grandes cantidades de recursos a la agricultura, principalmente tierra y trabajo, se les utiliza a niveles muy bajos de productividad.

Arnon (1987), indica que la agricultura es por naturaleza una actividad extractiva y que si no se toman las medidas preventivas necesarias, tiende a destruir los recursos naturales en distintas formas, lo cual ha sido observado principalmente en países subdesarrollados.

Las principales formas de destrucción de los recursos naturales están dadas por erosión del suelo (especialmente por labranza agrícola en tierras marginales o destrucción de cubierta vegetal en pendientes), sobrepastoreo (su efecto directo generalmente se combina con otras prácticas como tala de árboles sobrevivientes y matorrales para leña, quema incontrolada del pasto seco y uso del abono animal como combustible); agotamiento o desaparición de la vida silvestre y de los recursos genéticos; aplicación de sustancias químicas; y efectos adversos del riego. La mala utilización del riego, especialmente en zonas áridas o semiáridas, afecta negativamente la fertilidad del suelo por concentración de sales o por incremento del nivel del manto freático o saturación de agua. En países como Irak, Pakistán, Egipto, Irán, Perú y Brasil las áreas afectadas por salinidad o saturación de agua van desde un 15 hasta un 80% del área regada; la salinidad y la saturación de agua afectan la biodiversidad vegetal pues las especies que no toleran tales condiciones de suelo tienden a desaparecer de tales áreas.

Guatemala es un país subdesarrollado y dependiente en el que la agricultura es importante para la economía ya que participa con aproximadamente el 25% del producto interno bruto, absorbe más del 50% de la población económicamente activa (PEA) y genera cerca del 70% de las divisas que ingresan al país. A pesar de tal importancia, la productividad agrícola en general es relativamente baja cuando se compara internacionalmente. Esa baja productividad agrícola es uno de los factores que causan presión para la ampliación de la frontera agrícola, en detrimento de la biodiversidad natural.

La alta concentración del ingreso que ocurre en Guatemala, cuyo extremo bajo se nota mayormente en el área rural en la que los niveles de pobreza han llegado a afectar hasta un 93% de la población, también incide en la presión que la población ejerce sobre los recursos naturales, afectando la biodiversidad natural a través de actividades como la cacería, extracción de especies vegetales y animales, etc.

Otras características que repercuten en el estado actual de los recursos naturales de Guatemala son las siguientes: a) bajo promedio de vida (47 años en mujeres y 42 en hombres); b) alto porcentaje de desempleo (41% que equivale a más de un millón de desempleados y sub-empleados); c) alto índice de analfabetismo (52%, lo cual significa que más de cuatro millones de personas no saben leer); d) concentración de la tierra en pocas manos y relación minifundio-latifundio (el 64.5% de superficie cultivada pertenece al 2.6% de propietarios); e) un gran porcentaje de la producción agrícola es exportada (45% del área cultivada, la mejor tierra, sin considerar los cultivos no tradicionales) y f) carencia de industria

nacional sólida (Castañeda, 1991). El crecimiento económico no es sostenido sino excluyente en sus beneficios, depredador del ser humano y de la naturaleza y cada vez más dependiente de factores externos como insumos (pesticidas, fertilizantes, etc.), créditos, bienes y capitales; no está orientado a resolver los problemas alimentarios de las mayorías y fomenta la destrucción de prácticas tradicionales de producción y manejo de recursos, del conocimiento de los indígenas y de sus conceptos y prácticas de relacionarse con la naturaleza. Esta forma particular de la sociedad guatemalteca fomenta que los recursos naturales no sean para beneficio colectivo sino para unos pocos, generando cada vez más un fuerte deterioro del medio natural y del ser humano (Castañeda, 1991).

Con una superficie de 108,889 km², Guatemala es un país ubicado en la región subtropical del hemisferio norte con un relieve marcadamente montañoso en casi el 60% y un gran contraste ecológico y geográfico, con por lo menos 14 zonas de vida. Standley et al, 1961, reporta 8,671 plantas superiores (*Pinophyta* y *Magnoliophytas*), con algunos grupos con alta diversidad. También forma parte de uno de los doce megacentros de plantas cultivadas, donde se originaron el maíz, frijol, calabaza, chiles, güisquil, aguacate, tabaco, algodón y otras especies.

Tiene gran variedad de ecosistemas que van desde bosques en condiciones semiáridas hasta bosques pluviales siempre verdes (cálidos hasta fríos), bosques templados de latifoliadas, bosques de coníferas y diferentes sistemas lacustres. Su gran diversidad ecosistemática es la base fundamental de la alta biodiversidad del país; sin embargo, se estima que tanto sectores académicos como la sociedad guatemalteca en general, no conocen la magnitud de la diversidad biológica que encierra su territorio. Asimismo, se reconoce que hay una alarmante pérdida de biodiversidad a causa de los estilos de desarrollo adoptados.

1.3 EVOLUCION DE LA BIODIVERSIDAD: EVIDENCIAS PALEONTOLOGICAS

Diversas evidencias geológicas y paleontológicas muestran que en el largo proceso evolutivo, no sólo han cambiado las especies animales y vegetales, sino que también ha variado su distribución sobre la tierra. Las masas continentales han cambiado de forma y posición induciendo transformaciones climáticas, lo cual nos muestra que la naturaleza es cambiante y que el cambio en un elemento induce transformaciones en todo el sistema.

Ello es aplicable a la zona semiárida en estudio. Brown en 1948 y Patterson y Woolfolk en 1960 y 1971, citados por Ibarra (1980), hicieron hallazgos paleontológicos en diferentes sitios del valle de Estanzuela, Zacapa. En antiguos depósitos lacustres, donde quedaron atrapados y luego enterrados para formar depósitos geológicos, encontraron restos fósiles de mastodonte, megaterio, armadillo gigante o gliptodonte, capibara, caballo y tapir primitivo, entre otros, cuya edad fue estimada en laboratorios de la Universidad de Harvard en aproximadamente 30,000 años. Según Brown y Gazin (citados por Ibarra, 1980), el

gliptodonte o armadillo gigante se extinguió en la región de Estanzuela, actualmente representativa de la zona semiárida, hace unos 10,000 años.

De acuerdo a esos hallazgos, la diversidad de los animales y por lo tanto de la vegetación y globalmente de los ecosistemas de la región, fue significativamente diferente hace 30,000 a 50,000 años a la actual. Evidentemente hubo cambios climáticos y geológicos, elementos importantes en la evolución de especies en la región.

La topografía del lugar del hallazgo presenta depresiones y un pequeño vaso que muestra la forma de una extinta laguneta, la cual constituyó en tiempos mucho más antiguos (hace unos 4 millones de años) parte de un gran lago en todo el valle. Esta hipótesis sugiere que ese gran lago fue gradualmente drenado a través de los actuales ríos Motagua y Grande, dando lugar a varias pequeñas lagunetas. Es altamente probable que diferentes movimientos tectónicos generados por la actividad volcánica del terciario en áreas relativamente cercanas como en los volcanes de Ipala (Chiquimula), Tuhual (Jalapa) y Suchitán (Jutiapa), y la falla del Motagua interactuando con otros fenómenos, contribuyeron al drenaje del lago y constituyeron fuertes presiones evolutivas en la región. La falla del Motagua pasa actualmente por Estanzuela a dos kilómetros del depósito de fósiles.

Si reconstruyéramos la escena del área de Estanzuela de hace unos 50,000 años, imaginaríamos animales extintos -como los representados por los fósiles encontrados- dentro y en la orilla de una pequeña laguna. Las especies vegetales de las riberas de la laguna debieron ser algunas parecidas a las que actualmente están en las riberas de los ríos cercanos, tales como Acacias (*Acacia* spp.), *Ceníceros* (*Samanea saman*). Jaguay (*Pithecolobium* sp), Jocote Cimarrón (*Andira inermis*), *Upay* (*Cordia dentata*), *Ceibas* (*Ceiba* spp.), etc.

En otras partes de la zona semiárida se han encontrado otros sitios paleontológicos, como Tulumaje y Tulumajillo, Progreso, donde hay evidencias de fauna de hace 30,000 años, especialmente mastodontes. También, cerca de la Arada, Chiquimula, ya en el bosque seco, hay un gran depósito de fósiles vegetales, que confirma los fuertes movimientos geológicos y presiones evolutivas en la zona.

1.4 SINTESIS HISTORICA DEL USO DE LA BIODIVERSIDAD

En el municipio de San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, hay un sitio arqueológico denominado Guaytán el cual presenta evidencias de ocupación humana desde hace por lo menos 400 años AC a 1500 años DC (Walters, 1983). El sitio tuvo importantes asentamientos humanos en el período clásico tardío (600 a 900 años DC), lo cual le permitió intercambio con la región oeste de Honduras, la región de Chamá de Petén, los altiplanos de Chiapas y Guatemala y la costa pacífica de Chiapas hasta el noroeste de Costa Rica (Walters, 1983). En el cimiento, aldea de San Agustín Acasaguastlán, hay otro sitio arqueológico, muy deteriorado y depredado; ambos sitios están a orillas del río Hato, afluente del río Motagua.

Cuando los españoles iniciaron el proceso de conquista de Guatemala en 1524, había ocupación humana en la zona semiárida (valle medio del Río Motagua). De acuerdo a Terga (1980) se encontraban poblaciones de tres grupos étnicos bien diferenciados: chortís, pipiles y alaguilac.

El grupo étnico chortí ocupaba diferentes áreas de Zacapa en pequeños asentamientos, aunque aquí no representaban un grupo con fuerte organización social, como sí la mostraba en áreas montañosas de Chiquimula hasta Honduras (bosques secos y húmedos); este grupo es considerado descendiente de los mayas vinculados a Copán.

Los pipiles ocuparon el área del valle del Toco y (Morazán), Guastatoya y San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, donde se establecieron luego de desplazar y someter en los siglos VIII y IX a los maya pokom (Terga, 1980).

Los Alaguilac representaron, según Terga (1980), grupos mixtos resultantes de las mezclas entre chortís y pipiles, en las áreas de Cabañas, Teculután, Usumatlán (Zacapa) y San Cristóbal Acasaguastlán (El Progreso). Por comunicación personal con vecinos de estas regiones, se tiene conocimiento que se han encontrado pequeños sitios con muestras de alfarería de la época.

Fuentes y Guzmán refiere que los frailes que visitaron las comunidades de las riberas del río Motagua en el año de 1539 sufrieron de carestías al extremo de tenerse que alimentar de chichicaste, maíz cocido y tostado, raíces crudas y otras hierbas. Sin embargo, manifiesta que es una región frondosa, con numerosos caudales de río, con grandes arboledas, indicando que "Riegan las tierras de este corregimiento (Cazabastlán) con dulces aguas, copiosos arroyos y riachuelos que, fecundándola y vistiéndola de grande amenidad y de frescura, mueren sin nombre en las profundidades madres de otros ríos, que por copiosos y crecidos se hacen famosos y nombrados aún en las partes más remotas de los confines del reino". También se refiere a la región como productora de cacao de Zacapa, achiote, vainillas, madera (brazil negro) zarzaparrilla, guayacán, palmas de corozo, cachimbo, tabaco, jícaras de todas clases, pequeños bosques donde brotan piñuelos, cocos, coyoles y zapotes, además de frijol y maíz como productos tradicionales indígenas.

En los períodos iniciales de la colonia, los españoles fundaron y edificaron pueblos en lugares donde anteriormente hubo ocupación de tribus y familias indígenas. Entre dichos poblados sobresalen San Agustín Acasaguastlán, San Sebastián Chimalapa hoy Cabañas, San Juan Osumatlán hoy Usumatlán, Santa María Magdalena en San Agustín Acasaguastlán, San Pedro Zacapa, San Pablo Zacapa, Santa Lucía Zacapa y San Miguel Gualán. San Cristobal Acasaguastlán surgió como asentamiento administrativo de la región, poblado mayoritariamente por españoles. Dichos pueblos estaban cerca de pequeños arroyos y tuvieron importancia para la comunicación terrestre que en la colonia se estableció con el Atlántico, especialmente a través del río Dulce y Puerto Santo Tomás, como salida a Europa.

Solano (1977) señala que para el siglo XVIII los centros urbanos de mayor importancia en la zona eran San Agustín de la Real Corona (hoy San Agustín Acasaguastlán) y San Pedro Zacapa con mas o menos 3,000 habitantes cada uno. Se refiere a San Agustín de la Real Corona como productor de maíz y frijol en escasez y de hortalizas como producto rentable (expresión utilizada por el autor); asimismo, indica que se cultivaba caña de azúcar y tabaco; las explotaciones ganaderas eran escasas y diseminadas.

Desde San Agustín Acasaguastlán hasta la aldea El Cimiento, distantes 10 kilómetros, se encuentra en la ribera del río Hato el área más grande de regadío de árboles frutales de la región y de Guatemala, con dominancia de *zapote (Pouteria mammosa)*, chico (*Manilkara achras*) y otras especies nativas. Se estima a manera de hipótesis, que este sistema fue establecido en tiempos precolombinos como una fuente muy productiva de alimentos y eficiente uso de agua, y que durante la colonia fue ligeramente cambiado con incorporación de especies introducidas por los españoles, tales como cítricos y mangos.

En la zona hubo encomiendas y repartimientos, como parte de los cambios realizados por los españoles durante la colonia en las principales áreas del país, lo cual se relacionó con la concentración de la tierra y explotación de las mayorías indígenas y mestizas.

Un ejemplo que ayudará a visualizar esa época es el siguiente texto sobre una queja fechada 3 de marzo de 1775 de los indios de Uzumatlán, Zacapa (en esa época Osumatlán, provincia de Chiquimula), registrada por Simpson (1938). La traducción textual dice así: "En una petición de los indios de este pueblo (Usumatlán), relacionada con mal trato de don Tomás Chacón, ellos afirman que desde hace algún tiempo han estado sirviendo en el repartimiento de la hacienda de Chacón. El les da excesivas tareas y su esposa les golpea y maltrata verbalmente. El resultado es que después de dos días los indios huyeron de la hacienda. Chacón ha ido al pueblo de los indios y les ha gritado y se ha quejado con el alcalde. Los indios piden que se les libere de este repartimiento y que hay otras haciendas donde los hombres desean servir y donde serán apropiadamente tratados. El procurador presenta el caso a la Audiencia, repite los cargos de los indios y agrega que Chacón está usando a los indios en su trapiche. Argumenta que los indios deben ser excusados de este repartimiento, porque:

- 1) Ellos trabajarán voluntariamente en otras haciendas;
- 2) Una de las condiciones del repartimiento es que los indios deben ser bien tratados;
- 3) Chacón les paga únicamente un real por día, mientras que hay orden para ese territorio (que generalmente es obedecida) de pagar a los indios real y medio;

- 4) Chacón obliga a ellos a traerle a sus mujeres, lo cual es una gran ofensa para sus maridos. La audiencia suspende a Chacón el repartimiento, quedando pendiente la investigación de los cargos. (Simpson, 1938: 108-9).

En los siglos XVIII y XIX la mayoría de haciendas en la parte baja se dedicaron gradualmente al cultivo de árboles frutales y palmas a la orilla de los ríos, como regadíos, y de plantas anuales, entre ellas el tabaco. La ganadería se fomentó en forma extensiva utilizando los terrenos para pastar en la vegetación natural, ya que no se deforestaba totalmente.

El establecimiento del ferrocarril a fines del siglo XIX desde la capital de Guatemala a Puerto Barrios fue un elemento importante en el cambio de la agricultura de los valles del bosque muy seco y en la deforestación del área.

A inicios de este siglo se tenía establecido un sistema de derivación de agua para riego de diferentes ríos, el cual se legalizó especialmente en Teculután, Uzumatlán y San Agustín Acasaguastlán.

Las legalizaciones de las derivaciones se hicieron por medio de las municipalidades, donde se compraba el usufructo del agua. En algunas ocasiones ese usufructo se hizo a través de grupo de usuarios, finqueros o propietarios de terrenos. Particularmente, es notable el caso de San Agustín Acasaguastlán.

Desde 1958 se han incrementado los distritos estatales de riego que han permitido manejar intensivamente casi 8,000 has (80 km²) de sus suelos. El sistema de riego más grande establecido en 1960 es el de la Fragua. En dichas áreas la vegetación natural ha sido sustituida por cultivos anuales, principalmente tomate, chile pimienta, tabaco, oca, melón, berenjena y maíz.

En los últimos 35 años, muchos de los antiguos regadíos cultivados de árboles frutales, han sido sustituidos por los mismos cultivos anuales que se han fomentado en los sistemas estatales de riego.

2. OBJETIVOS Y METODOS DE INVESTIGACION

2.1 OBJETIVOS

Establecer integral y multidisciplinariamente el impacto de los diferentes sistemas de producción en la biodiversidad (vegetal y animal) de la zona semiárida de Guatemala. Ello, a través de los siguientes objetivos específicos: a) Estudiar composición, estructura y uso de especies (vegetales y animales) en las diferentes comunidades; b) Definir las características climáticas, hidrológicas, fisiográficas y edáficas; c) Identificar y caracterizar a los sistemas de producción; d) Caracterizar las principales interacciones sociales, tales como dinámica demográfica, tenencia de la tierra, tipos de producción y estructura ocupacional; e) Evaluar en términos de biodiversidad a los diferentes sistemas de producción; f) Proponer metodologías para

la recuperación, preservación y mejoramiento de la biodiversidad de los ecosistemas de la zona.

2.2 METODOS DE INVESTIGACION

2.2.1. Métodos Generales

Se consideró como área de estudio al monte espinoso definido para Guatemala por Holdridge (1950). Las coordenadas geográficas de posición del área de estudio se definieron en las hojas cartográficas 1:50,000 y con ellas se desarrolló un mapa planialtimétrico a escala manipulable.

Mediante fotografía aérea y mapas topográficos se ubicaron los ríos del área, desarrollando un mapa con toda la red de drenaje y se indicaron las estaciones limnimétricas y limnigráficas existentes. Se desarrolló un mapa de cuencas de los principales ríos del área.

Se determinaron las características generales según Thornthwaite; en el plano base se ubicaron todas las estaciones climáticas existentes y se desarrolló un plano de isoyetas, isotermas y de isoevapotranspiración media anual. Con estos datos se calcularon índices de aridez, para determinar si se cumple con los diferentes criterios de semiaridez. La evapotranspiración se estimó con las fórmulas de Turck.

Se hizo un reconocimiento del área para aproximar las características generales, enfatizando en análisis cartográfico, identificación y clasificación de unidades de estudio y selección de sitios para trabajo intensivo; se hizo colecta de vegetación para su posterior determinación en el herbario, caminamientos en principales ecosistemas disturbados y no disturbados, distritos estatales de riego y regadíos ubicados en las riberas de los arroyos. Asimismo, se sostuvieron pláticas con campesinos y funcionarios de la región y discusiones intragrupalas para puntualizar la metodología integradora de las diferentes disciplinas.

