



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

USO Y CAPACIDAD DE USO DE LOS
SUELOS DE QUINTANA ROO

TRABAJO MONOGRÁFICO
PARA OBTENER EL GRADO DE

LICENCIADA EN MANEJO DE RECURSOS
NATURALES

PRESENTA

VANESSA ELIZABETH SUÁREZ CASTILLO



ASESORES

DRA. PATRICIA FRAGOSO SERVÓN
MESP. JOSÉ ANTONIO OLIVARES MENDOZA
DRA. MARÍA LUISA HERNÁNDEZ AGUILAR



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

TRABAJO DE MONOGRAFÍA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL
COMITÉ DEL PROGRAMA DE LICENCIATURA Y APROBADA
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:

LICENCIADA EN MANEJO DE RECURSOS
NATURALES

COMITÉ DE TRABAJO MONOGRÁFICO

SUPERVISOR:

DRA. PATRICIA FRAGOSO SERVÓN

SUPERVISOR:

MESP. JOSÉ ANTONIO OLIVARES MENDOZA

SUPERVISOR:

DRA. MARÍA LUISA HERNÁNDEZ AGULLAR



DEDICATORIA

Quiero empezar dedicando este trabajo monográfico a **Dios** por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida.

A mi **Padre Héctor** y **Madre Sandra Elizabeth** que siempre estuvieron ahí apoyándome y alentándome a seguir y no dejarme vencer.

En especial a ti papá por ser un ejemplo de que no hay edad para terminar los estudios, que siempre se pueden lograr nuestras metas aun casados y con hijos, por ser mi fuente inspiradora; el día de hoy quiero que te llenes de orgullo. Gracias por creer en mí y apoyarme en mis dudas varias ocasiones a pesar de que llegabas tarde de tu trabajo.

A mis abuelos **Elsy (+)** y **Nicolás**, que siempre estuvieron apoyándome durante el transcurso de mis estudios, y aunque mi abuela ya se nos adelantó, su recuerdo aún me inspira a seguir adelante.

A mi amado esposo **Rodrigo**, ya son 7 años tomados de la mano, tus triunfos son mis triunfos y los míos son los tuyos, hoy me toca compartir contigo este momento tan especial, Gracias por alentarme siempre y recordarme que soy capaz de esto y más.

A mi hija **Natalia**, motor de mi vida, la personita que a su corta edad me inspira a hacer cosas que jamás pensé hacer, esto va dedicado a ti mi amor, tú sacas lo mejor de mí como persona.

A mi hija **Ivanna** aunque aún está en mi vientre es un motivo más para superarme y ser una mejor mujer y madre, esto va por ustedes mis niñas.

Y a mi segunda familia, los **Olais Quiñones**, a mis suegros **María Florinda** y **Fernando**, a cuñada **Flor**, que desde que entre a sus vidas han estado incondicionalmente en todos los sentidos, desde llevadas a la universidad, hasta cuidar a Natalia para que yo pudiera terminar tareas...Muchas gracias por ese cariño, afecto y apoyo incondicional que siempre me han brindado.

AGRADECIMIENTO

Quiero Darles un sincero agradecimiento a los docentes que me forjaron durante todo el proceso de la Titulación, aguantaron por dos años, mis numerosos correos y visitas, me orientaron, aclararon dudas, pero sobre todo creyeron en mí y me alentaron a terminar este trabajo....

Dra. Patricia Frago Servón: Maestra es usted la persona que más recordare de esta Universidad, desde que empecé la Licenciatura hasta este momento su apoyo a sido fundamental, agradezco todos y cada uno de los momentos que me oriento, con toda la paciencia que solo alguien que ama su trabajo y la docencia lo haría, mil Gracias por decirme que si podía terminar la monografía cada vez que tenía ganas de desistir, fueron dos años que no me soltó y este resultado se lo debo en gran parte a usted.

M. C. Benito Prezas Hernández y M.C.A. Alberto Pereira Corona, Gracias por todo el apoyo brindado durante mi formación como estudiante y durante la elaboración de la monografía, son ustedes personajes principales en este proceso.

Dra. María Luisa Hernández Aguilar y MESP. José Antonio Olivares Mendoza, les agradezco su tiempo y conocimientos otorgados para la realización de este trabajo monográfico, sus observaciones y correcciones han hecho de este trabajo, un trabajo del cual me sienta orgullosa, agradezco infinitamente que hayan compartido sus conocimientos conmigo.