La presente interpretación se sustenta parcialmente en los estudios específicos de este proyecto que se enumeran a continuación, algunos de los cuales sirvieron de base para tesis de estudiantes de la facultad de Agronomía y se publican aparte:

- Caracterización de la comunidad de Yaje (*Leucaena diversifolia*) (Schlecht) Benth.
- Caracterización de la comunidad de Almendro de Cerro (*Bucida macrostachya* Standl). En la zona semiárida de Zacapa y el Progreso.
- Caracterización de las áreas irrigadas en la cuenca del río Hato, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso.

- Determinación de área mínima de muestreo en cuatro comunidades vegetales de la zona semiárida en el departamento de Zacapa.
- Reconocimiento de distribución y abundancia de mamíferos con énfasis en coyote (*Canis latrans*) en el bosque muy seco de Guatemala.
- Estudio integrado de la parte baja de las cuencas de los ríos Huijo, La Palmilla y Teculután (Zacapa) y del río El Tambor (El Progreso).

Para su estudio se seleccionaron los siguientes sitios: a) naturales controlados: Cenegal, Río Hondo; Casas de Pinto, Río Hondo; Plan del Sare, Huité; San José, Teculután; Guijo, Usumatlán; Huyús, San Cristóbal Acasaguastlán; El Jícaro, El Progreso; San Pablo, Zacapa; Manzanotes, Zacapa; b) agrícolas y pecuarios: Río Hato, San Agustín Acasaguastlán; Manzanotes, Zacapa; San Pablo, Zacapa; La Fragua, Estanzuela y Zacapa; El Jícaro, El Progreso; Teculután, Teculután; San Juan, Zacapa; Jumuzna, Zacapa; San Jorge, Zacapa; Magdalena, San Agustín Acasaguastlán; Guastatoya, El Progreso.

2.2.2 Vegetación

Se hicieron muestreos de vegetación (Mueller y ElleMBERG, 1974) en áreas representativas de las diferentes comunidades; el tamaño y número de parcelas se determinó con el método de área mínima. Estudios específicos de comunidades se realizaron para las comunidades de yaje (*Leucaena diversifolia*), roble de montaña (*Búcida macrostachia*) y comunidades arbóreas de regadíos; resultados específicos se presentan por aparte (Alarcón y Castañeda; Tenas y Castañeda; Paíz, Castañeda y Ayala). Para árboles se registró especie y diámetro a la altura del pecho, para arbustos y herbáceas únicamente se registró especie y porcentaje de cobertura. Con esos datos se calculó densidad, frecuencia y cobertura o área basal y con sus valores relativos se estimó el valor de importancia (IV) para cada especie por comunidad; el valor de importancia (Curtis, 1959) se considera un excelente indicador de la importancia ecológica de cada especie en la comunidad. Con esos datos se estimaron diferentes índices de diversidad de especies (*Shanon, Simpson, Sorensen, etc.*). Asimismo se estimó el área mínima de todas las comunidades y se utilizó como indicador de diversidad; se acepta (Mueller y ElleMBERG, 1974) que el área mínima es de interés también por su propio valor de información debido a que indica una importante propiedad de la comunidad, cual es la diversidad de especies con relación al incremento del tamaño del área.

2.2.3 Fauna

Se utilizaron métodos clásicos para el muestreo de animales (Geis, 1971; Rabinovich, 1980) en las diferentes comunidades vegetales estudiadas, con énfasis en mamíferos. Se realizaron estudios específicos de la dinámica poblacional de coyote (*Canis latrans*) en las comunidades de Cenegal, San Nicolás, San José Teculután y Cabañas.

2.2.4 Demografía y uso de algunos recursos

Se estimó la densidad de población en el área de estudio, dividiendo la población total (en número de habitantes) entre la superficie total del área (en kilómetros cuadrados), con base a los censos que realizan los puestos y centros de salud locales. La superficie del área se estimó por planimetría sobre fotografía aérea. La densidad de población se estimó para el período 1950-1990. Con la serie de datos para tal período de tiempo, se estimó la tendencia de la densidad de población, utilizando un modelo de regresión cuya forma general implícita es: $DP = f(T)$; donde: DP = Densidad de población en habitantes por kilómetro cuadrado; T = Tiempo en años. La tendencia estimada fue de utilidad para relacionarla con la tendencia de la población económicamente activa en la agricultura y con el avance de la frontera agrícola.

La proporción de la población que cuenta con servicios de agua domiciliar, energía eléctrica, letrina, teléfono, disposición de basura, etc. se estimó a partir de los censos levantados por los centros y puestos de salud del área estudiada, así como los censos nacionales de habitación.

El uso que los campesinos dan a las diferentes especies se determinó por medio de una encuesta realizada a los pobladores de las comunidades estudiadas.

2.2.5 Economía

Se estudió la evolución de la población económicamente activa (PEA) por rama de actividad económica en el área de estudio; específicamente se analizó el comportamiento de la PEA en la agricultura, como proporción de la población total. Se estimó la tendencia de la PEA por rama de actividad, en el período de 1950-90 recurriendo a la técnica de regresión aplicada al modelo general siguiente: $PEAi = f(T)$; donde: PEA_i – Población Económicamente Activa en la i-ésima rama de actividad; expresada en número de habitantes; T = Tiempo en años. La principal fuente de datos de PEA la constituyeron los censos nacionales de población y/o boletas censales (1950, 1964, 1973 y 1981); así como la encuestas nacionales sociodemográficas (1986-87 y 1989). En los años para los que no existían datos disponibles, se estimaron con base en la proporción promedio de la PEA con respecto a la población total.

El ingreso neto de los distintos cultivos del área de estudio se estimó con base a los datos proporcionados por los encuestados.

2.2.6 Sistemas de Producción

Los sistemas de producción identificados se agruparon en la forma siguiente: a) naturales controlados (diferentes comunidades herbáceas, arbustivas y arbóreas en diferentes fases sucesionales); b) agrícolas (sistemas de producción bajo riego, que incluye unidades estatales y no estatales de riego, regadíos y cultivos estacionales); c) pecuarios (bovinos y caprinos).

En cada comunidad se tomaron datos sobre su reciente historia de manejo, con observaciones e información de los usuarios. Además se elaboraron boletas especiales para campesinos y funcionarios, que permitieron detectar los tipos de producción y algunos elementos étnicos y culturales sobre su visión de la naturaleza. Ello se relacionó con los datos oficiales del último censo sobre dinámica poblacional, tenencia de la tierra y estructura ocupacional.

La información primaria sobre tecnología, áreas dedicadas a cada especie, rendimientos, procesamiento de la producción y comercialización se obtuvo utilizando la técnica de sondeo, directamente con los agricultores que manejan cada una de las especies encontradas.

3. SINTESIS DESCRIPTIVA DEL AREA DE ESTUDIO

3.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA

La zona semiárida está localizada entre los puntos extremos 14° 46' y 15° 05' latitud norte, pero predominantemente entre 14° 50' y 15° 00' latitud norte; además está comprendida entre 89° 24' y 90° 17' longitud oeste. Con la Sierra de las Minas al norte, montaña de Jalapa sobre la meseta central al sur, y Sierra del Merendón al este, incluye altitudes que van desde 140 msnm, en el límite altitudinal inferior en jurisdicción de Gualán, Zacapa, hasta los 560 msnm, en jurisdicción de Sanarate, El Progreso; su parte baja mayoritaria comprende un valle de aproximadamente 75 km de longitud, con altitudes de 180 a 300 msnm, atravesado por el río Motagua el que a su vez es alimentado por numerosos ríos y arroyos procedentes de las sierras.

Esta zona es relativamente pequeña (924 km²) y es el área mas seca de Guatemala y de Mesoamérica. Las altas montañas que le rodean presentan condiciones de aislamiento ecológico y geográfico que favorecen el endemismo (distribución restringida de una especie a un área o una región) y la especiación (formación de especies debido a acumulación gradual de pequeños cambios genéticos a través del tiempo).

3.2 CLIMA

La precipitación promedio anual está entre 550 (varios puntos del valle) a 800 mm anuales (varios puntos de los cerros), pero es predominante entre 550 y 650. La humedad relativa promedio en la zona de vida es entre el 60 y 72%. La evapotranspiración potencial se encuentra en un rango de 600 a 800 mm anuales (Turc), mayor que la disposición promedio de precipitación, lo cual explica el déficit de agua en casi toda la zona de vida. La temperatura promedio varía de los 22 a los 28° C.

El gradiente de precipitación de ésta a las regiones circundantes es relativamente brusco debido a grandes cambios en altitud en las Sierras que le circundan. La precipitación varía de aproximadamente 450 mm en el Rancho (200 msnm) y 600 mm en el Valle de la Fragua (185 msnm), ubicados únicamente a 15 kilómetros en línea recta de las altas elevaciones (2500 a 3000 msnm) de la Sierra de las Minas, donde la precipitación alcanza rápidamente 2,500 a 3,000 mm anuales. Situación similar ocurre de los otros sitios hacia la sierra del Merendón o Montaña de Jalapa. Las características climáticas de esta zona semiárida, relativamente pequeña, son pues altamente influidas por las Sierras, como consecuencia de la sombra orográfica.

La información climática es escasa, especialmente por unidad de área, y ello no permite profundizar en el análisis. Hace falta información de la precipitación en años poco lluviosos, lo cual puede impactar a largo plazo en la selección de la vegetación.

FAO (1985) reconoce con base a la intensidad de la sequedad del clima como regiones semiáridas aquellas con precipitación de 400 a 600 mm anuales; como áridas se reconocen aquellas con precipitación de 100 a 400, y como desérticas o hiperáridas aquellas con precipitación media inferior a 100 mm anuales.

Los datos muestran que climáticamente es una zona ubicada justamente en el límite superior de las características de una zona semiárida; el déficit de agua conduce a que ningún cultivo pueda desarrollarse sin riego en la zona. Desde el punto de vista florístico, la zona presenta diversidad de comunidades arbóreas; fisonómicamente, presenta pocos sitios con características de semiaridez, especialmente en aquellos sitios disturbados. La vegetación tiene la fisonomía de bosque bajo espinoso, con dominancia de cactáceas, mimosáceas, cesalpináceas y fabáceas.

Debido a lo pronunciado de la estación seca, (introducir días promedios de lluvia, inicio y finalización del invierno) la vegetación es decidua. A mediados de octubre se observa la rápida defoliación, sin presentar cambios en coloración del follaje, y a inicios de mayo, aún sin establecerse fuertemente el invierno, se inicia la formación de follaje.

Las características climáticas y el déficit de agua para especies cultivadas, muestran que es correcto denominar semiárida a dicha zona.

Walter (1973) reporta una zona semiárida, en los valles de Barquimiset, Venezuela, situada en la sombra orográfica de Los Andes, que él califica semidesértica y que denomina cactus-arbustos espinosos (*Cactus-thornbush*), con una precipitación media de 500 mm; predominan diferentes miembros de la familia Cactaceae, entre ellos *Pereskia guamucho* y *Cereus jamaparu*, compartiendo con arbustos espinosos (*Prosopis*, *Acacia*) acompañados de *Bursera*, *Guaiacum*, *Capparis*, *Croton*, *Agave* y *Fourcroya* spp. (Walter, 1975).

3.3 FISIOGRAFIA, TOPOGRAFIA Y SUELOS

Fisiográficamente, la zona semiárida está ubicada mayoritariamente en parte de la depresión del río Motagua, comprendida entre la aldea Palo Amontonado, de El Progreso, y la aldea Las Carretas de Gualán, Zacapa. Está constituida predominantemente de aluviones cuaternarios y rocas ultrabásicas de edad desconocida; asimismo, el paisaje fisiográfico es caracterizado por meandros fósiles y meandros bien desarrollados y abandonados. En su mayoría, especialmente en el valle, la región tiene una pendiente relativa no mayor de 5%, aunque, hacia los alrededores buscando hacia las montañas, existen áreas con pendientes bastante pronunciadas.

Simmons y Tárano (1979), en un estudio detallado de los Llanos de la Fragua, Zacapa, suponen que el valle fue un lago o brazo del mar en la época del pleistoceno, a juzgar por ciertos materiales que parecen haber sido depositados en el agua y que forman una capa continua en la mayor parte del valle y, a restos fósiles de dicha época que fueron encontrados en este material cerca de Estanzuela. Según este estudio, en el valle se encuentran principalmente las siguientes series de suelos: a) Chicaj arcilla; b) Chicaj franco arcilloso; y c) Tempisque. Estos suelos se caracterizan por poseer poca permeabilidad (drenaje deficiente) debido a un alto contenido de arcilla en los estratos superficiales. En menor proporción se encuentran las siguientes series de suelos: Cortí franco arcilloso arenoso, Sinaneque franco arenoso, Chirrum franco arcilloso, Teculután franco arenoso fino, Chiquimula franco arcillo arenoso, Salamá arena franca fina.

Los suelos del área tienen su origen, según el mapa geológico en tres grandes grupos: a) en su mayoría de aluviones cuaternarios, los cuales se encuentran ubicados en las localidades del valle de la Fragua, Cabañas, La Reforma Huité, Estanzuela, El Jícaro, El Rancho, San Agustín Acasaguastlán; b) rocas ultrabásicas de edad desconocida, generalmente serpentinas, que se ubican en las localidades de San Agustín Acasaguastlán, San Cristobal Acasaguastlán, La Estancia de la Virgen y el pie de monte de las cuencas de los ríos Huijón, la Palmilla, Teculután y Pasabien; c) rocas volcánicas que incluye colada de lava, material laharico y edificios volcánicos, ubicadas en Guastatoya, el pie de monte de las cuencas de los ríos Las Ovejas, El Tambor, San Vicente, Huité y Quebrada del Río San Juan.

De acuerdo a la capacidad productiva se encuentran suelos desde la clase agrológica I, ubicada en los valles aluviales del río Motagua, hasta clases agrológicas VI y VII, en los pie de monte de San Agustín Acasaguastlán, el Júcaro, San Cristóbal, Río Hondo, así como unas clases intermedias ubicadas en las planicies de Usumatlán, Teculután, Estanzuela, de clases III y IV (Mapa de capacidad productiva del IGN, 1982).

Diferentes estudios indican que los suelos de la serie Chicaj son de los más problemáticos del valle, por su textura pesada. Por tal razón, García, Pérez y Maraúx (1988), desarrollaron un estudio de drenaje interno en estos suelos. Se caracterizó el movimiento del agua a través del perfil, utilizando tensiómetros, aspersor de neutrones y determinaciones de laboratorio. Los resultados mostraron que en las parcelas de prueba cubiertas para evitar evapotranspiración, la percolación fue prácticamente nula, especialmente a profundidades mayores de 45 cms; en las parcelas descubiertas las pérdidas registradas se debieron casi exclusivamente a evapotranspiración.

Se concluye que en la región hay una diversidad de suelos en cuanto a textura, estructura, profundidad y fertilidad, ya que se encuentran suelos muy pobres y suelos con buenas características físicas y químicas. Los suelos predominantes en el valle de la Fragua, los mayoritarios desde el punto de vista agrícola de la región, son de textura arcillosa, y con buenas propiedades físicas y químicas que los hacen aptos para agricultura intensiva.

3.4 *HIDROGRAFIA*

La región está comprendida en la parte media y baja de la cuenca del río Motagua, compuesta por las subcuencas de diferentes ríos que descienden de la Sierra de las Minas, Montaña de Jalapa y Sierra del Merendón. En el cuadro No. 1 se enumeran las subcuencas de los ríos que desembocan en el Río Motagua.

Cualitativamente es el área con mas agua limpia en sus ríos, con relación al país, pese a la reciente contaminación y uso muy intenso. A partir de hace 25 años el río Motagua ha sido contaminado mucho mas, por descarga de afluentes de la capital; actualmente ello es más intenso a través de los ríos Las Vacas y Las Cañas que reciben las descargas de las zonas 17 y 18.

Todos los ríos, incluyendo el Motagua, son utilizados en riego y para agua potable.

3.5 *UBICACION POLITICA Y CONTEXTO SOCIAL*

La zona semiárida, bosque espinoso o muy seco, comprende parte de los departamentos de El Progreso (siete municipios, treinta aldeas, y cincuenta y cinco

caseríos), de Zacapa (ocho municipios, sesenta y nueve aldeas y ochenta y cuatro caseríos) y una pequeña parte de Chiquimula (dos aldeas y aproximadamente 60 km²); en total cubre parte de tres departamentos, quince municipios, novecientas una aldeas y 139 caseríos. El área estimada es de 924 km² (De la Cruz, 1982; Holdridge, 1950) con una población de 114,619 habitantes para 1981 y de 150,000 para 1993.

Para 1981 la densidad poblacional humana era de 123 habitantes por km² y para 1993 de 162 habitantes por km². El promedio nacional para 1981 era de 55.67 habitantes por km², de tal manera que la densidad poblacional humana para esta región se considera bastante alta. Ese alto valor se explica como consecuencia de que el área es en su mayoría sostenida con agricultura con riego lo cual incrementa bastante la productividad de la zona; las empresas agrícolas, manejadas en tierra propia o arrendada en sitios con riego, oscilan entre 7 a 41 Has. en la Fragua y entre 28 a 125 en Teculután.

En las partes altas que circundan al bosque muy seco (sierras de las Minas y Merendón) casi no hay poblados; únicamente está asentado el municipio de San Diego en el bosque seco de la Montaña de Jalapa.

La alta densidad poblacional está también relacionada con la reciente industrialización, especialmente a lo largo de la carretera al Atlántico, entre Teculután y Río Hondo, donde en los últimos 15 años se han establecido subsidiarias de dos embotelladoras transnacionales de aguas gaseosas, doce aserraderos, una fábrica de licores, una mezcladora de fertilizantes químicos, y varias plantas empacadoras de alimentos, lo cual ha contribuido, unido a que es zona de tránsito de muchas regiones turísticas, al florecimiento del sector hotelero, de restaurantes y pequeños comedores.

Los indicadores de la calidad de vida de los habitantes son relativamente mas altos que los de otras regiones del país. Los servicios, por ejemplo, muestran que mientras en la república el 28.4% tiene chorro exclusivo, en los municipios ubicados completamente en la zona tienen un mayor porcentaje (San Cristóbal Acasaguastlán 59.5%, El Júcaro 44.2%, Zacapa 39.4%, Estanzuela 42.8% y Cabañas 43.8%). Lo mismo se observa en cuanto a servicio sanitario, electricidad, habitación propia y alfabetismo (Cuadro No. 2).

Aproximadamente el 60% de la tierra es propia, el 10% es arrendada y el restante en formas mixtas, es decir que combina arrendamiento con manejo del propietario (25%); se nota que no hay formas comunales, a excepción de Huité. (Cuadro No. 3).

Dentro de la general pobreza existente en el país, los habitantes de mayor pobreza en la zona semiárida están en los cerros aledaños a los valles. Las altas pendientes y la falta de riego, además que sus terrenos son generalmente menores de una manzana, son elementos que se asocian en la pobreza. Por ello, la mayoría de

habitantes de los cerros, combinan su agricultura con trabajo asalariado en trabajos temporales en los valles.

Otras características sociales se desarrollan y aplican a los objetivos de este estudio en la descripción de los sistemas productivos, especialmente sistemas urbanos.