RESUMEN

El presente trabajo monográfico muestra las características del uso, la capacidad de uso y el uso potencial de los suelos en el Estado de Quintana Roo, estos conceptos son importantes no sólo en materia de recursos naturales, sino también en la realización de las políticas social, económica y ambiental del Estado de Quintana Roo”.

En este trabajo de investigación se observó que en áreas específicas para un determinado uso de suelo, se realizan otras acciones que en lugar de favorecer la dinámica de uso de suelo, lo afectan, lo alteran y lo degradan, por ello, no hay un óptimo aprovechamiento para favorecer la productividad económica, social y natural del campo.

Así mismo, el resultado de este trabajo sobre el uso y capacidad de uso de los suelos de Quintana Roo, muestra una realidad sobre el uso del suelo en el sector económico del estado, actividades agrícolas, ganaderas, acuícolas y el acelerado crecimiento de zonas urbanas, que con el tiempo se han encargado de eliminar la cubierta vegetal de selvas, humedales y demás ecosistemas del territorio estatal, estas están siendo desarrolladas en suelos que no son aptos para ellas, ya que no existen estudios de suelos previos para ser desarrolladas en aquellos que si tienen las aptitudes para su desarrollo.

ÍNDICE

Contenido	Página
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	3
JUSTIFICACIÓN	5
OBJETIVOS	7
ÁREA DE ESTUDIO	8
CAPITULOS	
I. TIPOS DE SUELOS EN QUINTANA ROO	23
1.1 SUELOS PRESENTES EN QUINTANA ROO	25
1.1.1 PROPIEDADES	25
1.1.2 UBICACIÓN	28
II. CLASIFICACIÓN DE CAPACIDAD DE USO DE SUELOS	31
2.1 DEFINICIÓN	31
2.2 LIMITANTES	31
2.3 CLASIFICACIONES	32
2.3.1 CLASIFICACIÓN USDA	32
2.3.2 CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA FAO	42
III. USO ACTUAL DE LOS SUELOS EN QUINTANA ROO	51
3.1 MUNICIPIO DE COZUMEL, ISLA MUJERES Y LÁZARO DE CÁRDENAS	52
3.2 MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ	54
3.3 MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD	55
3.4 MUNICIPIO DE TULUM	56
3.5 MUNICIPIO DE FELIPE CARRILLO PUERTO	57
3.6 MUNICIPIO DE JOSE MARÍA Y MORELOS	58
3.7 MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO	59
IV. USO POTENCIAL DE LOS SUELOS DE QUINTANA ROO	60
4.1 DEFINICIÓN (USO POTENCIAL)	60
4.2 USOS POTENCIALES DE QUINTANA ROO	60
4.3 DEFINICIÓN DE MANEJO	66

4.4 PRÁCTICA DE MANEJO	66
4.4.1 SELECCIÓN DE CULTIVO Y VARIEDAD	67
4.4.2 COBERTURA	67
4.4.3 PREPARACIÓN DEL TERRENO	68
4.4.4 BERBECHO	68
4.4.5 SUBSOLEO	69
4.4.6 CURVAS DE NIVEL	69
4.4.7 SURCOS O CAMAS	70
4.4.8 CANALES	70
4.4.9 TIPOS DE LABRANZA (CERO, TRADICIONAL, MECANIZADA)	70
4.4.10 MANEJO DE RESIDUOS DE COSECHA	71
4.4.11 ABONO O FERTILIZANTE	71
4.4.12 MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	72
4.4.13 ENCALADO	73
4.4.14 LAVADO	73
CONCLUSIÓN	75
BIBLIOGRAFÍA	79
ÍNDICE FIGURAS	
FIGURA 1. MAPA DE MÉXICO	8
FIGURA 2. MUNICIPIOS DE QUINTANA ROO	11
FIGURA 3. UNIDADES CLIMÁTICAS PRESENTES EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO	17
FIGURA 4. GRUPOS DE SUELOS EN QUINTANA ROO	30
FIGURA 5. UTILIZACIÓN DE SUELOS SEGÚN SU CAPACIDAD DE USO	34
FIGURA 6. CATEGORÍAS EN EL SISTEMA FAO	46
FIGURA 7. PORCIÓN NORTE DEL ESTADO DE QUINTANA ROO	52
FIGURA 8. PORCIÓN CENTRO DEL ESTADO DE QUINTANA ROO	54
FIGURA 9. PORCIÓN CENTRO DEL ESTADO DE QUINTANA ROO	55

FIGURA 10. PORCIÓN SUR DEL ESTADO DE QUINTANA ROO	56
FIGURA 11. PORCIÓN SUR DEL ESTADO DE QUINTANA ROO	57
FIGURA 12. PORCIÓN SUR DEL ESTADO DE QUINTANA ROO	58
FIGURA 13. PORCIÓN SUR DEL ESTADO DE QUINTANA ROO	59
FIGURA 14. UNIDADES DE PAISAJE EN QUINTANA ROO	63

ÍNDICE TABLAS

TABLA 1. PRINCIPALES LOCALIDADES DEL ESTADO DE QUINTANA ROO	12
TABLA 2. TIPOS DE UTILIZACIÓN DE TIERRA EN QUINTANA ROO	64

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo monográfico muestra las características del uso y la capacidad de uso de los suelos en el Estado de Quintana Roo, dando a conocer las diferencias entre ellas y la pretensión a contribuir no sólo en materia de recursos naturales, sino también en la realización de las políticas social, económica y ambiental del Estado de Quintana Roo”.

Las diferentes formas en que se emplea un terreno y su cubierta vegetal se le conoce como “uso del suelo”.

La degradación del suelo en el Estado es el resultado de la interacción de varios factores ambientales como lo son el clima, la deforestación, el sobrepastoreo, la densidad poblacional, la manera en la que se usan los recursos naturales y el tipo y estado de la cobertura vegetal. Este último factor, impacta directamente a una parte de los suelos de los ecosistemas naturales y hace que se presenten señales de degradación en sus diferentes procesos y niveles. Es por ello que es de suma importancia el conocer las aptitudes naturales de cada suelo presente en el Estado, esto con el fin de aprovechar al máximo el potencial de cada uno de ellos y no darles un mal uso, de esta manera se aprovecharía al máximo sin llegar a su degradación.

Históricamente el suelo en Quintana Roo ha sido un recurso natural poco atendido por los gobiernos y la sociedad en general, a pesar de la importancia que tiene como elemento central en la producción de alimentos y soporte de la infraestructura, entre muchas otras funciones importantes que realiza. La poca atención que se le da al suelo en el desarrollo de las actividades productivas (principalmente agrícolas, pecuarias y forestales) ha estado acompañada por la implementación de técnicas que no procuran la conservación y mejora de sus propiedades.

A lo largo de la República Mexicana se distribuyen una gran diversidad de comunidades vegetales como los bosques, selvas, matorrales y pastizales, junto con amplios terrenos dedicados a actividades agrícolas, ganaderas, acuícolas y zonas urbanas.

Existen lugares donde no ha habido modificación o ésta ha sido ligera, donde el suelo sigue cubierto por la vegetación natural y se le considera como primaria; en contraste, si ha ocurrido alguna perturbación considerable y se ha removido parcial o totalmente la cubierta vegetal primaria, la vegetación que se recupera en esos sitios se conoce como secundaria y puede ser estructural y funcionalmente muy diferente a la original. El caso extremo de realizar una

transformación, se elimina por completo la cubierta vegetal para dedicar el terreno a actividades agrícolas, pecuarias o zonas urbanas; éstas se conocen como coberturas antrópicas (PNUMA, 2002).

En el país se han identificado 28 de los 32 grupos principales de suelo (INEGI, 2008), cada uno de ellos cuenta con ciertas propiedades físicas y químicas que lo caracterizan. La aptitud natural de los suelos, se refiere a la identificación de estas características que permiten al hombre utilizarlos para ciertos usos (agrícola, ganadero, urbano, forestal, conservación, etc.), pero no todos los suelos pueden usarse para todos los usos, algunos de ellos tienen ciertas características que impiden o limitan el desarrollar algunas actividades. La capacidad de uso es la aptitud que presenta un área para permitir el establecimiento de ciertos tipos de utilización del suelo.

Por ello el estudio, caracterización y evaluación de los suelos es una práctica necesaria para la planeación de las actividades productivas y de aprovechamiento, de tal manera que sean compatibles con las características que presentan las diferentes zonas.