**CUADRO No. 1
SUBCUENCAS DEL RIO MOTAGUA EN ZONA SEMIARIDA**

SUB CUENCAS DEL MOTAGUA EN LA SIERRA DE LAS MINAS	
RIO	UBICACION
Morazán	Morazán, El Progreso
Comaja	Tulumajillo, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso
Hato	San Agustín Acasaguastlán, El Progreso
Estancia de la Virgen	San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso
Uyus	San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso
Huijó	Uzumatlán, Zacapa
La Palmilla	Uzumatlán, Zacapa
Teculután	Teculután, Zacapa
Pasabién	Río Hondo, Zacapa
Hondo	Río Hondo, Zacapa
Jones	Río Hondo, Zacapa

SUBCUENCAS DEL MOTAGUA EN LA SIERRA DEL MERENDON	
RIO	UBICACION
Grande Zacapa, Jumuzna, Riachuelo	Zacapa, Zacapa
Cari	San Pablo Zacapa

SUB CUENCAS DE LA MONTAÑA DE JALAPA	
RIO	UBICACION
Sanarate	Guastatoya, El Progreso

Las Ovejas	El Júcaro, El Progreso
Tambor	El Júcaro, El Progreso. Cabañas, Zacapa
San Vicente	Cabañas, Zacapa
Huité	Huité, Zacapa

CUADRO No. 2
ALGUNOS SERVICIOS BÁSICOS EN LA ZONA SEMIÁRIDA EN PORCENTAJE
DE HOGARES, (ALFABETISMO EN PORCENTAJE DE POBLACIÓN)
PARA EL AÑO DE 1981:

	AGUA			SERVICIO SANITARIO	ELECTRI- Cidad	HABITACION PROPIA	ALFABETISMO % DE POBLACION
	CHORRO EXCLUS.	CHORRO COLECTIVO	OTROS				
República	28.4	23.8	47.7	56.8	37.2	64.7	56.6
El Progreso (mun)	33.4	22.7	43.9	57.1	47.8	78.9	69.6
San Cristobal Acas.	59.5	14.0	26.5	67.2	43.4	85.7	70.2
El Júcaro	44.2	18.7	37.1	63.0	51.5	62.6	66.3
Zacapa (mun)	41.5	23.6	34.9	63.4	51.3	80.7	63.4
Estanzuela	42.8	9.8	47.4	84.1	74.4	85.8	74.2
Cabañas	43.8	31.8	24.4	64.4	38.5	89.1	61.5
Huité	36.0	19.2	44.8	46.5	36.9	91.2	50.6

Fuente: DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. 1984. *Censos Nacionales. IV Habitación IX Población, 1981. v. Características Generales*, Ministerio de Economía, Guatemala. 500 p.

Nota: A manera de ejemplo se incluyen los municipios cuya superficie se encuentra mayoritariamente en la zona semiárida.

CUADRO No. 3
REGÍMENES DE TENENCIA DE LA TIERRA EN VARIAS REGIONES
DE LA ZONA SEMIÁRIDA, EN PORCENTAJE DE FINCAS:

	PROPIA	ARRENDADA	COMUNAL	COLONATO	OTROS
El Progreso (mun)	65.4	5.3	2.1	0.0	27.2
San Cristobal Acas.	59.6	5.3	0.0	0.0	35.1
El Júcaro	69.5	23.3	0.0	0.0	7.3
Zacapa (mun)	77.5	8.6	3.9	0.0	10.0
Estanzuela	58.3	19.3	0.0	0.8	21.6
Cabañas	59.8	2.0	0.0	0.2	38.0
Huité	44.2	9.1	42.4	0.0	4.3

Fuente: DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. 1982 *III Censo Nacional Agropecuario, 1979. vol. 1.* Ministerio de Economía, Guatemala. 420 p.

Nota: A manera de ejemplo se incluyen los municipios cuya superficie se encuentra en su mayoría en la zona semiárida.

4. IDENTIFICACION Y DESCRIPCION DE ECOSISTEMAS DE PRODUCCION

4.1 CONCEPTUALIZACION Y CUANTIFICACION

Se identifican y describen los diferentes ecosistemas humanos, con énfasis en los de producción, utilizando la categorización siguiente: a) naturales maduros: aquellos más o menos en su estado natural sin intervención humana significativa; b) sistemas de producción: aquellos empleados por el hombre para el manejo y producción de sus recursos naturales; y c) urbanos: aquellos en los que el hombre vive, en agrupación de casas superior a 5,000 habitantes.

Para análisis, los sistemas de producción fueron divididos en las siguientes categorías: a) naturales controlados; b) agrícolas y c) pecuarios. Por naturales controlados se adoptan aquellos transformados y controlados para uso recreativo o bien para producción u obtención de recursos naturales, pero la base biológica es fundamentalmente nativa; de ellos se extrae leña, caza, plantas ornamentales, alimenticias, madera, etc. Sistemas agrícolas son aquellos utilizados para la producción de plantas. Sistemas Pecuarios los utilizados para la producción animal. Contrario a otras clasificaciones, que separan a los sistemas naturales controlados de los productivos (Sutton, 1986), en este trabajo se incluyen como parte de una amplia categoría denominada de producción en tanto son parte de los procesos productivos de la región.

El análisis del uso de la tierra (cuadro No. 4) muestra que en El Progreso y Zacapa la suma de superficie para cultivos anuales y cultivos perennes (sistemas agrícolas) es de 27.7% y 28.2%, respectivamente; las otras diferentes formas de manejo, que incluye pastos, bosques y montes, y que en conjunto en este trabajo se categorizan en sistemas naturales controlados, sumados totalizan 70.2% y 68.9% para el Progreso y Zacapa, respectivamente; los sistemas urbanos, representados en el cuadro por "otros", incluye el 2% para El Progreso y el 2.9% para Zacapa. Lo anterior corrobora lo observado en los diferentes reconocimientos de campo, por lo que se concluye que aproximadamente el 28% de la superficie (258.72 km²) son sistemas agrícolas, el 69% (637.56 km²) está constituida por ecosistemas naturales controlados y de ellos casi el 80% (510.05 km²) están en la etapa arbustiva; el 3% (27.72 km²) son sistemas urbanos.

En comparación con otras regiones del país, hay bastante superficie ocupada por sistemas naturales controlados; ello porque en los valles no puede producirse agricultura de invierno sin riego, debido a las limitaciones de la precipitación anual. Ese aspecto incide en una relativa alta biodiversidad en toda el área, como se amplía en Ecosistemas de producción e impacto en la biodiversidad.

A continuación se describen los principales ecosistemas, en tanto uso humano, de las zonas semiáridas.

4.2 ECOSISTEMAS NATURALES MADUROS

En la zona no se detectó ningún sistema natural maduro sin intervención humana; hay áreas muy pequeñas con expresiones de comunidades clímax,

especialmente al inicio de algunas colinas (cerros), pero en todo caso tienen intervención humana para extracción de leña, pastoreo y cacería. Tampoco hay áreas protegidas.

Considerando que esta región es única en Centro América se infiere necesario proponer las bases para un área protegida, lo cual permitiría conservar muchos de los recursos naturales nativos, tanto a nivel de sistemas como especies en peligro de extinción.

CUADRO No. 4
USO DE LA TIERRA EN LA ZONA SEMIÁRIDA DE GUATEMALA,
EN PORCENTAJE DE LA SUPERFICIE TOTAL DE FINCAS:

	CULTIVOS ANUALES	CULTIVOS PERENNES	PASTOS	BOSQUES Y MONTES	OTROS
El Progreso (mun)	46.8	1.5	20.3	28.8	2.6
San Agustín Acas.	18.4	7.5	14.5	50.3	9.4
San Cristobal Acas.	7.0	3.3	30.1	53.9	5.7
El Júcaro	22.2	1.4	67.3	6.7	2.3
Zacapa (mun)	41.8	1.6	31.6	23.6	1.4
Estanzuela	44.6	2.5	40.2	11.8	0.8
Cabañas	43.9	1.5	26.2	27.2	1.2
Teculután	25.1	2.6	47.6	23.4	1.3
Río Hondo	16.4	1.1	30.9	50.9	0.7
Usumatlán	11.6	0.4	18.4	67.1	2.6
Huité	55.7	1.3	27.1	15.6	0.3

Fuente: DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. 1982 III *Censo Nacional Agropecuario, 1979. vol. 1. Características Generales.* Ministerio de Economía, Guatemala. 420 p.

Nota: A manera de ejemplo se incluyen los municipios cuya superficie se encuentra en su mayoría en la zona semiárida.

4.3 ECOSISTEMAS NATURALES CONTROLADOS

4.3.1 Características Generales

Son usados como fuente de energía (leña), alimento, madera para pequeña industria, como fuente de plantas medicinales y ornamentales, como lugares de caza y áreas extensivas de pastoreo de ganado vacuno y caprino; los sistemas pecuarios en realidad realizan en gran medida el pastoreo en los sistemas naturales controlados. En la actual práctica de la región, este tipo de sistemas abunda mucho (como se indicó anteriormente, casi el 69% que significa 637.56 km²) debido a que no se les puede cultivar por la falta de riego o en algunos casos por las pendientes; su abundancia no es producto de una política regional o nacional, sino de las dificultades que presenta su mayor transformación.

Los ecosistemas naturales controlados más maduros y abundantes (aproximadamente el 20% de los ecosistemas naturales controlados, que significa 127.51 km²) se encuentran en suelos poco profundos, arcillosos, con pendientes

inclinadas no convenientes para cultivos limpios, especialmente dominadas por caraño (*Juliana adstringens*), manzanote (*Pereskia autumnalis*) y roble de montaña (*Bucida macrostachya*). Las comunidades estudiadas de yaje (*Leucaena diversifolia*) y roble de montaña (*Bucida macrostachya*), así como las otras comunidades arbóreas, están en suelos con esas características, cercanos a áreas cultivadas susceptibles a riego.

4.3.2 Diversidad y dinámica de comunidades

Se detectaron varias comunidades que representan diferentes etapas de desarrollo sucesional o etapas serales. Ellas son:

- a. Comunidades herbáceas. Se encuentran en campos cultivados abandonados o en áreas deforestadas. Fueron identificadas sesenta especies, siendo predominantes las siguientes: *Setaria liebmanni*, *Blechum brownei*, *Sclerocarpus phyllocephalus*, *Isocarpa oppositifolia*, *Teramnus labialis* y *Haplophyton cinereum*. Estas comunidades son abundantes en conejos (*Silvilagus brasiliensis*), tacuazines (*Didelphis marsupialis*; *Didelphis virginiana*; *Marmosa* sp.), ratones (*Liomys salvini*; *Ototylomys phyllotis*; *Peromyscus stirtoni*; *Sigmodon hispidus*); asimismo, abundan diferentes culebras, tales como zumbadora, sabaneras y lagartijas.
- b) Comunidades arbustivas. Sustituyen a las comunidades herbáceas y aunque tienen varias especies vegetales se distinguen dos cuyos dominantes son subin (*Acacia farnesiana*) y zarza (*Mimosa platycarpa*). Algunos de sus componentes son las siguientes especies: *Lemaireocereus eichlamii*, *Mammillaria eichlamii*, *Cephalocereus maxonii*, *Malpighia pumcifolia*, *Cassia biflora*, *Cnidioscolus tubulosus*, *Capparis incana*, *Bursera schlechtendalii* y *Acacia indsii*. Estas comunidades vegetales sirven de habitat a animales específicos, como las *tortolitas* (*Scardafella inca*; *Columbina passerina*) pero también sirven de refugio y para obtener a alimento a muchos animales de las comunidades herbáceas y arbóreas; además, son utilizadas para extracción de leña.
- c) Comunidades forestales. Se identificaron varias comunidades cuyo nombre se asigna a continuación, dependiendo de la especie dominante: a) roble de montaña (*Bucida macrostachya*); b) caraño (*Juliana adstringens*); c) yaje (*Leucaena diversifolia*); d) manzanote (*Pereskia autumnalis*); e) mixta de cactáceas y leguminosas (*Lemaireocereus-Nopalea-Acacia-Leucaena-Cesalpinia*); f) Brasil (*Haematoxylon brasiletto*); mixta de palo jiote (*Bursera simarrouba* con *Gyrocarpus americanus* y *Juliana adstringens*).

En las diferentes comunidades vegetales de los sistemas naturales controlados están representadas no menos de 50 familias, con 165 especies. En las comunidades de yaje (*Leucaena diversifolia*) y roble de montaña (*Bucida macrostachya*) se detectó

que las familias más diversas son Mimosaceae (8.2%), Fabaceae (8.2%), Asteraceae (7.55%), Caesalpinaceae (5.7%), Cactaceae (5.7%), Euphorbiaceae (5.0%) y Poaceae (3.4%). Las comunidades están constituidas por cinco estratos verticales bien definidos, distribuidos en términos relativos así: especies arbóreas con un 32.7%, especies arbustivas con un 23.3%, especies herbáceas con 30.8,% lianas con 7.5% y epífitas con 5.7%.

La dinámica climatológica genera comunidades vegetales caducifolias; se defolian en octubre, al inicio del verano, y reverdecen en junio, al inicio del invierno. A la región también se le denomina monte espinoso, debido a la predominante presencia de especies morfológicamente espinosas (familias *Mimosaceae*, *Fabaceae*, *Caesalpinaceae* y *Cactaceae*) y de especies que tienen la apariencia o fisonomía de espinosas, con diferentes estructuras punzantes o urticantes (familias *Teophrastaceae*, *Zigophyllaceae*, *Euphorbiaceae* y *Urticaceae*) que juntas representan casi el 50% de la composición vegetal de la zona. Además, el 70% de las especies dominantes en las diferentes comunidades vegetales son espinosas, tales como subín (*Acacia farnesiana*), zarza (*Mimosa platicarpa*), manzanote (*Pereskia autumnalis*), asociaciones de cactáceas y leguminosas (*Lemaireocereus-Nopalea-Acacia-Leucaena-Cesalpinia*) y brasil (*Haematoxylon brasiletto*).

Es remarcable la presencia de manzanote (*Pereskia autumnalis*), perteneciente al único género con hojas, no suculento, y más primitivo de la familia Cactaceae; dicha especie es componente importante en rodales algo maduros de la zona semiárida de Guatemala.

El reconocimiento general permite detectar que el modelo más común de sucesión ecológica está dado por comunidades herbáceas durante los primeros tres años que luego son sustituidas por comunidades arbustivas de subin (*Acacia farnesiana*), zarza (*Mimosa platicarpa*) y brasil (*Haematoxylon brasiletto*). Las comunidades arbóreas pioneras están dominadas por yaje (*Leucaena diversifolia*) o comunidades mixtas de cactáceas, mimosáceas, cesalpináceas y fabáceas (*Lemaireocereus-Nopalea-Acacia-Leucaena-Cesalpinia*); luego sigue la siguiente sucesión: caraño (*Juliana adstringens*), manzanote (*Pereskia autumnalis*), comunidades mixtas de palo jote (*Bursera-Gyrocarpus-Juliana*) y roble de montaña (*Bucida macrostachya*).

Los diferentes ríos que descienden de las sierras y que desembocan en el río Motagua forman ecosistemas con vegetación en sus orillas (aproximadamente 30 metros por cada lado) muy diferente a la de la zona muy seca, proveniente de los diferentes bosques (secos, húmedos y pluviales) de la parte alta; ello provoca que se conformen diferentes ecosistemas naturales controlados en las riveras de los ríos. Las especies que más se encuentran son las siguientes: *Andira inermis*, *Albizzia longepedata*, *Cecropia peltata*, *Ceiba pentandra*, *Ceiba aescutifolia* (HBK), *Pithecolobium dulce*, *Ficus* spp., *Sabal mexicana*, *Tabebuia rosea*, *Thouinidium decandrum*, *Gliricidia Sepium* y otras. Ello se describe ampliamente, con listados de especies por diferentes ríos, en Ecosistemas de producción e impacto en la biodiversidad. En menor grado, las quebradas (corrientes de invierno) también conforman una vegetación diferente, especialmente de bosque seco, entre las que

sobresalen las siguientes especies: *Albizzia longepedata*, *Ceiba aescutifolia*, *Cordia truncatifolia*, *Thouinidium decandrum*, *Talisia olivaeformis*, *Swietenia mahogany*, *Simarouba glauca*, *Gliricidia Sepium*, *Sabal mexicana* y otras. Las especies vegetales de las riberas de los ríos Teculután, la Palmilla y Huijó se presentan en los cuadros del 5 al 7.

**CUADRO No. 5
ESPECIES VEGETALES DE LA RIBERA DEL RÍO TECULUTAN**

a) Estrato arbóreo

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA
<i>Andira inermis</i> HBK	Almendro de río	Fabaceae
<i>Aibizzia longepedata</i> Britt & Rose	Cadeno	Mimosaceae
<i>Baccharis salicifolia</i> (R&P)Persoon	Chilca	Asteraceae
<i>Cassia emarginata</i> L.	Vainillo	Caesalpiniaceae
<i>Cecropia peltata</i> L.	Guarumo	Cecropiaceae
<i>Ceiba aescutifolia</i> (HBK) Britt & Baker	Murul	Bombacaceae
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	Ceiba	Bombacaceae
<i>Ficus</i> sp.	Amate	Moraceae
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq) Stand	Madrecacao	Fabaceae
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Caulote	Sterculiaceae
<i>Inga</i> sp.	Cuje	Mimosaceae
<i>Manguifera indica</i> L.	Mango	Anacardiaceae
<i>Phoebe padiformis</i> Standl & Steyerm	Aguacatillo	Lauraceae
<i>Sabal mexicana</i> Martius	Palmo; palma	Arecaceae
<i>Simarouba glauca</i> Dc	Aceituno	Simaroubaceae
<i>Swietenia mahogany</i> G.	Zapotón	Meliaceae
<i>Tabebuia rosea</i> DC	Matiliguat	Bignoniaceae
<i>Thouinidium decandrum</i> (Humb & B) Radlk	Pescadito	Sapindaceae

b) Estrato Arbustivo

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA
<i>Acacia hindsii</i> Benth	Ixcanal	Mimosaceae
<i>Caesalpinia pulcherrima</i> Swartz	Flor de St. Rosa	Caesalpiniaceae
<i>Justicia soliana</i> Standley		Acanthaceae
<i>Piper alveolatifolium</i> Trelease		Piperaceae
<i>Piper barriosense</i> Trelease & Standley		Piperaceae
<i>Poligala floribunda</i> Benth		Polygalaceae
<i>Vernonia leiocarpa</i> DC.		Asteraceae

c) Estrato Herbáceo

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA
<i>Cuphea hyssopifolia</i> HBK		Lythraceae
<i>Cyperus ferax</i> L.	Coyolillo	Cyperaceae
<i>Jussiaea suffruticosa</i>	Flor amarilla	Onagraceae
<i>Petrea volubilis</i> L.	Nazareno	benaceae
<i>Equisetum</i> sp.	Cordoncillo; cola de caballo	Equisetaceae

**CUADRO No. 6
ESPECIES VEGETALES DE LA RIBERA DEL RIO LA PALMILLA**

a) Estrato arbóreo

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA
<i>Albizzia longepedata</i> Britt Rose	Cadeno	Mimosaceae
<i>Andira inermis</i> HBK	Almendo de río	Fabaceae
<i>Baccharis salicifolia</i> (R&P) Persoon	Chilco	Asteraceae
<i>Bucida macrostachya</i> Stadl	Roble	Combretaceae
<i>Cecropia peltata</i> L.	Guarumo	Cecropiaceae
<i>Cordia dentata</i> Poir	Upay	Boraginaceae
<i>Ficus</i> sp.	Amate	Moraceae
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq) Steud	Madrecacao	Fabaceae
<i>Haematoxylon brasiletto</i> Karst	Brasil	Caesalpinaceae
<i>Inga</i> sp.	Cuje	Mimosaceae
<i>Manguifera indica</i> L.	Mango	Anacardiaceae
<i>Melia azedarach</i> L.	Paraíso	Meliaceae
<i>Phoebe padiformis</i> Standk & Steyerm	Aguacatillo	Lauraceae
<i>Pithecolobium dulce</i> (Roxb) Benth	Jaguay	Mimosaceae
<i>Simarouba glauca</i> DC	Aceituno	Simaroubaceae
<i>Styrax argenteus</i> Presl	Estoraque	Styracaceae
<i>Thouinidium decandrum</i> (Humb & B) Radlk	Pescadito	Sapindaceae
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Palo de jiote	Burseraceae

b) Estrato arbustivo

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA
<i>Acacia hindsii</i> Benth	Ixcanal	Mimosaceae
<i>Buddleia americana</i> L.	Salvia	Loganiaceae
<i>Caesalpinia pulcherrima</i> Swartz	Flor de Santa Rosa	Caesalpinaceae
<i>Piper alveolatifolium</i> Trelease		Piperaceae
<i>Piper barriosense</i> Trelease & Stanley		Piperaceae
<i>Piper luxii</i> CDC		Piperaceae
<i>Tabernaemontana amygdalifolia</i> Jacq.		Apocynaceae

c) Estrato herbáceo

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA
<i>Combretum fruticosum</i> Stuntz	Chupa miel	Combretaceae
<i>Cuphea hyssopifolia</i> HBK		Lytharaceae
<i>Cyperus ferax</i> L.	Coyolillo	Cyperaceae
<i>Waltheria americana</i> L.	Escobillo blanco	Sterculiaceae

**CUADRO No. 7
ESPECIES DE LA RIBERA DEL RIO HUIJO**

a) Estrato arbóreo

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA
<i>Albizzia idiopoda</i> (Blake) Britt	Quebracho	Mimosaceae
<i>Andira inermis</i> HBK	Almendro de río	Fabaceae
<i>Bucida macrostachya</i> Standl	Roble	Combretaceae
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Palo de Jiote	Burseraceae
<i>Cecropia peltata</i> L.	Guarumo	Cecropiaceae
<i>Ceiba aescutifolia</i> (HBK) Britt & Baker	Murul	Bombacaceae
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq) Grisel	Conacaste	Mimosaceae
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq) Steud	Madrecacao	Fabaceae
<i>Haematoxylon brasiletto</i> Karst	Brasil	Caesalpiniaceae
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Guapinol	Mimosaceae
<i>Inga</i> sp.	Cuje	Leguminosae
<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	Anacardiaceae
<i>Melia azedarach</i> L.	Paraíso	Meliaceae
<i>Phoebe padiformis</i> Standl & Steyerm	Aguacatillo	Lauraceae
<i>Pithecolobium dulce</i> (Roxb) Benth	Jaguay	Mimosaceae
<i>Talisia alivaeformis</i> (HBK) Radlk	Uruguay	Sapindaceae
<i>Thouinidium decandrum</i> (Humb & B) Radlk	Zorrillo, Pescado	Sapindaceae
<i>Simarouba glauca</i> DC	Aceituno	Simaroubaceae
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Caulote	Sterculiaceae

b) Estrato arbustivo

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA
<i>Acacia hindsii</i> Benth	Ixcanal	Mimosaceae
<i>Caesalpinia pulcherrima</i> Swartz	Flor de Santa Rosa	Caesalpiniaceae
<i>Cassia occidentalis</i> L.	Frijolillo	Caesalpiniaceae
<i>Justicia soliana</i> Standley		Acanthaceae
<i>Mimosa pigra</i> L.	Zarza, dormilona, sensitiva	Mimosaceae
<i>Rhabdadenia biflora</i> (Jacq.) Muell		Apocynaceae

d) Estrato herbáceo:

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA
<i>Cuphea hyssopifolia</i> HBK		Lythraceae
<i>Cyperus ferax</i> L.	Coyolillo	Cyperaceae
<i>Jussiaea suffruticosa</i> L.	Flor amarillo	Onagraceae
<i>Petrea volubilis</i> L. Nazareno	Verbenaceae	
<i>Waltheria americana</i> L.	Escobillo blanco	Sterculiaceae

4.4 ECOSISTEMAS AGRICOLAS

4.4.1 Características Generales

El déficit de la precipitación en la parte representativa de la zona, mayoritariamente el valle del río Motagua, impide que generalmente ningún cultivo pueda desarrollarse sin riego. Se generaliza que el factor limitante de la producción agrícola es el agua, ya que la distribución de la precipitación pluvial tiene volúmenes inferiores a los requeridos por las diferentes especies para su desarrollo; en el límite superior de la zona, en las partes de algunos cerros, se logra mas humedad por lo que se siembra maíz y frijol en invierno, y se le denomina cultivo de temporal. Bajo ese punto de vista, los sistemas de producción agrícola se clasificaron en sistemas de producción bajo riego y sistemas de producción de temporal. Los primeros fueron divididos en estatales, no estatales para cultivos anuales y no estatales para plantas perennes o regadíos.

En los sistemas de producción bajo riego, cualquiera sea el tamaño o el origen, son mayoritarios los cultivos anuales, tales como tomate, melón, sandía, cebolla y chile pimiento. Antes fue importante el tabaco; el mercado internacional redujo las importaciones del tabaco nacional por restricciones de mercado debido a medidas de protección para el productor norteamericano.

Los sistemas agrícolas de plantas perennes o regadíos, ubicados en las riberas de los ríos, están plantados por especies arbóreas (zapotes, chicos, mangos, limones, shuptes, palmas, pacayas) en su mayoría productoras de frutos, las cuales son sometidas a riego, y con un manejo de baja intensidad.

Algunos cultivos anuales en esta zona, con relación a otras menos secas, tienen las siguientes ventajas agronómicas y económicas: a) ventaja económica comparativa en la comercialización ya que debido al riego se puede planificar la cosecha en invierno y verano y permite obtener mejores precios; b) las condiciones climatológicas disminuyen la susceptibilidad a ciertas enfermedades fungosas, permitiendo una producción de mejor calidad y más rentabilidad en algunos cultivos, tales como tomate, tabaco y chile pimiento; c) La interacción de las condiciones climatológicas y edáficas (principalmente fertilidad del suelo) generan mayor concentración de azúcares en la pulpa de algunos cultivos, especialmente melón y sandía, permitiendo mayor calidad de frutos para consumo local y exportación. El melón guatemalteco tiene su fama por el melón de Zacapa y directamente del valle de la Fragua, debido a la alta calidad y concentración de azúcar requerida por el mercado Norteamericano (se logran melones que van desde 10 a 14 grados brix).

Los diferentes sistemas agrícolas son mutuamente dependientes, especialmente en lo que concierne a mano de obra. Los sistemas de producción de las unidades estatales y no estatales de riego se relacionan con el sistema de producción temporal, pues parte de la fuerza de trabajo utilizada en estos sistemas se utiliza en los sistemas bajo riego en época en que los de temporal se encuentran en receso; así mismo, se observa que no existen áreas exclusivamente dedicadas a un solo sistema en particular, ya que en un mismo municipio pueden encontrarse de riego, estatales y no estatales, regadíos, temporales y pecuarios.

Los sistemas con mayor incorporación de tecnología son aquellos que se generan bajo riego y particularmente aquellos destinados al mercado externo (tabaco y melón), en los cuales se hace un uso profuso de los fertilizantes y pesticidas.

La mayoría de la producción generada bajo riego es destinada al mercado, ya sea interno o externo, mientras que la generada en los sistemas de temporal es destinada al autoconsumo del agricultor y su familia.

A continuación se hace una descripción de los diferentes sistemas de producción agrícola.

4.4.2. Sistemas de Producción Bajo Riego

- Sistemas Estatales de Riego

Comprenden los siguientes distritos: Guastatoya, Rancho-Jícaro, Palo Amontonado, Tulumajillo y San Cristobal Acasaguastlán, en el Progreso; Cabañas, El Guayabal, Llano de Piedras y La Fragua, en Zacapa. Estas unidades, construidas y administradas por el estado a través de la Dirección de Riego y Avenamiento (DIRYA) del Ministerio de Agricultura, aproximadamente en un 60% son dedicadas al cultivo de especies hortícolas que se comercializan en el exterior, tales como melón, tabaco y okra; el 40% restante del área es cultivada con chile pimiento, tomate, pepino, sandía, maíz, frijol, maní, soya, limón, uva y loroco, en su mayoría para el mercado interno. En el cuadro No. 3 se muestran las unidades de riego por área total regada, especies cultivadas y área ocupada.

La expansión de los cultivos de exportación se ha generado por la instalación de empresas exportadoras con capitales extranjeros, que ha proveído al agricultor de financiamiento y compra del producto (caso del tabaco) o han arrendado tierras para dedicarlas a los cultivos de su interés (caso del melón). En 1988 y 1989 se cultivaron 1437.1 y 1364.4 Has. de tabaco que representan el 34 y 30% y 850.9 y 266.3 Has. de melón, que representaron el 20 y 6%, respectivamente, del área total regada. Las empresas que en los años 1991, 92 y 93 financiaron la producción de estas especies son CAPCO, COAGRO, AGROALTO y CHIQUITA BRANDS para melón; TABACOS MAYA, CASA EXPORT y TACASA para tabaco y ALCOSA Y PRODUCTOS FRESCOS para okra.

La Dirección de Riego y Avenamiento (1991), en cooperación con USPADA y PNUD, evaluaron en 1986 el distrito de riego La Fragua, que incluye las unidades de Guayabal, La Fragua y Llano de Piedras. Se concluyó que hay un 32% de deficiencia en los canales principales de conducción, 36% de deficiencia en los canales secundarios, 21% en promedio de pérdida de agua por percolación en las parcelas de

los agricultores y 25% de pérdida por colas de agua en las parcelas. No se evaluó la eficiencia de derivación del sistema.

Por evaluaciones rápidas realizadas durante el presente estudio, se concluye que la mayoría de las unidades de riego de la zona semiárida, al igual que el de la Fragua, funcionan con altas deficiencias en el uso del agua, lo cual no permite hacer una utilización de toda la capacidad productiva del área.

Para entender en forma general cuál ha sido la estrategia del agricultor para decidir la especie a cultivar y que explica la distribución de los cultivos en las unidades de riego, se realizó el análisis sobre indicadores de riesgo en la producción y venta. De dicho análisis (cuadro No. 4) se infiere que la producción de todos los cultivos mencionados, ocurre en condiciones de riesgo en cuanto a producción y en cuanto a precio de venta; es decir, no se conoce con certeza el rendimiento que se obtendrá ni el precio a que se venderá la cosecha. Sin embargo, el grado de riesgo varía con el cultivo y se considera un factor determinante para la importancia que estos presentan en la zona. Si se asume que la mayoría de productores de las unidades estatales de riego poseen una actitud de aversión al riesgo, se esperaría que ellos decidieran cultivar las especies que presentan menor riesgo de producción y menor riesgo de precio.

Se aceptaría también como una actitud de aversión al riesgo, el cultivar especies que aunque no presenten los menores grados de riesgo, sean las que generan mayores ingresos netos esperados. En este caso, el riesgo se midió a través del coeficiente de variación del rendimiento (riesgo de producción) y del precio de venta (riesgo en precio); se consideró una alternativa más riesgosa aquella que presenta mayor coeficiente de variación que su comprador. El ingreso neto esperado se estimó por promedio ponderado.

En el cuadro No. 5 se presentan los coeficientes de variación para rendimiento y para precio de venta estimados para los principales cultivos del sistema, así como el ingreso neto esperado de los mismos. Se observa que el cultivo de maíz, tabaco y tomate presentan el menor riesgo en producción, mientras que en cuanto a riesgo en precio aparece la producción de maíz, frijol y maní con el menor. En relación con el bajo riesgo de precio, que presenta la producción de maíz y frijol, es normal, pues ha existido intervención gubernamental reguladora del precio de esos productos durante cierto tiempo. De los datos presentados se deduce que la producción de maíz, a pesar que genera el menor ingreso neto esperado, es importante en el sistema debido, al menos en parte, a que es también el que presenta el menor riesgo de producción y de precio.

El cultivo de tabaco presenta uno de los menores riesgos de producción y aunque el riesgo de precio se ubica a un nivel medio, lo que hace atractivo producirlo es el alto ingreso neto esperado que genera. Además presenta la ventaja para el productor de que las empresas compradoras garantizan la compra de la producción, ofrecen asesoría técnica y financian parte de los costos de producción.

Entre los cinco principales cultivos en el sistema, el melón presenta los mayores

riesgos de producción y precio; pero presenta uno de los ingresos netos esperados más atractivos. Además, las empresas empacadoras y exportadoras ofrecían algunas ventajas para el productor, parecidas a las ofrecidas por las empresas tabaqueras. A partir de la cosecha 1990-91, se modificaron algunas de las ventajas iniciales y, por ejemplo, la compra del producto se empezó a hacer a consignación lo que representa una desventaja para el productor; ello ha desestimulado la producción individual de melón, reduciendo el número de "cosecheros" a tal grado que una alta proporción de la producción actual se realiza directamente por las empresas exportadoras.

La producción de tomate presenta uno de los menores riesgos de producción; pero su riesgo en precio es de los más altos por la gran variabilidad que éste experimenta a través del tiempo. La importancia del cultivo de tomate en el sistema se fundamenta en el alto ingreso neto esperado; a pesar de ello, su importancia tiende a decrecer debido principalmente a la crisis causada por la enfermedad viral llamada comunmente el virus del colicho.

Finalmente, dentro de los cinco principales cultivos de este sistema se ubica la producción de okra cuyo riesgo de producción se ubica en niveles medios al igual que su riesgo en precio de venta. El ingreso neto esperado que genera este cultivo es el más modesto entre los cultivos principales, a excepción del maíz. La importancia del cultivo de okra puede estar fundamentada entonces, en que las empresas exportadoras proporcionan asistencia técnica y financiamiento para una parte de los costos de producción. A la vez dichas empresas garantizan la compra del producto.

De los otros cultivos tradicionalmente practicados en la zona, el de chile pimiento supera a todos en la magnitud del ingreso neto esperado y presenta un nivel medio de riesgo de producción; sin embargo, presenta el riesgo en precio mas alto, lo que influye en parte para que el área cultivada sea relativamente pequeña. Los cultivos de sandía, pepino, frijol y otros, presentan riesgos de mediano a alto grado tanto en producción como en precio, así como ingresos netos esperados, menores que los cultivos principales, lo que hace que tengan una importancia pequeña en el sistema analizado.

Cultivos de reciente introducción en el sistema, como la uva, el loroco y el limón, están aumentando su importancia, pero aún no se cuenta con suficiente información que permita estimar el grado de riesgo que presentan.

CUADRO No. 8
AREA TOTAL REGADA Y POR ESPECIE CULTIVADA
EN LAS UNIDADES DE RIEGO DE LA ZONA SEMIARIDA DE GUATEMALA

EN LOS PERIODOS 88-89

UNIDAD DE RIEGO	1988-1989				1989-1990			
	AREA TOTAL REGADA HAS.	CULTIVO	AREA/ CULTIVO	%	AREA TOTAL REGADA (Ha)	CULTIVO	AREA/ CULTIVO	%
EL PROGRESO (PROGRESO)	124	TABACO TOMATE MAIZ OTROS	57.1 28.7 20.7 17.5	46.0 23.1 16.8 14.1	81	BANANO TOMATE MAIZ OTROS	7.0 19.2 46.2 8.5	11.5 23 57 10.5
PALO AMONTONADO (PROGRESO)	18.4	LIMON MAIZ	16.3 2.1	88.5 11.4	18.4	LIMON MAIZ	16.3 2.1	88.5 11.4
EL RANCHO-JICARO (PROGRESO)	495	TABACO MAIZ TOMATE OTROS	273.4 118.7 44.8 58.1	55.2 23.9 9.0 11.7	517	TABACO MAIZ CHILE P. OTROS	265.0 142.5 36.6 73.4	51.2 27.4 7.0 14.1
TULUMAJILLO (PROGRESO)	17.3	LIMON UVA MAIZ OTROS	6.5 3.5 3.7 3.8	37.1 20.0 21.1 21.7	21.9	LIMON TABACO MAIZ OTROS	6.0 4.6 8.5 2.8	27.3 21.0 38.8 12.7
SAN CRISTOBAL ACASAGUASTLAN	158.5	TABACO MAIZ TOMATE OTROS	62.0 51.5 10.5 34.5	39.1 32.4 0.6 21.0	167.5	TABACO MAIZ TOMATE OTROS	53.6 67.5 12.6 33.8	32.0 40.2 0.7 20.1
CABAÑAS (ZACAPA)	851	TABACO MAÍZ TOMATE OTROS	383.4 319.33 47.3 101.0	45.0 37.5 5.5 11.8	983	TABACO MAÍZ TOMATE OTROS	462.3 298.6 58.5 163.6	47.0 30.3 5.9 16.5
GUAYABAL (ZACAPA)	798	MELON TABACO SOYA OTROS	314.0 228.2 89.6 116.2	39.3 28.5 11.2 20.8	557	MELON SANDIA MAÍZ	266.3 64.0 85.4	47.8 11.4 15.3
LA FRAGUA (ZACAPA)	1357.2	TABACO MELON MAÍZ OTROS	374.8 341.5 292.2 348.7	27.6 25.1 21.5 25.6	1441	TABACO OKRA MAIZ OTROS	463.4 172.1 497.6 307.7	32.1 11.9 34.5 21.3
LLANO DE PIEDRAS (ZACAPA)	433	MELON Maíz TOMATE OTROS	153.7 97.9 36.8 24.3	35.4 22.6 8.4 56.1	625.4	SANDIA MAIZ TABACO OTROS	77.8 188.8 120.1 283.3	12.4 30.2 19.2 38.1
TOTAL	4252.4				4412.2			

CUADRO No. 9
INDICADORES DE RIESGO EN LA PRODUCCION Y RIESGO EN PRECIO PARA
LOS CULTIVOS PRACTICADOS EN EL SISTEMA DE UNIDADES DE RIEGO

ESTATAL EN LA ZONA SEMIARIDA DE GUATEMALA. 1992.