El desconocimiento de la capacidad de uso de los suelos, ha llevado a extender la frontera agrícola y ganadera a zonas dónde esta actividad no es propicia ocasionando la pérdida de la vegetación y de la biodiversidad en muchas partes del país.

ANTECEDENTES

En el ámbito geográfico, los recursos naturales son zonas delimitadas de la superficie terrestre que ocupan todos los atributos de la biosfera y se encuentran encima o debajo de la superficie terrestre, entre los cuales están el clima, el suelo, las formas del terreno, la superficie hidrológica, las capas sedimentarias cerca de la superficie, el agua subterránea relacionada, la reserva geohidrológica, las plantas, las poblaciones de animales, entre otros (FAO/PNUMA, 1997).

En las últimas 4 décadas, en México se han registrado cambios drásticos, al tener un crecimiento de su población, una urbanización y una industrialización aceleradas, y al modificar las políticas relativas al campo, provocando alteraciones irreversibles sobre superficies que anteriormente conformaban los eco-sistemas terrestres del país (Masera et al. 1997).

La conservación de los suelos depende, primeramente de que sean utilizados de acuerdo con sus aptitudes naturales, y después de que su manejo sea técnicamente adecuado, de lo contrario, se corre el riesgo de generar efectos físicos, químicos y biológicos que traen como consecuencia la pérdida de la fertilidad del suelo, esto es, la pérdida de su humus y de las sustancias que lo hacen productivo, como el nitrógeno, el fósforo, el potasio y otras (CONABIO, 1998).

En México, las estimaciones de las tasas de deforestación varían entre 0.51% de 1976 al 2000 (Mas et al., 2004) y 2% anual a mediados de los ochenta (World Bank, 1995, citado por Bray et al., 2004). Se presenta una gran variación regional y local que va del 0.1% anual en la Zona Maya de Quintana Roo de 1984 al 2000 (Bray et al., 2004) a un 12.4% anual en Palenque, Chiapas en el periodo 1973-1981 (SARH 1984, citado por Masera et al., 1997).

La media mundial predice que México debería tener alrededor de 0.7 ha de cubierta arbolada per cápita para la presente década. Los datos actuales, no obstante, indican que México alberga tan solo 0.5 ha de cubierta forestal per cápita, la predicción para el 2025 será de 0.3 ha per cápita; es decir por debajo de la media mundial (Masera 1996; Velázquez et al. 2001). Se estima que las selvas mexicanas cubrían alrededor de un 20% de la superficie nacional, y que entre 1976 y 1980 la deforestación anual de éstas fue de 160,000 ha/año (Masera et al. 1997).

Las regiones con altas tasas de deforestación (mayor al 2% anual) corresponden a áreas de colonización y extensión agropecuaria, mientras que las regiones con tasas bajas contienen una alta proporción de áreas protegidas (Barton et al., 2004), en este caso Bray, et al. (2004) identificaron tres escenarios tradicionales de **Cambios de Cobertura y Uso de Suelo (CCUS)** y proponen un cuarto:

a) Deforestación y degradación.

b) Regeneración y restauración de áreas degradadas ("transición de selvas").

c) CCUS mínimos en áreas boscosas con escasa población humana y/o grandes áreas protegidas.

d) Paisajes sostenibles, con una larga historia de uso forestal o agropecuario, que no obstante preservan una cubierta boscosa significativa con CCUS mínimos, ejemplificado por la Zona Maya de Quintana Roo.

Quintana Roo tiene una larga historia de cambio en su cobertura/uso del suelo, que a su vez es relacionada con la implementación de políticas nacionales de diversa índole que datan desde inicios del siglo XX, así como ser uno de los estados pioneros en el Manejo Forestal Comunitario. Dentro del estado existe un gran contraste entre los ejidos que han logrado consolidar de manera exitosa el Manejo Forestal Comunitario y aquellos que por diversas causas (algunas socio-políticas y organizacionales), no han podido ubicarse como verdaderos productores silvícolas.

Con estos antecedentes se puede demostrar la relación existente entre la dinámica de cambio de cobertura/uso del suelo y las diferentes políticas surgidas a través de los años, principalmente después del Plan Piloto Forestal (PPF), y el papel que ha tenido el Manejo Forestal Comunitario.

JUSTIFICACIÓN

La tasa, la magnitud y la extensión de las alteraciones humanas al sistema terrestre no tienen precedente (Lambin et al., 2001). Como señalan Vitousek et al. (1997) "el uso de la tierra para proveer bienes y servicios representa la principal alteración humana al sistema Tierra".