CULTIVO	RENDIMIENTO (TM/HA)		PRECIO (Q/TM)		INGRESO NETO (Q/HA)
	MEDIA	cv	MEDIA	cv	MEDIA
MAIZ	2.37	0.24	553.41	0.42	328.82
TABACO	1.75	0.33	5277.93	0.73	3620.74
MELON	12.42	0.47	727.28	1.48	3209.1
TOMATE	15.28	0.33	909.53	1.08	6293.83
OKRA	13.22	0.42	663.99	0.95	2128.35
SANDIA	12.3	0.64	330.53	0.96	1101.23
LIMON	11.62	0.71	652.96	0.76	2454.37
PEPINO	15.64	0.42	378.87	0.9	1475.5
FRIJOL	1.13	0.6	1675.51	0.53	618.58
CHILE PIMIENTO	9.84	0.46	2692.47	2.21	13166.04

CV: Coeficiente de variación.

- *Sistemas no estatales de riego*

Estos sistemas han sido diseñados a través de muchos años, algunos se iniciaron desde la colonia, por los mismos agricultores. El área más representativa de estos sistemas se encuentra en las partes bajas de los ríos Huijo, La Palmilla, Teculután, y Pasabién y en la aldea Manzanotes, Zacapa; también se encuentran en un área regada por el Río La Estancia de la Virgen, en San Cristóbal Acasaguastlán, Progreso. Todas las áreas mencionadas, excluyendo Manzanotes, son parte de cuencas de ríos que provienen de la Sierra de las Minas.

En su mayoría se dedican a la producción de especies hortícolas, generalmente utilizando riego por superficie en parte del invierno y en todo el verano; las producciones más rentables ocurren con hortalizas, tales como tabaco, tomate, chile pimiento, melón sandía, pepino, cebolla, y otros de menor importancia. También existen áreas dedicadas a la producción de frutales como mango (*Manguiфера indica*), marañón (*Anacardium occidentale*) y algunos cítricos como Limón (*Citrus limon*).

Dada la similitud de este sistema de producción con el de unidades estatales de riego, el análisis económico de la producción se reduce a indicar que la importancia relativa recae en cultivos similares como tabaco, maíz, tomate y melón; la uva, sin embargo, es uno de los principales y la okra casi no se cultiva. Si los cultivos mencionados se ordenan crecientemente por magnitud del ingreso neto generado, se observa que la uva se ubica en el extremo alto, seguido sucesivamente por tabaco, melón y tomate, casi al mismo nivel, y maíz en el extremo bajo.

Las obras de derivación y conducción han sido diseñadas en su mayoría por los mismos propietarios quienes también se encargan del mantenimiento. Todos los canales de conducción, no están revestidos, y generalmente se conducen sobre

suelos de textura arenosa, lo cual provoca altas infiltraciones; se estima que la eficiencia de dichos sistemas es menor del 50%, por lo que mejorandola puede duplicarse el área de cultivo con los mismos caudales actualmente derivados. De la misma manera, las técnicas de aplicación de riego en la parcela son deficientes, y en forma empírica, lo que agrava la situación del uso del agua.

A partir de 1990 una empresa multinacional, a través de arrendamiento de tierras, mayoritariamente con vegetación arbustiva, desmontó e incrementó el área de cultivo en el Valle de la Fragua utilizando riego por goteo para cultivo de melón en aproximadamente 300 has. El agua se deriva de agua subterránea.

- *Regadíos*

Se denomina regadíos a aquellos sistemas ubicados en las riberas de los ríos, poblados por especies arbóreas en su mayoría productoras de frutos, las cuales son sometidas a riego, y con un manejo de baja intensidad; generalmente existe una extracción de frutos de especies nativas de zonas más húmedas como zapote (*Pouteria mammosa*) chico (*Manilkara akras*), mamey (*Mammea americana*), shupte (*Persea schiedeana*), pacaya (*Chamaedorea tepejilote*), y otras; también se cultivan especies exóticas como el mango (*Manguifera indica*) y cítricos (*Citrus* sp.). También existen superficies abiertas denominadas rastrojos, en los cuales comúnmente se cultiva maíz, frijol, tomate, tabaco y otros. Estos sistemas de producción muy particulares se encuentran en las partes bajas de las cuencas de los ríos Hato, Huyús, Tambor, río Hondo, San Pablo y Jumuzna y tienen mucha importancia en la biodiversidad de la región.

En San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, se encuentra el regadío más grande de América Latina en la cuenca del río Hato (formado por tres pequeños ríos: Hato, Aguahiel y Timiluya) con una extensión de 549.26 hectáreas, de las cuales el 44.96% se dedica al cultivo de árboles frutales, un 22.67% a cultivos anuales, 18.69% a caña de azúcar, 1.79% a pastos y el 11.89% restante lo forma el cauce del río (Paiz, Castañeda y Ayala, 1994). Se encontraron un total de 48 especies arbóreas y arbustivas y 28 especies herbáceas; en el estrato arbóreo las más importantes son chico (*Manilkara achras*), zapote (*Pouteria mammosa*) y mango (*Manguifera indica*); en el estrato arbustivo el café (*Coffea arabica*) y pacaya (*Chamaedorea* sp.). Muchos regadíos de San Agustín han sido sustituidos por cultivos anuales; las especies cultivadas importantes son maíz, tabaco, tomate, chile pimiento y pepino; las malezas dominantes son: *Cynodon dactylon*, *Ixophorus unisetus* y *Melampodium* sp.

En los regadíos de San Agustín operan 42 sub-sistemas de riego (denominadas tomas), que captan el agua directamente de las corrientes de los ríos (Aguahiel, Timiluya y Hato) y la conducen por canales de tierra derivando caudales

de 0.053 a 0.220 m/seg que se distribuyen por gravedad en las unidades de producción. Las características socioeconómicas de los pobladores del área irrigada, son comunes a las que presenta la totalidad del agro guatemalteco, con un bajo nivel general de vida, con problemas de salud, alimentación educación y vivienda, escaso acceso al recurso tierra y en general un bajo desarrollo económico y social. La principal actividad económica es la agricultura, realizada mediante un sistema productivo mercantil simple que explica el bajo desarrollo de las fuerzas productivas y de las relaciones de producción que presentan los sistemas de cultivos en el área irrigada.

El uso del agua es también ineficiente; se derivan altas cantidades y a su destino llega aproximadamente la mitad. Ello se debe a la combinación de lo siguiente: a) los suelos son altamente arenosos y los canales de derivación no son recubiertos; b) no tienen mantenimiento; c) las técnicas de aplicación de riego no son adecuadas.

Estos son los sistemas agrícolas con mayor biodiversidad en la región, e incluso tienen mucho más que varios sistemas naturales controlados. Hay varios animales, especialmente aves, residentes y visitantes. Entre las aves, ahí encuentran un buen hábitat el martin pescador, cheje, chorchas, urracas, porosocos y sensontles. Entre los mamíferos se encuentran ardillas, tacuazín, murciélagos e iguanas; el coyote baja a alimentarse de frutas a los regadíos de San Agustín y Cabañas, durante el verano, especialmente en abril, cuando la alimentación es escasa.

4.4.3 Sistemas de Producción de Temporal

Están ubicados en el pie de monte de la sierra de las Minas, Merendón y montañas de Jalapa, con mayor humedad que en el valle, donde se realizan cultivos de invierno (mayo a octubre) de maíz, frijol y sorgo. Hay dos épocas de cultivo: la primera, de mayo a agosto denominada de primavera, destinada generalmente a la producción de maíz, y una segunda, en la misma área, de agosto a noviembre, usualmente dedicada a frijol.

Estas prácticas se realizan en suelos no aptos para la agricultura, clases agrológicas V a VIII, es decir en áreas marginales para cultivos, no sólo por las condiciones climáticas sino por la calidad de los suelos. Por ello, en esas áreas se genera una agricultura de subsistencia de los campesinos de aldeas de los cerros y de la planicie del valle; los rendimientos de maíz y frijol oscilan entre 1800 a 2000 y de 700 a 1000 Kg/Ha., respectivamente. La población que se dedica a esta actividad generalmente constituye la fuerza de trabajo de las explotaciones de las áreas bajo riego, ya que en la época seca del año se intensifica el uso de mano de obra.

4.5 ECOSISTEMAS PECUARIOS

La producción pecuaria no es una actividad económica muy importante, a

excepción de dos aldeas de Teculután, sino más bien se realiza en forma extensiva: cerca de la casa se tienen algunos animales y cuando se trata de ganado vacuno lo pastorean en sistemas naturales controlados (áreas arbustivas o arbóreas); el ordeño se realiza en corrales que constituyen parte del sistema de vivienda. El ganado vacuno es la explotación pecuaria de mayor relevancia. (Ver el cuadro No. 10).

En la aldea San José Teculután, Teculután, Zacapa, existe desarrollo de ganadería de doble propósito, producción de leche y novillos para engorde. El manejo de los hatos se ejecuta de acuerdo a la época del año (disponibilidad de alimento) en las áreas de pastoreo que suelen ser áreas abiertas sin ningún manejo y áreas de producción agrícola en descanso o después de levantada la cosecha. Asimismo existe una movilidad de los hatos hacia áreas del pie de monte en la época posterior al levantado de cosechas en las áreas de cultivo temporal. Generalmente se trabaja con una carga animal de 40 a 60 cabezas por caballería (41 Has.). Muy pocos agricultores complementan la alimentación de sus hatos con zacate de corte, utilizando sorgo forrajero u otra especie.

En San José Teculután el 53% de los productores tienen una explotación destinada a la producción de leche y sus derivados, aunque en general todos los agricultores manifiestan tener una producción con fines específicos; solo el 8.7% de los productores manifiesta tener una producción para la venta de ganado en pie. El resto manifiesta poseer una explotación de doble propósito.

Los hatos que maneja cada productor oscilan entre 15 y 30 cabezas en producción, siendo las razas más comunes la criolla, Cebú, Pardo Suiza y Brahman.

Las áreas de pastoreo son sistemas naturales controlados en diferentes etapas: áreas de producción agrícola en descanso, potreros de yaje o mixtos de cactáceas con mimosáceas, caesalpináceas y fabáceas o dominadas por otros árboles como manzanote, roble de montaña, caraño, etc.; en las diferentes comunidades hay una diversidad de plantas que constituyen su alimento, algunas aromáticas de las familias Verbenaceae (*Lantana hispida*, *Lippia graveolens*, *Priva lappulaceae*, *Rhedeia trinervis*, *Bouchea nelsonni*), Lamiaceae (*Hyptis suaveolens*, *Ocimum micranthum*), Boraginaceae (*Heliotropium angiospermum*, *Heliotropium fallax*) y otras familias que contribuyen a darle un olor aromático al queso seco, tradicional de la región.

CUADRO No. 10
CANTIDAD Y DENSIDAD (CABEZAS/KM²) DE DIFERENTES CLASES DE
GANADO EN ALGUNOS MUNICIPIOS DE LA

ZONA SEMIARIDA DE GUATEMALA

	GANADO VACUNO		GANADO PORCINO		POLLOS		CHOMPIPIES	
	cantida d	Cab/km ²	cantidad	Cab/km ²	cantidad	Cab/km ²	cantidad	Cab/km ²
REPUBLICA	2007594	48.90	693329	16.89	16,857,617	410.64	463,557	11.29
El Progreso (mun)	1295	26.88	2073	43.04	11953	248.14	200	4.15
San Agustín Acas.	2751	25.65	1439	13.42	13902	129.61	495	4.61
San Cristobal Acas.	1243	21.59	496	8.61	4688	81.42	75	1.30
El Jícaro	1710	39.92	387	9.03	1613	37.65	67	1.56
Zacapa (mun)	6911	67.04	3868	37.52	21411	207.69	430	4.17
Estanzuela	2589	68.69	632	16.77	2199	58.34	34	0.90
Cabañas	2474	54.19	1061	23.24	6109	133.82	208	4.56
Teculután	2392	62.75	376	9.86	3736	98.01	137	3.59
Río Hondo	5732	46.30	804	6.49	10385	83.89	138	1.11
Usumatlán	2003	18.67	767	7.15	8891	82.88	106	0.99
Huité	1378	68.80	1117	55.77	4521	225.71	339	16.92

	GANADO VACUNO		GANADO CAPRINO		GANADO CABALLAR		MULAS Y ASNOS	
	cantida d	Cab/km ²	cantidad	Cab/km ²	cantidad	Cab/km ²	cantidad	Cab/km ²
REPUBLICA	602549	14.68	104638	2.55	162951	3.97	55381	1.35
El Progreso	341	0.49	1378	2.00	3335	4.83	1881	2.73
Zacapa	268	0.22	693	0.57	2490	2.05	2535	2.08

Fuente: DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. 1982. III Censo Nacional Agropecuario, 1979. Ministerio de Economía. Guatemala. 420 p.

Nota: Se incluyen, a manera de ejemplo aquellos municipios cuya superficie se encuentra en su mayoría en la zona semiárida. En el cuadro inferior se incluyen sólo departamentos por no existir esa información para municipios.

4.6 ECOSISTEMAS URBANOS

Los ecosistemas urbanos de la zona semiárida están constituidos por dos ciudades que son las cabeceras departamentales de El Progreso, Zacapa, y diez poblados que son las cabeceras municipales de San Agustín Acasaguastlán, San Cristóbal Acasaguastlán, Morazán, El Jícaro, Río Hondo, Estanzuela, Cabañas, Usumatlán, Teculután, y Huité.

Los elementos esenciales de estos ecosistemas son la población humana y la infraestructura. En ese sentido, los ecosistemas urbanos concentraban aproximadamente el 49% de la población de la zona semiárida en 1973 (51,759

habitantes), comparado con un 48% en 1981 (56,380 habitantes). Las cifras anteriores indican un incremento absoluto de la población del 9% en dichos ecosistemas y en el período indicado. El 9% de incremento en la población se descompone en un crecimiento vegetativo alrededor del 3% anual y la inmigración proveniente de zonas aledañas.

En 1973, el 54% de la población de los ecosistemas urbanos era alfabeta, mientras que en 1981 tal proporción se había incrementado a 62%, cifra superior al promedio nacional que para dicho año era de 57%.

La principal actividad económica de la población humana de los ecosistemas urbanos es la agricultura, a la que se dedica aproximadamente el 70% de la población económicamente activa (PEA). El restante 30% de la PEA se distribuye principalmente entre actividades propias de los sectores de servicios, industria manufacturera y comercio. El sector servicios incluye actividades como educación, salud, asistencia técnica y asesoría de distinta índole y atención de oficinas públicas y privadas. En el sector industria manufacturera se incluye a la PEA que labora en los establecimientos industriales existentes en la zona. Aproximadamente ahí se ubican doce aserraderos, dos embotelladoras de bebidas, una mezcladora de fertilizantes químicos, y varias plantas empacadoras de alimentos; últimamente se ha fortalecido la industria principalmente en Teculután y río Hondo. El sector comercio incluye a la población que se emplea en los distintos tipos de tiendas y almacenes (de comestibles, farmacias, agroservicios, etc.), puestos de venta en los distintos mercados locales, restaurantes y comedores.

En relación con el componente infraestructura, se divide el mismo en infraestructura de vivienda para la población e infraestructura para los servicios que se prestan a la población. En los ecosistemas urbanos de la zona predominan viviendas construidas con paredes de block, techo de lámina de zinc y piso de torta de cemento.

En 1981 había un total de 11,143 viviendas ocupadas (habitadas). De ellas, el 76% contaba con servicio domiciliario de energía eléctrica, el 73% contaba con servicio domiciliario de agua y solamente un 25% contaba con servicio de drenaje o desague. El 68% de los hogares de los ecosistemas urbanos de la zona semiárida utilizan leña como combustible para cocinar, tal proporción es superior al promedio nacional para ecosistemas urbanos que es de 50%.

La infraestructura para servicio público de salud se compone de tres hospitales nacionales, ubicados en las cabeceras departamentales. En 1987 la capacidad instalada de los tres hospitales era de aproximadamente 210 camas, lo que implica una relación de 286 habitantes por cama. La red de hospitales se complementa con once centros de salud, localizados en las cabeceras municipales y departamentales.

5. SISTEMAS DE PRODUCCION E IMPACTO EN LA BIODIVERSIDAD

5.1 VISION GENERAL

Aproximadamente el 69% (637.56 km²) de la superficie está constituida por ecosistemas naturales controlados, el 28% (258.72 km²) por sistemas agrícolas y el 3% (27.72 km²) por sistemas urbanos. Se reitera, como lo muestran los datos anteriores, que no hay sistemas naturales maduros sin intervención humana ni ningún otro tipo de área protegida; prácticamente toda la zona está sometida, en mayor o menor grado, a procesos de extracción o productivos.

El área mínima resulta ser un buen indicador para mostrar la variación de biodiversidad en las diferentes comunidades, con mucha o poca intervención humana que incluye a los diferentes sistemas agrícolas. El área mínima promedio estimada para cada comunidad, muestra que los cultivos anuales (melón, tomate, chile, tabaco y otros) son los que presentan la menor biodiversidad; los sistemas agrícolas, en general, tienen poca diversidad, a excepción de los sistemas de producción de regadíos (Cuadros No. 11 y No. 12). Luego le siguen los sistemas naturales, en sus diferentes etapas, desde arbustivas hasta arbóreas.

La mayor diversidad es mostrada por comunidades mixtas de cactáceas, mimosáceas, cesalpináceas y fabáceas (*Lemaireocereus-Nopalea-Acacia-Leucaena-Cesalpinia*); luego siguen las siguientes comunidades: caraño (*Juliana adstringens*), manzanote (*Pereskia autumnalis*), comunidades mixtas de palo jiote (*Bursera-Gyrocarpus-Juliana*) y roble de montaña (*Bucida macrostachya*).

5.2 ECOSISTEMAS NATURALES CONTROLADOS

5.2.1 Diversidad

La alta cantidad de superficie dedicada a sistemas naturales controlados se relaciona con las limitaciones de la precipitación anual, lo cual impide que en los valles pueda producirse agricultura de invierno sin riego; ello es determinante, desde el punto de vista de manejo humano, de la relativa alta biodiversidad en toda el área.

En general, los sistemas naturales controlados incluyen la mayoría de la biodiversidad nativa, y mucha de ella es utilizada para pastoreo, como leña, madera para trabajos artesanales, y como fuente de plantas medicinales, alimento y ornamentales. La composición y estructura de los sistemas naturales controlados, algunos de los cuales especialmente donde hay potencialidad de riego, están siendo sustituidos por sistemas agrícolas de monocultivo, es sustancialmente menor y diferente a la de los agrícolas.

Los sistemas naturales controlados, aproximadamente el 69% (637.56 km²) de superficie, están constituidos por comunidades en diferentes etapas de desarrollo, desde campos de cultivo abandonados en los últimos cuatro años, hasta arbustos y comunidades forestales; casi el 80% (510.05 km²) están en la etapa arbustiva, con dominancia de yaje (*Leucaena diversifolia*) y zarza (*Mimosa platicarpa*) asociada con brasil (*Haematoxylon brasiletto*) y algunas comunidades de subin (*Acacia farnesiana*), lo cual indica que ha habido fuerte disturbación.

Las rieras de los diferentes ríos que descienden de las sierras y que desembocan en el río Motagua, presentan en aproximadamente 30 metros de cada lado, una alta diversidad, no solo por número de especies sino porque mayoritariamente provienen de los diferentes bosques de la parte alta (secos, húmedos y pluviales); en menor grado, también las quebradas (corrientes únicamente de invierno) conforman una vegetación también diferente, especialmente de bosque seco. Lo anterior provoca que se conformen diferentes ecosistemas naturales controlados.