Los CCUS amenazan la diversidad biológica (Sala et al., 2000), contribuyen al cambio climático local, regional y global (Houghton et al., 1999), degradan el suelo (Tolba et al., 1992), donde se alteran los funcionamientos y los servicios de los ecosistemas, así como la vulnerabilidad de éstos y de la población humana frente a los cambios climáticos y las perturbaciones naturales y humanas (Everham y Brokaw, 1996; Kasperson et al., 1995), es por esto que describir los suelos con los que cuenta el estado es pertinente; esto aportará un panorama para poder determinar cuánto suelo se ha utilizado y para crear una conciencia ambiental en torno a ello ya que sin los recursos naturales las actividades económicas no tendrían oportunidades de desarrollo, también contribuiría a que haya información sólida y reciente para la toma de decisiones en cuanto a políticas públicas se refiere.

Para entender y predecir la dinámica de los componentes del paisaje es fundamental caracterizar la cobertura terrestre, el uso del suelo de un área, así como sus cambios espacio-temporales en relación con las actividades humanas, ello proporciona un marco de referencia para el estudio de la sucesión y la dinámica de los ecosistemas, así como para el diseño de políticas y estrategias de planificación, conservación y manejo sostenible de los recursos naturales (Ojima et al., 1994).

Con el crecimiento de las poblaciones y las economías, las tierras productivas en algunos países están siendo desplazados por el desarrollo urbano, industrias, servicios y demás entre otros. Esto se debe a que, por razones históricas y estratégicas, muchas zonas urbanas e industriales se encuentran en las llanuras costeras planas o valles con suelos fértiles. Los cambios en la cobertura del uso de suelo han causado el problema ambiental más urgente en las últimas décadas. Es por ello que la deforestación y la intensificación del uso de la tierra, especialmente su impacto en la degradación del suelo, se encuentran dentro del problema. Sin embargo, en muchas partes del mundo, el panorama actual de cambio de uso de suelo muestra una desaceleración continua de convertir los bosques en las zonas de cultivo o la producción ganadera y el crecimiento constante de las áreas protegidas (FAO, 2012).

La caracterización de los cambios de cobertura y uso del suelo (CCUS) a nivel global, regional y local es aún incompleta, pero se sabe que la magnitud de los cambios es grande. A nivel global, por ejemplo, Ramankutty y Foley (1999) estiman que desde 1850 se han convertido unos 6 millones de km² de bosques en cultivos y se han abandonado unos 1.5 millones de km² de cultivos.

Según estimaciones de la FAO (1996, 2001) la tasa global de cambio de cobertura boscosa fue de -9.9 millones de ha/año en la década de los ochenta y de -9.4 millones ha/año en la de los noventa. En términos regionales, las mayores tasas de deforestación neta en los años noventa correspondieron a América Latina y al Caribe (-4.2 millones ha, -0.51 % por año), asociadas a programas gubernamentales de fomento agropecuario y reubicación de grupos humanos; seguida por Asia y el Pacífico (-2.3 millones ha, -0.79% por año), donde las plantaciones forestales fueron una causa importante; y en tercer lugar África (-2.1 millones ha, -0.34% por año), asociada al crecimiento de la población rural y la expansión de la agricultura de subsistencia.

Estos cambios ocurren más rápido de lo estimado, debido a que adquirimos nuevos conocimientos científicos sobre sus múltiples y complejas causas y consecuencias (Vitousek et al., 1997).

OBJETIVOS

Objetivo general:

Caracterizar el uso y la capacidad de uso de los suelos de Quintana Roo.

Objetivos específicos:

Diferenciar entre el uso y la capacidad de uso de los suelos del Estado.

Describir el uso actual de los suelos de Quintana Roo.

ÁREA DE ESTUDIO

Quintana Roo, decretado como estado en 1974, se ubica en el sureste del país, en la frontera con Centroamérica, ocupa la porción este de la península de Yucatán (Figura 1), sus coordenadas geográficas extremas son 21° 36' y 17° 49' de latitud norte; 86° 44' y 89° 24' de longitud oeste, tiene una superficie de 50 843 km (el 2.2% de la superficie nacional). Colinda con los estados de Yucatán hacia el noroeste y Campeche al oeste; al norte con el Golfo de México; al sur el Río Hondo delimita su frontera con los países de Belice y Guatemala. Al oriente del estado se encuentra el Mar Caribe, es por ello que al estado se le conoce en el mundo como "El Caribe Mexicano".