El mosaico formado por comunidades de diferentes etapas de desarrollo, a lo cual se suman las condiciones especiales de los ríos y de las orillas de las quebradas, conduce a una alta diversidad de comunidades, que a la vez incide en la diversidad de especies. Además están los regadíos con diferentes especies de árboles frutales que conforman diferentes habitats para vida silvestre, especialmente aves y pequeños mamíferos como tacuazines, conejos y gato de monte. Un hecho relevante es que las diferentes comunidades constituyen corredores para animales, especialmente coyotes que acostumbran comer frutas, especialmente chicos y zapotes, en los regadíos durante el verano. Los nombres científicos, comunes y usos de los animales, se presentan en el cuadro No. 18.

Asimismo, hay algunas especies, como el manzanote, caraño y roble de montaña que son buenos hospederos de cuatro orquídeas (*Brassavola nodosa*, *Encyclia adenocarpa*, *Laelia* sp., *Oncidium cebolleta*) y de cinco bromeliáceas (*Tillandsia xerografica*, *T. circinata*, *T. ionantha*, *T. macoyana*, *T. schiediana*).

CUADRO No. 11 **AREA MINIMA ESTIMADA EN PROMEDIO PARA CADA COMUNIDAD**

DOMINANTES POR COMUNIDAD	TIPO DE VEGETACION	AREA MINIMA m ²
Cultivos de melón, tomate, chile, tabaco	Cultivos anuales	2
Setaria-Blechum-Sclerocarpus-Isocarpa-Teramnus	Campo abandonado;	4
Haplophyton	Herbáceas	
Subin (<i>Acacia farnesiana</i>)	Arbustiva	16
Zarza (<i>Mimosa platycarpa</i>)	Arbustiva	16
Yaje Joven (<i>Leucaena diversifolia</i>)	Arbustiva-arbórea	50
Regadío	Arbórea	256
Yaje maduro	Arbórea	400-1560 (A.N.)
Mixta de Cactaceae Mimosaceae Caesalpinaceae	Arbustiva- Arbórea	256
Mixta de Caraño (<i>Juliana adstringens</i>)	Arbórea	130
Mixta de Palo Jiote (<i>Bursera simaruba</i>), Cactaceae,	Arbórea	130
Fabaceae, Mimosaceae, Caesalpinaceae		
Roble de montaña (<i>Bucida macrostachya</i>)	Arbórea	1200
Ribera de los ríos (<i>Andira inermis</i> , <i>Ceiba sp.</i> ,	Arbórea	1560
<i>Thouinidium decamdrum</i> , <i>Cecropia peltata</i> ,		
<i>Ficus sp.</i> , <i>Tabebuia rosea</i> y otras.		

CUADRO No. 12
INDICES DE DIVERSIDAD DE LAS
DIFERENTES COMUNIDADES FORESTALES

DOMINANTE POR COMUNIDAD	PROMEDIO INDICE DE PREDOMINIO (C)	PROMEDIO DE INDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON (H)	INDICE DE RIQUEZA	No. DE ESPECIES EN TOTAL DE TODAS LAS AREAS ESTUDIADAS	No. DE FAMILIAS
Yaje Joven		0.75	1.34	110	43
Yaje Maduro		0.95	1.60	149	49
Roble de Montaña		1.05	2.26	150	50
Ribera de los Ríos		1.40	1.70		
Frutales (regadío) San Agustín (<i>Manilkara-Pouteria-Manguifera</i>)	0.33	1.38	1.15	159	49

5.2.2 Impacto en algunas Especies y Ecosistemas

En sistemas naturales controlados aún hay altos niveles de diversidad, pero su composición está siendo alterada debido a la excesiva extracción de algunas especies para leña, postes y horcones para secado del tabaco, especialmente *Leucaena diversifolia*, *Leucaena guatemalensis*, *Acacia deamii*, *Caesalpinia eriostachys*, *Caesalpinia velutina*, *Karwinskia calderoni*, *Albizzia idiopoda* y *Mimosa platycarpa*. Además, algunas de estas comunidades han sido sustituidas en los últimos diez años por sistemas de monocultivo con riego para exportación.

El 80% (510.05 km²) de la superficie de sistemas naturales controlados están en la etapa arbustiva, con dominancia de yaje (*Leucaena diversifolia*) y zarza (*Mimosa platycarpa*) asociada con brasil (*Haematoxylon brasiletto*) y algunas comunidades de

subin (*Acacia farnesiana*), lo cual indica que ha habido fuerte disturbación, pero deforestados totalmente para cultivos, sino para uso de la leña.

Muchas de estas comunidades son sometidas a presión por cacería mayoritariamente de subsistencia y pocas veces por propósitos deportivos, especialmente de conejos, mapaches y algunas aves. El caso más impactante es el de las poblaciones de culebra cascabel (*Crotalus durissus*) que son fuertemente depredadas por gente pobre y vendidas con propósitos medicinales. En general se vende culebra cascabel muerta y deshidratada en algunos mercados de los municipios de la región o los campesinos llegan a venderlas a las casas; se detectaron pequeñas tiendas especializadas en compra y venta de culebras deshidratadas en la aldea La Reforma, Huité, y el mercado de Zacapa. Así mismo, hay un campesino en El Rancho, Progreso, que vende culebra deshidratada e incluso viva, descolmillada.

Algunas especies nativas están perdiendo su variabilidad debido a disminución numérica de sus poblaciones. Entre las plantas están las siguientes: loroco de cerro (*Fernaldia pandurata*), orquídeas (*Brassavola nodosa*, *Encyclia adenocarpa*, *Laelia* sp. y *Oncidium cebolleta*); y regador (*Gyrocarpus americanus*); otras especies nativas del econotono superior y en situación crítica son el pony (*Beucarnea* sp.) y jurgay (*Talisia olivaeformis*). Entre los animales están los siguientes: coyote (*Canis latrans*), nutria o perro de agua (*Lutra anactema*), culebra cascabel (*Crotalus durissus*), Monstruo de gila o escorpión (*Heloderma horidum*), peretete (*Burhinus bistriatus*) y algunos moluscos (denominados jutes), camarones y peces del río Motagua, no determinados. Hay muchas más especies endémicas, animales y vegetales, acuáticas y terrestres, pero se requiere más trabajo para hacer un inventario preciso. Algunas especies endémicas, o por lo menos sus ecotipos específicos de esta región, aparte de los mencionados anteriormente, son los siguientes: *Manihot gualanensis*, *Leucaena guatemalensis*, *Mimosa zacapana*, *Juliana adstringens*, *Nopalea guatemalensis* y *Nyctocereus guatemalensis*.

Hay algunos sistemas naturales controlados que se han visto fuertemente impactados, tales como los ríos; debido a que la causa de ese impacto son algunos sistemas agrícolas de producción, su análisis se hace en la sección correspondiente al impacto de los sistemas agrícolas.

5.2.3 Ecosistemas para uso Recreativo

Hay algunos sistemas para uso recreativo, algunos a cargo de las municipalidades, aunque la propiedad de los terrenos no está bien establecida. En todo caso, las áreas son utilizadas como áreas recreativas los fines de semana o días festivos. Debido a lo poco contaminado de la mayoría de los ríos, a excepción del río Motagua, tienen mucho atractivo para bañarse y descansar, no solo a nivel local sino para los viajeros.

Dado a que no hay áreas protegidas, como tales, una buena alternativa es sistematizar los sitios recreacionales silvestres e incrementar su área debido a la gran diversidad de especies vegetales, y con ello animales, que se alojan en sus riberas. Desarrollar la estrategia a nivel municipal, formulando zonas de uso

recreativo, puede dar excelentes resultados. Las especies vegetales que se encuentran en sus riberas se mencionaron en la sección anterior.

A continuación se indican los lugares mas conocidos, aunque casi cada orilla de los pequeños ríos tiene el potencial para utilizarse como área de recreo. 1) Progreso: río Progreso (Guastatoya); Puente las Pericas, río Morazán (Morazán); Puente Hato, San Agustín; varios sitios del río Hato, hasta Puerta de Golpe (San Agustín Acasaguastlán). 2) Zacapa: Barranco colorado (Teculután); Pasabien (Río Hondo); río Panaluya, varios sitios del río, especialmente cercanos al puente (Río Hondo); Catarata de Jones (Río Hondo); Puente Blanco, Río Grande (Zacapa) y otros sitios, especialmente en Santa Rosalía.

5.3. ECOSISTEMAS AGRICOLAS Y PECUARIOS

5.3.1 Diversidad

Los sistemas agrícolas de monocultivo anual aproximadamente ocupan el 24% de la zona semiárida (221.76 km²); aunque hay diversidad de cultivos, los mayoritarios son melón, tabaco, tomate, sandía y chile pimiento. Los cultivos anuales de monocultivo son los que mostraron la menor biodiversidad y tienen significativa influencia en la disminución de la diversidad animal de otros sistemas. Aunque existe rotación de cultivos, no es deliberada sino más bien la determina el mercado, de acuerdo a la demanda y a las condiciones de riesgo del agricultor (Ver Análisis sobre indicadores de riesgo en la producción y venta).

Las áreas de cada monocultivo anual son generalmente pequeñas, 2 a 5 has. por lo que a veces aparecen como mosaicos alternando con tomate, chile pimiento pepino y otros; el cultivo que tiene extensiones más grandes y que además casi no tiene rotaciones a través de los años es el melón, lo cual reduce mucho más la biodiversidad.

El hecho que en la mayoría de los casos las áreas de monocultivo anual estén rodeadas de sistemas naturales controlados incrementa la biodiversidad.

Los sistemas de irrigación de plantas perennes, denominados regadíos, representan aproximadamente el 3% de las zonas semiáridas (27.72 km²), y de los sistemas agrícolas son los que tienen la mayor diversidad; pero en los últimos 30 años, en la mayoría de ríos que los han tenido como Hato, Teculután, San Pablo, Riachuelo y Jones, han sido cambiados a sistemas de monocultivo, especialmente melón y tabaco primariamente para el mercado de exportación.

5.3.2 Impacto en algunas Especies y Ecosistemas

El mayor impacto de pérdida de biodiversidad por las condiciones de las áreas cultivadas, mayoritariamente pedregosas y con alta pendiente, se ocasiona en los

cerros, donde se realizan los sistemas de temporal. La necesidad de tierra de la gente que vive en los cerros, los obliga a deforestar intensamente para cultivos estacionales, lo cual conduce a deterioro de la biodiversidad.

Los sistemas de cultivos en el valle han tenido impacto en la biodiversidad. Algunos habitats específicos, como ciertas depresiones de los llanos de la Fragua, cercanas a Estanzuela, especialmente en las aldeas El Guayabal y San Nicolás, que constituyen el habitat del peretete (*Burhinus bistriatus*), han desaparecido especialmente en los últimos diez años al ser sustituidos por grandes áreas cultivadas de melón. El peretete es un ave endémica en la región, a la cual se captura durante las noches y se vende para mascotas en Zacapa. Aunque Land (1970) la reporta para Zacapa y la Costa Sur, nosotros estimamos que, dado el aislamiento, esta especie no ha tenido cruzamientos recientes con aquellas de la costa sur. Un estudio especial de esta ave es urgente en la región; la población o ecotipo está en serio peligro de extinción.

El análisis de la biodiversidad a niveles de ecosistemas muestra que están cambiando significativamente hacia reducción de su diversidad.

En el último siglo fueron reemplazadas por tierra agrícola las lagunetas de la aldea la Laguna, en el municipio de Cabañas, Zacapa, y una pequeña laguneta de Chispán, Estanzuela. La laguneta denominada El Chupadero, Teculután, Zacapa, fue destruida en 1954 cuando se construyó la ruta al Atlántico (kilómetro 121) y un relleno la dividió en dos; actualmente aún se observan los tulares y se sabe que la sección de malaria del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social insisten ante el propietario para que se seque definitivamente.

Muchos ríos han perdido sus condiciones biológicas en la medida que son usados intensivamente para irrigación; algunos de ellos son dejados sin agua, unos dos o tres kilómetros antes de llegar al Motagua, tales Guijó, Palmilla, San Vicente y Tambor; mucha de la vida acuática, especialmente moluscos y nutria han desaparecido. Uno de los mejores ejemplos de la disminución del caudal de los arroyos o de la pérdida de su capacidad biológica es el río Huijó, jurisdicción de Uzumatlán, Zacapa, que de diciembre a junio no conduce agua de la aldea el Jute al Motagua, debido a que previamente se ha utilizado todo su caudal en diferentes tomas para riego; muchas formas biológicas desaparecen. Algunas fincas, por ejemplo en Teculután, derivan hasta 1.5 metros cubicos de agua para riego. Entre los mamíferos mas perjudicados, y próximos a desaparecer, se encuentra la nutria, la cual se ha detectado en el río Motagua y en los ríos Hondo, Huijó y Teculután. Un estudio para estudiar la situación de su población es urgente.

Los sistemas pecuarios, contrario a los sistemas agrícolas de monocultivo favorecen la biodiversidad debido a que el pastoreo se realiza en los sistemas naturales controlados, sin hacer introducciones substanciales de nuevas especies, sino utilizando las nativas. Incluso esa biodiversidad contribuye a darle un sabor agradable a los quesos secos que artesanalmente se fabrican en varios municipios, especialmente en la aldea San José Teculután, Teculután. El sistema pecuario que

reduce significativamente la biodiversidad es el de cabras, el cual se muestra en San Agustín Acasaguastlán, especialmente en Malena, donde las áreas de pastoreo son totalmente desnudadas por el mal manejo de los hatos caprinos.

Las observaciones de campo nos permiten inferir que el empobrecimiento de la población humana en algunas aldeas, especialmente en los cerros, influye directamente en la forma de manejo de los recursos naturales; la tendencia hacia los monocultivos anuales, especialmente para autoconsumo, son factores muy importantes en la disminución de la biodiversidad.

El manejo de los suelos interactuando con el agua de riego, ya da algunos indicios en la pérdida de la biodiversidad. Allara (1990) desarrolló un estudio sobre la salinidad y sodicidad de los suelos de la Unidad de Riego de la Fragua, utilizando 15 sitios con tres muestras de cada una a diferentes horizontes genéticos. Concluyó que los niveles de sodio son relativamente bajos y que no sobrepasan el nivel crítico del 15%; además reporta, que el 0.48% del área estudiada presenta mas de un 10% de presencia de sales de sodio, generalmente en aquellos suelos de textura arcillosa (Chicaj). Además se observaron afloramientos de sales en forma puntual en un 9% del área estudiada. Lo anterior ya es un indicio de que algunos suelos se están sodificando y salinizando lo cual se encuentra asociado a la calidad de agua de riego, a la poca capacidad de infiltración de los suelos y a la alta tasa de evapotranspiración del área de estudio.

Hay grandes sistemas de riego por goteo de melón en San Jorge y Llano de Piedras, Zacapa, y San Nicolás y Guayabal, Estanzuela, donde dos empresas multinacionales han deforestado y riegan en conjunto aproximadamente 700 manzanas (1992). El agua, derivada de agua subterránea y con apreciable concentración de sales, tiene el riesgo de generar pérdida del potencial del suelo para otros cultivos e incluso para la vegetación natural; también, basado en el hecho que las tierras son arrendadas, sugiere que cuando se abandonen serán difíciles aún para pastoreo. Las aguas son salinas, pero el melón soporta salinidad. Ello, de hecho está ejerciendo influencia, no cuantificable en este estudio, en la biodiversidad a largo plazo.

La interacción del uso de agua y suelos en las áreas intensivas de riego, permite concluir lo siguiente: a) actualmente la salinidad y sodicidad no constituyen problema en sus suelos, aunque el mal manejo del riego puede agravar sus características, ya que el riego excesivo puede elevar la tabla de agua; b) el riego se realiza con muchas deficiencias de tipo técnico, administrativo, institucional, legal y social; c) el agua de la región es considerada en términos generales de buena calidad para riego, pero requiere buen manejo; d) en muchas partes se presentan conflictos en el uso del agua, principalmente con fines domésticos y de irrigación, por la no

existencia de ninguna ley que norme o regule el uso de este recurso. Por lo general son los grupos de poder de las comunidades los que tienen el control sobre el recurso, perjudicando a la mayoría de la población, ya que muchas veces estos últimos no disponen de agua ni para sus necesidades vitales; e) los sistemas estatales de riego no están alcanzando los objetivos de área regada, por estar operando con problemas de diferente índole. Los elementos anteriores, cualitativamente tienen influencia en la biodiversidad de la región.

5.4. ECOSISTEMAS URBANOS

Los sistemas urbanos, por no ser tan grandes, no tienen un impacto negativo, excepto el que generalmente provocan. Es de resaltar que se sabe que a inicios del siglo se formaban dos lagunetas, que poco a poco han desaparecido con el proceso de urbanización de la cabecera municipal de Zacapa en el barrio la Laguna. Asimismo, ningún sistema urbano tiene tratamiento de sus aguas negras, las cuales son eliminadas en los ríos más cercanos; debido a que los poblados no son muy grandes, ello todavía no muestra grandes impactos, pero sí ya empieza a dar indicios de contaminación, especialmente en San Agustín Acasaguastlán, en el río Hato.

6. INTERACCION DE ECOSISTEMAS EXTERIORES CON BIODIVERSIDAD

El mal manejo de diferentes componentes de los sistemas exteriores a las zonas semiáridas, tanto rurales como urbanos, ha contaminado y significativamente reducido la biodiversidad del principal río, el río Motagua, que atraviesa el valle. Este río es utilizado por muchas poblaciones asentadas en sus riberas o cerca de ellas, para agua de consumo humano y de riego agrícola.

El ecosistema formado por el río Motagua es contaminado cotidianamente; aproximadamente el 80% de las aguas servidas que elimina la ciudad de Guatemala desembocan en el río a la altura del municipio de Chuarrancho. Desde 1970 los campesinos que viven en sus riberas o en poblados cercanos del Progreso y Zacapa se impresionan de ver que todos los años, y cada vez más fuerte, el río recibe al inicio del invierno una fuerte crecida, turbia, que arrastra todos los desechos acumulados en la capital, provocando que los organismos moribundos salgan a la superficie en búsqueda de oxígeno; los primeros en salir a las orillas son los camarones y luego los peces más sensibles como machacas y pepezcas y de último las mojarra y guapotes. En algarabía, la noticia se difunde en los diferentes poblados cercanos y los campesinos, en grave estado de pobreza, fácilmente agarran con las manos a los peces atontados y los comen.

El fenómeno anterior, conocido por los campesinos como "barbasco", guarda íntima relación con la desaparición de ciertos componentes del río, entre ellos moluscos denominados jutes, camarones, peces y algunos mamíferos como la nutria, y es consecuencia del mal manejo de algunos componentes de ecosistemas exteriores: las aguas negras sin tratamiento del sistema urbano formado por la ciudad capital y los sedimentos de ciertas áreas deforestadas cuyos residuos agrícolas son incendiados. Estos desechos llegan abruptamente al río, provocando mayor contaminación y muerte de miles de organismos. La nutria no soporta la contaminación por lo que rápidamente emigra a otros ríos cercanos, donde -por su poca profundidad- rápidamente la capturan los campesinos.