Figura 1. República Mexicana, de rojo, el Estado de Quintana Roo.

Tomado de Mexico location map.svg (por NordNordWest).

Las ciudades más importantes por el número de habitantes y actividad económica son Cancún, Chetumal, Playa del Carmen y San Miguel de Cozumel.

DEMOGRAFÍA

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda del estado de Quintana Roo contaba hasta el año de 2010 con un total de 1 millón 325 mil 578 habitantes, de los cuales, 673 mil 220 eran hombres y 652 mil 358 eran mujeres. La tasa de crecimiento anual para la entidad durante el período 2005-2010 fue del 3.1% (INEGI, 2010).

MUNICIPIOS

El estado de Quintana Roo cuenta con 10 municipios (Figura 2).

- Municipio de Othón P. Blanco: Su cabecera es la ciudad de Chetumal, que es también la capital del estado. Recibe su nombre en honor de Othón P. Blanco, quien encabezó la colonización de la región y fundó la ciudad de Chetumal.
- Municipio de Benito Juárez: Su cabecera es la ciudad de Cancún, famoso destino turístico internacional.
- Municipio de Solidaridad: El municipio se formó el 28 de julio de 1993 por decreto del Congreso del Estado durante el gobierno de Mario Villanueva Madrid. Su cabecera es la ciudad de Playa del Carmen.
- Municipio de Felipe Carrillo Puerto: Se encuentra localizado en el centro del estado y su cabecera es la ciudad de Felipe Carrillo Puerto, anteriormente conocida como Santa Cruz de Bravo y Chan Santa Cruz.
- Municipio de Lázaro Cárdenas: El municipio está situado al extremo norte del estado y su cabecera es la población de Kantunilkín.
- Municipio de Cozumel: Cozumel (Cuzamil en idioma maya yucateco: Isla de las Golondrinas) está formado por la isla homónima, la tercera más grande y la segunda más poblada del país, y dos enclaves continentales. Se ubica al sureste del estado, en el mar Caribe, a unos cincuenta kilómetros de Cancún.
- Municipio de José María Morelos: Su superficie es de 6.739 km². Las principales actividades económicas son la agricultura y la silvicultura. Sus ciudades más importantes son José María Morelos, Dziuché y Sabán.

- Municipio de Isla Mujeres: El municipio está constituido por la Isla Mujeres y un sector continental.
- Municipio de Tulum: Fue creado el 13 de marzo de 2008 con territorio del municipio de Solidaridad. Se localiza en la zona centro-norte del estado, en la llamada Riviera Maya, y su cabecera es la ciudad de Tulum.
- Municipio de Bacalar: Nombre dado al décimo municipio, creado por decreto el día 16 de febrero del 2011, con cabecera municipal en la ciudad de San Felipe Bacalar.

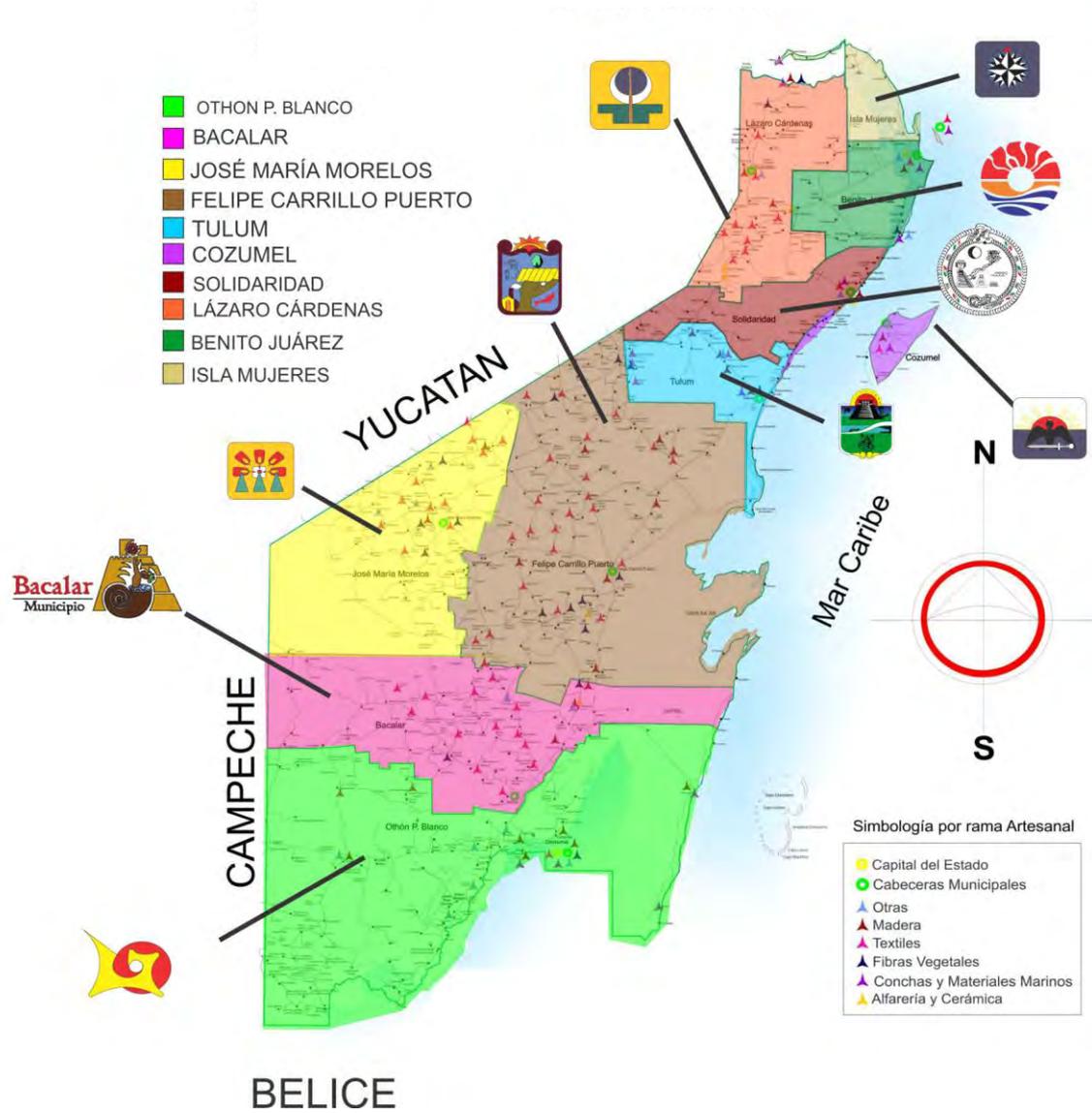


Figura 2. Municipios de Quintana Roo.

Fuente: Secretaria de Desarrollo Económico, Gobierno del Estado de Quintana Roo 2011-2016.

Tabla 1. Principales localidades del estado de Quintana Roo.

Localidad	Municipio	Población
Cancún	Benito Juárez	628 306
Chetumal	Othón P. Blanco	151 243
Playa del Carmen	Solidaridad	149 923
Cozumel	Cozumel	77 236
Felipe Carrillo Puerto	Felipe Carrillo Puerto	25 744
Tulum	Tulum	18 233
Alfredo V. Bonfil	Benito Juárez	14 900
Isla Mujeres	Isla Mujeres	12 642
José María Morelos	José María Morelos	11 750
Bacalar	Bacalar	11 048
Puerto Morelos	Benito Juárez	9188
Kantunilkín	Lázaro Cárdenas	7150
Leona Vicario	Benito Juárez	6517
Puerto Aventuras	Solidaridad	5979
Calderitas	Othón P. Blanco	5326
Tihosuco	Felipe Carrillo Puerto	4994
Chunhuhub	Felipe Carrillo Puerto	4644
Nicolás Bravo	Othón P. Blanco	4011
Señor	Felipe Carrillo Puerto	3095
Javier Rojo Gómez	Othón P. Blanco	2911

Fuente: INEGI (2010)

GEOLOGÍA

El estado Quintana Roo encuentra con una planicie de origen marino conformada por rocas del mioceno y el pleistoceno, exceptuando a las rocas de las colinas de color rojo intenso, es una región con grandes llanuras, pequeños declives y elevaciones hacia el oeste. El suelo que predomina es calizo y permeable, lo que permite la filtración del agua de las lluvias hacia las capas interiores de los sistemas subterráneos acuíferos, formando depósitos y corrientes subterráneas, que abastecen de agua a las poblaciones.