Algunas especies, aparte de los problemas de salubridad humana con poblaciones que viven en sus riberas, seguramente ya desaparecieron y otras están en peligro de extinción, principalmente *Cichlasoma motaguense* y *Lutra anactema*; aunque se hicieron algunos muestreos de peces, no se hizo un trabajo taxonómico para su determinación. Se estima conveniente estudiar las condiciones físico químicas del agua, en verano e invierno, y los cambios que está provocando en la diversidad del río.

Con agua del río Motagua se abastecen los siguientes cuatro sistemas estatales de riego: Palo Amontonado, El Rancho-Jícaro, San Cristóbal Acasaguastlán y Cabañas. Se tuvieron evidencias, y lo confirmaron los agricultores de El Rancho y El Jícaro, que las infestaciones por nemátodos se han incrementado en algunos cultivos, especialmente tabaco, tomate y chile pimiento.

Será necesario estudiar sistemáticamente la calidad del agua y su relación con los cultivos.

Las evidencias indican que el mal manejo en los ecosistemas exteriores influye en sus interacciones con las zonas semiáridas, y repercute en la biodiversidad en el propio río, en los cultivos, en la salud de algunas aldeas, y en general repercute en el deterioro de las condiciones de producción agraria.

7. USO DE ESPECIES VEGETALES Y EN PELIGRO DE EXTINCION

Una alta cantidad de la diversidad vegetal nativa es utilizada como leña, madera para pequeña industria y como fuente de plantas medicinales, alimento y ornamentales. En el bosque muy seco se determinaron 165 especies y casi todas

tienen un uso para los pobladores. Ello se analiza en otras publicaciones de este mismo proyecto.

Las diferentes especies del bosque muy seco, agrupadas por arbóreas dominantes y potenciales para uso maderable, alimentario, forrajero y ornamental, se presentan en los cuadros del 13 al 17. Dichas plantas tienen un alto potencial para incrementar su uso o recuperar las diferentes áreas de la región. Las especies presentadas en esos diferentes cuadros son apropiadas para utilizarse en la recuperación de los sistemas naturales controlados de la zona.

El guayacán (*Guaiacum sanctum L.*) es una especie que ocurre en la zona y que está enlistada en el apéndice I y II del convenio sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre; aunque representa una población única en la zona, su abundancia no está en niveles críticos, como sí lo están otras especies menos conocidas. Algunas especies nativas que están perdiendo su variabilidad debido a disminución numérica de sus poblaciones son las siguientes: loroco (*Fernaldia pandurata*), orquídeas (*Brassavola nodosa*, *Encyclia adenocarpa*, *Laelia sp.* y *Oncidium cebolleta*); y regador (*Gyrocarpus americanus*). Especies endémicas, o por lo menos con ecotipos específicos en esta región, aparte de los mencionados anteriormente, son los siguientes: *Manihot gualanensis*, *Leucaena guatemalensis*, *Mimosa zacapana*, *Juliana adstringens*, *Nopalea guatemalensis* y *Nyctocereus guatemalensis*; otras especies nativas del econotono superior (en el límite con el bosque seco) y en situación crítica, son el pony (*Beucarnea sp.*) y jurgay o juruguay (*Talisia olivaeformis*).

**CUADRO No. 13.
ESPECIES ARBOREAS DOMINANTES**

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA
<i>Caesalpinia velutina</i> (Britt y Rose) Standl	Aripin	Caesalpinaceae
<i>Plocosperma buxifolium</i> Benth	Barreto	Loganiaceae
<i>Capparis incana</i> HBK	Canjurrillo	Capparidaceae
<i>Caesalpinia affinis</i> Hemsl Diag.	Carcomo	Caesalpinaceae
<i>Jacquinia aurantiaca</i> Ait	Durucho	Theophrastaceae
<i>Malpighia puniceifolia</i> L.	Frutillo	Malpighiaceae
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i> Benth	Malpaiz	Fabaceae
<i>Nopalea guatemalensis</i> Rose	Nopal	Cactaceae
<i>Hintonia standleyana</i> Bullock in Hook	Quina	Rubiaceae
<i>Bucida macrostachya</i> Standk	Roble	Combretaceae
<i>Cochlospermum vitifolium</i> Willd	Tecomajuche	Bixaceae
<i>Cassia emarginata</i> L.	Vainillo	Caesalpinaceae
<i>Leucaena diversifolia</i> (Schlecht) Benth	Yaje	Mimosaceae
<i>Mimosa platycarpa</i> Benth	Zarza	Mimosaceae

**CUADRO No. 14
ESPECIES VEGETALES POTENCIALES PARA USO MADERABLE**

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA
<i>Leucaena diversifolia</i> (Schlecht) Beth	Yaje	Mimosaceae
<i>Leucaena brachycarpa</i> Urban	Yaje	Mimosaceae
<i>Bucida macrostachya</i> Standl	Roble	Combretaceae
<i>Tabebuia sp.</i>	Cortés	Bignoniaceae
<i>Acacia deamii</i> Britt y Rose	Orotoguaje	Mimosaceae
<i>Diphysa macrophylla</i> Lundell	Guachipilin	Fabaceae

<i>Caesalpinea eriostachys</i> Benth	Palo hediondo	Caesalpinaceae
<i>Simarouba glauca</i> D. C.	Jocote de mico	Simaroubaceae
<i>Trichilia hirta</i> L.	Cedrillo	Meliaceae
<i>Caesalpinea velutina</i> (Britt y Rose) Standl	Aripin	Caesalpinaceae
<i>Guaiaecum sanctum</i> L.	Guayacán	Zigophyllaceae
<i>Karwinskia calderoni</i> Standl	Fruta de cabro	Rhamnaceae
<i>Albizziacx idiopoda</i> (Blake) Britt y Rose	Quebracho	Mimosaceae
<i>Mimosa Platycarpa</i> Benth	Zarza	Mimosaceae

CUADRO No. 15
ESPECIES CON POTENCIAL PARA USO ALIMENTARIO

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA
<i>Lippia graveolens</i> HBK	Orégano	Verbenaceae
<i>Fernaldia pandurata</i>	Loroco	Apocinaceae
<i>Capsicum annum</i> L. Var. aviculare	Chiltepe	Solanaceae
<i>Simarouba glauca</i> DC.	Jocote de mico	Simaroubaceae
<i>Malpighia punicifolia</i> L.	Frutillo	Malpighiaceae
<i>Leucaena diversifolia</i> (Schiecht) Benth	Yaje	Mimosaceae
<i>Cnidoscylus urens</i> L.	Chichicaste	Euphorbiaceae
<i>Cordia truncatifolia</i> Bartlett	Chaparro	Boraginaceae
<i>Manihot gualanensis</i> Blake	Yuca cimarrona	Euphorbiaceae
<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray Predr.	Diente de chuco	Boraginaceae
<i>Hylocereus undatus</i>	Arpon	Cactaceae
<i>Melocactus ruestii</i> Schumann	Chile	Cactaceae

CUADRO No. 16
ESPECIES CON POTENCIAL PARA USO FORRAJERO

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA
<i>Leucaena diversifolia</i> (Schlecht) Benth	Yaje	Mimosaceae
<i>Leucaena brachycarpa</i> Urban	Yaje	Mimosaceae
<i>Mimosa platycarpa</i> Benth	Zarza	Mimosaceae
<i>Acacia deamii</i> Britt y Rose	Orotoguaje	Mimosaceae
<i>Acacia farnesiana</i>	Subin	Mimosaceae
<i>Crescentia alata</i> HBK Morro	Bignoniaceae	
<i>Bouteloua disticha</i> HBK	Zacate cola de armado	Poaceae
<i>Teramnus labialis</i> (L.F.) Spreng Frijolillo	Fabaceae	
<i>Cracca mollis</i> (HBK) Benth y Spreng Frijolillo	Fabaceae	
<i>Aeschynomene fascicularis</i> Schlecht y Cham	Tamarindillo	Fabaceae

CUADRO No. 17
ESPECIES CON POTENCIAL PARA USO ORNAMENTAL

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA
<i>Cordia truncatifolia</i> Bartlett.	Barreto	Boraginaceae
<i>Plumeria rubra</i> L.	Palo de la cruz	Apocynaceae
<i>Apoplanesia paniculata</i> Presl.	Madreflecho	Fabaceae
<i>Iresine calea</i>	Sereno	Amaranthaceae
<i>Nyctocereus guatemalensis</i> Britt y Rose	Tuno de zorro	Cactaceae
<i>Melocactus ruestii</i> Schumann	Chile	Cactaceae
<i>Mammillaria eichiamii</i> Quehl	Cerote	Cactaceae

8. USO DE ESPECIES ANIMALES Y EN PELIGRO DE EXTINCION

En la zona se utilizan diferentes animales, tanto mamíferos, como reptiles, peces y aves. Debido a que a nivel de muestreo para conocer su uso en las comunidades se estudió únicamente el de mamíferos, los resultados se reportan en el cuadro No. 18.

Las poblaciones o ecotipos animales que están en peligro de extinción en la región son las siguientes: coyote (*Canis latrans*), nutria o perro de agua (*Lutra anactema*), culebra cascabel (*Crotalus durissus*), Monstruo de gila o escorpión (*Heloderma horridum*), peretete (*Burhinus bistriatus*) y algunos moluscos (denominados jutes), camarones y peces del río Motagua, no determinados

CUADRO No. 18
LISTADO PRELIMINAR DE MAMIFEROS DEL BOSQUE MUY SECO DE GUATEMALA

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN LOCAL	ABUNDANCIA
Carnívora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	Muy escaso
Carnívora	Canidae	<i>Urocyon cinereargenteus</i>	Gato de monte	Abundante

Carnívora	Procionidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	Abundante
Carnívora	Procionidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí, pizote	Escaso
Carnívora	Mustelidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo o comadreja	Abundante
Carnívora	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja	Abundante
Carnívora	Mustelidae	<i>Lutra longicaudis</i>	Perro de agua	Muy escaso
Carnívora	Felidae	<i>Felis yagouaroundi</i>	Onza o tejón	Abundante
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado	Muy escaso
Edentata	Mymecophagidae	<i>Tamandua tetradáctyla</i>	Oso colmenero	Visitante
Edentata	Dasypodidae	<i>Dasyus novemcintus</i>	Armado o cuzuco	Abundante
Marsupialia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tacuazin	Muy abundante
Marsupialia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tacuazin	Abundante
Marsupialia	Didelphidae	<i>Marmosa mexicana</i>	Tacuazin Ratón	No se observó, se citó por información bibliográfica
Marsupialia	Didelphidae	<i>Marmosa robinsoni</i>	Tacuazin Ratón	No se observó, se citó por información bibliográfica
Lagomorpha	Leporidae	<i>Silvilagus brasiliensis</i> **	Conejo	Muy abundante
Rodentia	Heteromyidae	<i>Liomys salvini</i>	Ratones de campo	En general muy abundantes, no se puede precisar de especies en particular
Rodentia	Cricetidae	<i>Ototylomys phyllotis</i>	Ratones de campo	En general muy abundantes, no se puede precisar de especies en particular
Rodentia	Cricetidae	<i>Peromyscus stirtoni</i>	Ratones de campo	En general muy abundantes, no se puede precisar de especies en particular
Rodentia	Cricetidae	<i>Sigmodon hispidus</i>	Ratones de campo	En general muy abundantes, no se puede precisar de especies en particular
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus sp.</i>	Ardilla	Abundantes en regadíos, no se puede precisar de especies en particular
Quiroptera*	Emballonuridae	<i>Balantiopterix plicata</i>	Murciélago	Abundante
	Natalidae	<i>Natalus stramineus</i>	Murciélago	Abundante
	Phyllostomidae	<i>Glossophaga leachi</i>	Murciélago	Abundante
	Phyllostomidae	<i>Phyllostomus discolor</i>	Murciélago	Abundante
	Desmodontidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro	Abundante
	Phyllostomidae	<i>Carollia subrufa</i>	Murciélago	Abundante
	Phyllostomidae	<i>Sturnira liliun</i>	Murciélago	Abundante
	Phyllostomidae	<i>Caenturio senex</i>	Murciélago	Abundante
	Phyllostomidae	<i>Artibeus intermedius</i>	Murciélago	Abundante
	Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago	Abundante
	Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago	Abundante
	Phyllostomidae	<i>Dermanura sp.</i>	Murciélago	Abundante
	Vespertilionidae	<i>Rhogeessa sp1.</i>	Murciélago	Abundante

- La clasificación de los quirópteros está basada en Jones, Arroyo-Cabrales y Owen (1988). Género en revisión: las especies de determinan por cariotipos.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Es la región más seca de Centroamérica, con sistemas productivos únicos en diferentes etapas de desarrollo. Tiene 150,000 habitantes, 924 km² de

superficie y está rodeada de altas montañas (Sierra de las Minas, Montaña de Jalapa y Sierra del Merendón), que le dan condiciones de aislamiento ecológico y geográfico que favorecen el endemismo. Su vegetación es caducifolia.

2. Aproximadamente el 69% (637.56 km²) es constituido por ecosistemas naturales controlados, el 28% (258.72 km²) por sistemas agrícolas y el 3% (27.72 km²) por sistemas urbanos. Casi el 80% de los sistemas naturales controlados (510.05 km²) están en la etapa arbustiva, mayoritariamente yaje (*Leucaena diversifolia*) y zarza (*Mimosa platicarpa*), lo cual indica que el área ha sido sometida a fuerte disturbación.
3. No hay sistemas naturales maduros sin intervención humana ni ningún otro tipo de área protegida; toda la zona está sometida a transformación en diferentes grados.
4. En general, los sistemas naturales controlados incluyen la mayoría de la biodiversidad nativa, y mucha de ella es utilizada para pastoreo, como leña, madera para pequeña industria y como fuente de plantas medicinales, alimento y ornamentales. Hay tendencia a disminución de biodiversidad, tanto animal como vegetal. La composición y estructura de los sistemas naturales controlados es diferente a la de los agrícolas, donde la biodiversidad se reduce sustancialmente.
5. Las comunidades de los sistemas naturales controlados, en diferentes etapas de sucesión ecológica, está dado por comunidades herbáceas durante los primeros tres años, para ser sustituidas por comunidades arbustivas de subin (*Acacia farnesiana*), zarza (*Mimosa platicarpa*) y brasil (*Haematoxylon brasiletto*). Las comunidades arbóreas pioneras están dominadas por yaje (*Leucaena diversifolia*) o comunidades mixtas de *cactáceas*, *mimosáceas*, *cesalpináceas* y *fabáceas* (*Lemaireocereus-Nopalea-Acacia-Leucaena-Cesalpinia*); luego sigue la siguiente sucesión: caraño (*Juliana adstringens*), manzanote (*Pereskia autumnalis*), comunidades mixtas de palo jiote (*Bursera-Gyrocarpus-Juliana*) y roble de montaña (*Bucida macrostachya*).
6. Están representadas no menos de 50 familias, con 165 especies. Las familias más diversas en las comunidades de yaje (*Leucaena diversifolia*) y roble de montaña (*Bucida macrostachya*) son Mimosaceae (8.2%), Fabaceae (8.2%), Asteraceae (7.55%), Caesalpinaceae (5.7%), Cactaceae (5.7%), Euphorbiaceae (5.0%) y Poaceae (3.4%). Las comunidades están constituidas por cinco estratos verticales bien definidos: especies arbóreas, 32.7%; especies arbustivas, 23.3%; especies herbáceas, 30.8%; lianas, 7.5; y epífitas, 5.7%. Hay presencia predominante de especies morfológicamente espinosas (familias Mimosaceae, Fabaceae, Caesalpinaceae y Cactaceae) y de especies con fisonomía espinosa, con diferentes estructuras punzantes o urticantes (familias Teophrastaceae, Zigophylaceae, Euphorbiaceae y Urticaceae) que juntas representan casi el 50% de la composición vegetal de la zona; además, el 70% de las especies dominantes en las diferentes comunidades vegetales son espinosas, tales como subín (*Acacia farnesiana*), zarza (*Mimosa platicarpa*),

manzanote (*Pereskia autumnalis*), asociaciones de cactáceas y leguminosas (*Lemaireocereus-Nopalea-Acacia-Leucaena-Cesalpinia*) y brasil (*Haematoxylon brasiletto*).

7. Los pequeños ríos o arroyos tienen en sus orillas (aproximadamente 30 metros por cada lado) vegetación natural diferente a la de la zona muy seca, proveniente de los bosques secos, húmedos y pluviales de las sierras, y en menor grado ocurre lo mismo a orillas de las quebradas (corrientes de invierno); las especies más abundantes son *Andira inermis*, *Albizzia longepedata*, *Cecropia peltata*, *Ceiba pentandra*, *Ceiba aescutifolia* (HBK), *Pithecolobium dulce*, *Ficus* spp., *Thouinidium decandrum* y otras. Esa respuesta al gradiente de humedad, es otro factor que influye en la conformación de otros ecosistemas naturales controlados, incrementando la diversidad no sólo de especies sino de habitats y sistemas.
8. La alta cantidad de superficie dedicada a sistemas naturales controlados se relaciona con las limitaciones de la precipitación anual, lo cual impide que en los valles pueda producirse agricultura de invierno sin riego; ello es determinante, desde el punto de vista de manejo humano, en la relativa alta biodiversidad en toda el área.
9. La precipitación pluvial, con volúmenes inferiores en la mayoría de la región, a los requeridos por las diferentes especies cultivables, es el factor limitante de la producción agrícola. En la parte superior de la zona, en algunos cerros con más humedad, se siembra maíz y frijol en invierno, y se les denomina sistemas de cultivo de temporal. En el valle, donde se producen únicamente cultivos con riego, los sistemas de producción agrícola se clasificaron en sistemas de producción bajo riego estatales, no estatales para cultivos anuales y no estatales para plantas perennes o regadíos; son mayoritarios los cultivos anuales (tomate, melón, sandía, cebolla y chile pimiento). Los regadíos, ubicados en las riberas de los ríos, están plantados por especies arbóreas nativas, tales como zapote (*Pouteria mammosa*), chico (*Manilkara achras*), sunza (*Lycania platypus*), mamey (*Mamea americana*), pacaya (*Chamaedorea tepejilote*) y chupte (*Persea schiediana*) y algunas exóticas, principalmente mango (*Mangifera indica*) y cítricos (*Citrus* spp); estas especies frutales, sometidas a riego y con manejo de baja intensidad, tienden a disminuir al ser sustituidas por cultivos anuales.
10. La menor biodiversidad es presentada por los cultivos anuales (melón, tomate, chile, tabaco y otros); los sistemas agrícolas, en general, tienen poca diversidad, a excepción de los sistemas de producción de regadíos. Luego le siguen los sistemas naturales, en sus diferentes etapas, desde arbustivas hasta arbóreas; diversidad intermedia tienen comunidades mixtas de Cactaceae, Mimosaceae y Caesalpiniaceae (*Lemaireocereus-Nopalea-Acacia-Leucaena-Cesalpinia*) y yaje (*Leucaena diversifolia*); la mayor diversidad es mostrada por comunidades de caraño (*Juliana adstringens*), manzanote (*Pereskia autumnalis*), comunidades mixtas de palo jiote (*Bursera-Gyrocarpus-Juliana*) y

roble de montaña (*Bucida macrostachya*).

11. Los sistemas agrícolas de monocultivo anual, que ocupan el 24% de la superficie (221.76 km²), mostraron la menor biodiversidad y tienen significativa influencia en la disminución de la diversidad animal de otros sistemas; no hay deliberada rotación de cultivos sino que, a excepción de grandes áreas cultivadas de melón para exportación, se hace de acuerdo a la demanda y a las condiciones de riesgo del agricultor. Los regadíos, que representan aproximadamente el 3% de superficie (27.72 km²), son los que tienen la mayor diversidad de los sistemas agrícolas, pero en los últimos 30 años, en la mayoría de ríos que los han tenido como Hato, Teculután, San Pablo, Riachuelo y Jones, han sido cambiados a sistemas de monocultivo.
12. El empobrecimiento de la población humana y la tendencia hacia los monocultivos anuales son factores importantes en la disminución de la biodiversidad. La dependencia de la población con respecto a la actividad agrícola como generadora de ingreso y alimento ha incidido en la reducción de la biodiversidad. Bajo las condiciones económicas actuales de la población, existe una relación inversa entre la riqueza de biodiversidad natural y la generación de ganancias de los sistemas de producción practicados.
13. La sustitución de sistemas tradicionales de producción por los monocultivos hortícolas intensivos y de exportación, ha reducido la biodiversidad; los cambios de sistemas de producción en los últimos cuarenta años, como el desarrollo de distritos de riego, han generado la implementación de una agricultura con utilización de elementos tecnológicos modernos (pesticidas y fertilizantes sintéticos) en forma intensiva y no favorable a la preservación de la biodiversidad.
14. El uso o captación del agua para riego de algunos pequeños ríos o arroyos en las partes altas de la cuenca, ha disminuido o dejado sin caudal en las partes bajas de la misma durante el verano, perdiendo sus condiciones biológicas y reduciendo la diversidad de especies acuáticas; los más deteriorados son Huijón, Tambor y la Palmilla; mucha de la vida acuática, especialmente moluscos y nutria ha desaparecido. Asimismo, algunos habitats específicos, como las lagunetas de la aldea la Laguna, Cabañas, y ciertas depresiones de los llanos de la Fragua, Estanzuela, que han constituido el habitat del peretete (*Burhinus bistriatus*), ave endémica, desaparecieron al ser sustituidos por monocultivos.
15. Las condiciones socioeconómicas de la población rural, han provocado la utilización de tierras no aptas para la agricultura, propiciando mayor deterioro de la biodiversidad, de las características de los suelos y de su potencial natural, especialmente en los cerros (entre 250 a 500 msnm) donde se realizan cultivos de temporal para subsistencia. Algunas poblaciones, especialmente lorocho (*Fernaldia pandurata*), juruguay (*Talisia olivaeformis*) y pony (*Beucarnea* sp.) han reducido su abundancia, por excesiva extracción y deforestación.

16. El mal manejo en los sistemas exteriores (de producción y urbanos) ha contaminado y reducido significativamente la biodiversidad del río Motagua, la fuente mayor de agua que atraviesa el valle. Aproximadamente el 80% de las aguas negras sin tratamiento de la ciudad de Guatemala, y los sedimentos de áreas deforestadas, cuyos residuos agrícolas son incendiados, desembocan en el río Motagua; ello provoca contaminación y muerte -evidente al inicio de la estación lluviosa- de miles de organismos, entre ellos moluscos denominados jutes, camarones, peces y la nutria. Con sus aguas se abastecen cuatro sistemas estatales de riego (aproximadamente 1500 Has.) y se tienen evidencias que las infestaciones por nemátodos se han incrementado en algunos cultivos, especialmente tabaco, tomate y chile pimiento. La contaminación del río repercute en su biodiversidad, en los cultivos, en la salud de algunas aldeas y en general en el deterioro de las condiciones de producción agraria de la región.
17. Algunas especies nativas están perdiendo su variabilidad debido a disminución numérica de sus poblaciones. Entre las plantas están las siguientes: loroco (*Fernaldia pandurata*), orquídeas (*Brassavola nodosa*, *Encyclia adenocarpa*, *Laelia sp.* y *Oncidium cebolleta*); y regador (*Gyrocarpus americanus*); especies endémicas, o por lo menos con ecotipos específicos en esta región, aparte de los mencionados anteriormente, son los siguientes: *Manihot gualanensis*, *Leucaena guatemalensis*, *Mimosa zacapana*, *Juliana adstringens*, *Nopalea guatemalensis* y *Nyctocereus guatemalensis*; otras especies nativas del ecotono superior (en el límite con el bosque seco) y en situación crítica, son el pony (*Beucarnea sp.*) y jurgay o juruguay (*Talisia olivaeformis*). Las poblaciones o ecotipos animales en peligro de extinción son las siguientes: coyote (*Canis latrans*), nutria o perro de agua (*Lutra anactema*), culebra cascabel (*Crotalus durissus*), monstruo de gila o escorpión (*Heloderma horridum*), peretete (*Burhinus bistriatus*) y algunos moluscos (denominados jutes), camarones y peces del río Motagua, no determinados.

RECOMENDACIONES PARA PRESERVAR LA BIODIVERSIDAD

A continuación se presentan recomendaciones para iniciar la preservación, recuperación y mejoramiento de la biodiversidad de la región.

1. Siendo ésta la región más seca de Centro América, se estima necesario

proponer las bases para un área protegida que permita conservar muchos de los recursos naturales nativos, tanto a nivel de sistemas como especies en peligro de extinción. Por lo tanto, se recomienda sugerir al gobierno, a través de la Comisión Nacional de Areas Protegidas, considerar el establecimiento de un área protegida en la región.

2. Dado a que legalmente no hay áreas protegidas, una buena alternativa inmediata y complementaria, es sistematizar los sitios recreacionales silvestres locales ya existentes cerca de los arroyos y fomentar otros, incrementando su área debido a la gran diversidad de especies vegetales, y con ello animales, que se alojan en sus riberas. Esta estrategia se recomienda desarrollarla a nivel municipal, formulando zonas de uso recreativo; cada municipalidad puede fomentar sus áreas de uso recreativo.
3. Establecer el fomento del uso de las especies nativas para mejorar los sistemas naturales controlados o sistemas agrícolas; también se recomienda utilizar las especies nativas, listadas en este informe, en los mismos procesos de recuperación o mayor desarrollo de algunas comunidades.
4. El estado debe aplicar la ley de aguas en la protección de los diferentes pequeños ríos o arroyos de la zona. Alternativamente deben proponerse métodos de almacenamiento de agua, como reservorios o embalses en forma de lagunas, tendentes a mantener un mínimo de agua en los arroyos en verano. Ello mejorará la biodiversidad de los arroyos.
5. El Estado debe fomentar la rotación de cultivos y la preservación y mejoramiento de los regadíos; ello requiere una sustancial transformación de las condiciones socioeconómicas del país y particularmente de la demanda de las frutas nativas.
6. Para mejorar la visión de la biodiversidad de la zona es conveniente realizar en lo inmediato los siguientes estudios:
 Un estudio especial del actual estado del peretete (*Burhinus bistriatus*), especialmente en las depresiones del valle de la Fragua; el ecotipo está en serio peligro de extinción.
 Estimación de poblaciones de nutria (*Nutra anactema*) y condiciones de vida, particularmente en río Motagua y ríos Huijón, Teculután y Panaluya; proponer áreas de conservación y establecer métodos de protección con los vecinos.

Determinación de las condiciones físico químicas del agua del río Motagua en

diferentes puntos, en verano e invierno, y los cambios que está provocando en su diversidad.

Establecer sistemáticamente la calidad del agua para riego derivada del río Motagua y su relación con los cultivos y la biodiversidad en general.

Realizar estudios de poblaciones de coyote con telemetría.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1. ALFARO MARROQUIN, R. H. et al. Diagnóstico de la producción y comercialización agrícola en las unidades de riego La Fragua, LLano de Piedras y El Guayabal, del distrito de riego La Fragua,**

- Zacapa.** Guatemala : Cursos Especializados, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1990. 164 p.
2. ALLARA MORALES, H. S. **Diagnostico General de la aldea San Nicolas Estanzuela Zacapa.** Guatemala : Ejercicio Profesional Supervisado Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1988.
 3. ----- . **Estudio preliminar de suelos salinos y sódicos en la Unidad de Riego de la Fragua, Zacapa.** Guatemala : Tesis Ing. Agr. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 1990. 67 p.
 4. ANLEU ARREAGA, F. R. **Diagnóstico general de la aldea Palo Amontonado del municipio de Guastatoya, departamento del Progreso.** Guatemala : Ejercicio Profesional Supervisado Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1987. 25 p.
 5. ARNON, I. **La modernización de la agricultura en países en vía de desarrollo, Recursos-Potenciales-Problemas.** México : Limusa, 1987. 733 p.
 6. CABRERA URZUA, I. L. **Diagnóstico general de la comunidad de Jumuzna, municipio de Río Hondo, departamento de Zacapa.** Guatemala : Ejercicio Profesional Supervisado Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1988. 47 p.
 7. CARDONA PAIZ, J. C. **Impacto socioeconómico de la implantación del riego en San Cristóbal Acasagatlán.** Guatemala : Ejercicio Profesional Supervisado Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1983. 65 p.
 8. CARDOSO, F. H. y FALETTO, E. **Dependencia y desarrollo en América Latina. In: Lecturas sobre el desarrollo económico.** México : Escuela Nacional de Economía, 1985. p. 39-44.
 9. CASTAÑEDA OLIVA, L. 1988. **Diagnóstico de la aldea El Guayabal, Estanzuela, Zacapa.** Guatemala : Ejercicio Profesional Supervisado Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1988. 36 p.
 10. CASTAÑEDA SALGUERO, C. **Interacción Naturaleza y Sociedad Guatemalteca.** Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala, Editorial Universitaria, 1991. 148 p.
 11. CORDON CABRERA, E.S. **Diagnóstico de la aldea La Reforma, Hité, Zacapa.** Guatemala : Ejercicio Profesional Supervisado Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1988. 28 p.

12. CORZO SANTIAGO, H. R. **Diagnóstico general de la aldea Tulumajillo, municipio de San Agustín Acasaguastlán, departamento de El Progreso.** Guatemala : Ejercicio Profesional Supervisado Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1987. 32 p.
13. CRUZ CABRERA, R.A. **Diagnóstico general de la aldea El Jute, Usumatlán, Zacapa.** Guatemala : Ejercicio Profesional Supervisado Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1989. 43 p.
14. CURTIS, J. T. **The vegetation of Wisconsin. An ordination of plant communities.** Univ. of Wisconsin Press, Madison, 1959. 657 p.
15. DE LA CRUZ, J. R. **Clasificación de Zonas de Guatemala a nivel de Reconocimiento.** Guatemala : Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 1982. 42 p.
16. DEL CID PINOT, J. L. **Diagnóstico general de las aldeas San Jorge y Barranco Colorado, Zacapa, Zacapa.** Guatemala : Ejercicio Profesional Supervisado Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1987. 24 p.
17. DIRECCION DE RIEGO Y AVENAMIENTO. **El riego en el distrito de la Fragua, Guatemala.** Guatemala : Proyecto regional de agrometeorología, 1991. 60 p.
18. DIXON, J.A. y SHERMAN, P.B. **Economics of protected areas, a new look at benefits and costs.** U.S.A. : Island Press, 1990. 234 p.
19. ESCOBAR SAGASTUME, S. H. **Diagnóstico de la situación actual del cultivo de la vid (*Vitis* spp.) en la aldea El Jute, municipio de Usumatlán, departamento de Zacapa.** Guatemala : Ejercicio Profesional Supervisado Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1989. 34 p.
20. FAO. **Estado actual del conocimiento sobre Prosopis Tamarugo.** Chile, 1985. 483 p.
21. FUENTES Y GUZMAN, F. **Recordación Florida: discurso historial, demostración material, militar y política del reino de Goathemala.** Guatemala : José de Pineda Ibarra, 1979. 164 p.
22. FLORES SALAZAR, E. F. **Diagnóstico general de la aldea San Jorge del**

- municipio y departamento de Zacapa y listado de problemas prioritarios.** Guatemala : Ejercicio Profesional Supervisado Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1986. 13 p.
23. GEIS, A.D. **Population and harvest surveys.** In **A manual of Wildlife Conservation.** Edited by R.D. Teague. Washington : The Wildlife Society, 1971. p. 67-70.
 24. HOLDRIDGE, L. R. **Los bosques de Guatemala.** Costa Rica : Turrialba, Costa Rica, IICA-INFOP, 1950. 174 p.
 25. IBARRA, J.A. **Paleontología en Guatemala.** Guatemala : Editorial José de Pineda Ibarra, 1980. 52 p.
 - 26- INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS-ICTA. **Diagnóstico agrosocioeconómico del departamento del Progreso.** Guatemala : Publicación Miscelánea 26 de agosto de 1989.
 27. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA. **IX Censo nacional de población, cifras definitivas.** Guatemala : Tomo I, 1985. 478 p.
 28. -----. **IV Censo nacional de habitación, cifras definitivas.** Guatemala : Tomo I, 1985. 747 p.
 29. -----. **Encuesta nacional sociodemográfica 1989.** Guatemala : Volúmenes II y III, fascículo III, 1990. 227 p.
 30. -----. **Perfil de la pobreza en Guatemala.** Guatemala : 1992.
 31. -----. **Anuario estadístico 1987.** Guatemala : 1988.
 32. ITZEP MANUEL, A. et al. **Análisis técnico-económico para determinar la factibilidad de transformar la unidad de riego Cabañas-Antombran-La Reforma, del departamento de Zacapa, en una entidad autofinanciable.** Guatemala : Cursos Especializados, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1992. 105 p.
 33. JOHNSTON, B. F. y MELLOR, J.W. **El papel de la agricultura en el desarrollo económico.** In: **Lecturas sobre el desarrollo económico. Escuela Nacional de Economía.** México 1985. p. 297-310.
 34. LAND, H. C. **Birds of Guatemala.** Livingston : Publishing Company, 1970. 381 p.
 35. LOPEZ ALDANA, E. E. **Diagnóstico de los procesos productivos agrícolas de los usuarios de la unidad de riego La Fragua, Zacapa.** Guatemala

: Ejercicio Profesional Supervisado Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1986. 51 p.

36. MALDONADO, M. T. et al. **Caracterización de las partes bajas de las cuencas de los ríos Huijón, La Palmilla, y Teculután, Zacapa.** Guatemala : Informe Cursos especializados, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1992.
37. MARTINEZ ALIER, J. y SCHLUPMANN, K. **La Ecología y la economía. Textos de economía, Fondo de Cultura Económica.** México : 1991. 355 p.
38. MARGALEF, R. **Perspectives in Ecological Theory.** Chicago : University of Chicago Press, 1968. 112 p.
39. McNEELY, J. A. **Economics and biological diversity: Developing and using economic incentives to conserve biological resources.** Sitzerland : IUCN. Gland, 1988. xiv + 232 p.
40. MENDEZ MERIDA, J. A. **Evaluación del desarrollo agrícola en la unidad de riego El Rancho-Jícara.** Guatemala : Ejercicio Profesional Supervisado Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1979. 89 pp.
41. MUELLER-DOMBOIS, D. y ELLEMBERG, H. **Aims and Methods of Vegetation Ecology.** New York : John Wiley & Sons, 1974. 547 p.
42. MUÑOZ VALDEZ, R. E. **Diagnóstico de las principales actividades productivas del municipio de Cabañas, departamento de Zacapa.** Guatemala : Ejercicio Profesional Supervisado Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1989. 44 p.
43. PACHECO TURCIOS, A. B. **Diagnóstico general de la comunidad de Cabañas, Zacapa.** Guatemala : Ejercicio Profesional Supervisado Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. 35 p.
44. RANDALL, A. **Economía de los recursos naturales y política ambiental.** México : Limusa, 1985. 474 p.
45. RAVINOVICH, J.E. **Introducción a la ecología de poblaciones animales.** México : CECSA, 1980. 313 p.
46. SANDOVAL GUERRA, M. A. et al. **Caracterización de la cuenca del río El Riachuelo, municipio de Zacapa, departamento de Zacapa.** Guatemala : Cursos Especializados. Facultad de Agronomía,

Universidad de San Carlos de Guatemala, 1991. 159 pp.

47. SANTOS A., M. T. et al. **Estudio integrado de la parte baja de las cuencas de los ríos Huijón, La Palmilla y Teculután, en el departamento de Zacapa.** Guatemala : Cursos Especializados. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1992. 94 p.
48. SECRETARIA GENERAL DE PLANIFICACION-SEGEPLAN. **Diagnóstico departamental de El progreso.** Guatemala : Dirección de Planificación Territorial, 1985.
49. SIMMONS, CH., TARANO, J. **Reconocimiento de suelos de los Llanos de la Fragua, Zacapa.** Guatemala : Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola. Sin publicar, 1979.
50. SOLANO, F. **Tierra y Sociedad en el Reyno de Guatemala.** Guatemala : Universidad de San Carlos, Editorial Universitaria, 1977. 462 p.
51. STANDLEY, P. et al. **Flora of Guatemala.** Chicago : Natural History Museum. Fieldana Botany. Vol. 24, 1976. 13 partes.
52. SUTTON, B., HARMON, P. **Fundamentos de Ecología.** México : Editorial Limusa, 1986. 293 p.
53. SYMPSON, L.B. **The repartimiento system of native labor in New Spain and Guatemala.** California : Berkeley, University of California Press. Studies in the administration on the Indias in New Spain, 1938. 161 p.
54. TERGA. **El Valle bañado por el río de Plata, Guatemala indígena.** Guatemala : volumen XV , Instituto Indigenista de Guatemala, 1980.
55. VALENZUELA MORALES, V. A. **Diagnóstico de la aldea El Guayabal, Estanzuela, departamento de Zacapa.** Guatemala : Ejercicio Profesional Supervisado, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1985. 16 p.
56. WALTER, H. **Vegetation of the Earth, in relation to Climate and the Ecophysiological Conditions.** London : The English Universities Press Ltd., London, 1975. 237 p.
57. WALTERS, G. W. **Proyecto Arqueológico San Agustín Acasaguastlán, Segunda parte final.** Guatemala : Revista de Antropología e Historia de Guatemala, Ministerio de Educación, Instituto de Antropología e Historia de Guatemala. Vol. V.II, época, 1983. p. 39-85.
58. WHITTAKER, R.H. **Communities and Ecosystems.** London : Macmillan Co., Collier-Macmillan Ltd. London, 1970. 162 p.

59. WILSON, E. **The diversity of life**. Cambridge, Mass : The Belknap Press of Harvard University Press, 1992. 424 p.
70. WRI/UICN/PNUMA. **Estrategia global para la biodiversidad. Pautas de acción para salvar, estudiar y usar en forma sostenible y equitativa la riqueza biótica de la tierra**. s.l. 1992. 243 p.