SUELOS

Los suelos que ocupan la mayor superficie en el Estado son de tipo *tsek'el* (Rendzina) de acuerdo a los nombres Mayas, estos se encuentran en las planicies, laderas drenadas y zonas elevadas, son suelos delgados y/o con mucha pedregocidad. Los *k'ankab* (Luvisol) se encuentran al pie de las zonas altas y en ellos se acumulan los productos de la erosión que junto con el drenaje originan acumulación de arcilla en el subsuelo. Los *akalchés* (Gleysol húmico) se desarrollan en zonas localizadas en las partes más bajas (aguadas y sabanas con poco o nada de drenaje).

RELIEVE

El área geográfica ocupada por el estado, presenta una gran planicie con una leve inclinación no mayor del 0.01 % con pendiente de dirección oeste – este hacia el Mar Caribe en la que no se encuentran elevaciones de importancia.

Al sur de estado, en los límites con Campeche y el País de Guatemala se localizan las mayores elevaciones, encontrándose altitudes hasta de 380 metros sobre el nivel del mar; al oeste en los límites con Yucatán se tienen alturas hasta de 100 metros sobre el nivel del mar y al norte la altitud alcanza 80 metros que va disminuyendo hasta llegar a cero conforme se aproxima a la costa. Las principales elevaciones son: Cerro El Charro con 230 msnm, Cerro El Gavilán con 210 msnm, Cerro Nuevo Becar con 180 msnm y Cerro El Pavo con 120 msnm.

El estado se encuentra en la Provincia fisiográfica XI Península de Yucatán que se divide en tres subprovincias: la 62 Karso Yucateco que se observa como una llanura con piso rocoso o

cementado y con hondonadas someras; la 63 Karso y Lomeríos de Campeche compuesta por lomeríos bajos con hondonadas y la subprovincia 64 Costa Baja de Quintana Roo que se define como una llanura inundable con piso cementado y salino.

HIDROGRAFÍA

En la entidad casi no existen corrientes de agua superficiales debido a la permeabilidad del suelo (la cual origina cenotes y corrientes subterráneas).

Por extensión y cauce el principal río es el Río Hondo al sur del estado con 180 km de extensión, es frontera natural con el País de Belice y básicamente está conformado por una falla profunda que junta dos planos inclinados y por donde circula el agua.

Hay en el Estado una gran cantidad de lagunas entre las que destacan Bacalar, Salada, Chile verde, Chichancanab, Chunyaxché, así como innumerables corrientes subterráneas que en ocasiones afloran naturalmente a la superficie y reciben el nombre de aguadas. Destacan en el territorio estatal la presencia de pozos abiertos o encuevados que se denominan cenotes.

LITORAL

El estado de Quintana Roo cuenta con 865 km de litorales. La porción correspondiente al Golfo de México al norte, conforma literalmente un seno llamado Laguna de Yalahau, que se localiza enfrente de la Isla de Holbox. En el extremo septentrional de ésta se halla el Cabo Catoche. El Río del Limbo es un canal estrecho que separa Holbox de la Península de Yucatán. Sigue al sur 700 km de costa sobre el Mar Caribe, cuyo desarrollo puede dividirse en cinco tramos:

En el primero hasta Puerto Morelos (20° 50' de latitud), este presenta características coralinas y tiene muchos bajos que rodean a las islas; existiendo entradas de mar con poca profundidad que son el efecto del afloramiento de los bancos de coral. Los accidentes geográficos más notables son las puntas (Arenas, Cancún, Nizuc, Petempich y Tachacté), y las islas (Contoy, Cayo Sucio, Isla Blanca, Islas Mujeres y Cancún) próximas a la zona continental. En la parte norte existe una barrera de arrecifes de coral, donde se presenta un bello oleaje de aguas turquesas con gran biodiversidad de especies marinas. Este es el gran atractivo que se brinda

al turista en la zona conocida como Riviera Maya que parte desde Isla Mujeres hasta Xel-Há, pasando por Cancún, Playa del Carmen, Isla Mujeres y Cozumel.

La segunda porción se caracteriza por llevar una dirección al suroeste posee playas angostas, las puntas Céliz y Maroma, las caletas de Chac-ahlal, Xel-Há, Xcaret, Yalkú y Solimán, las ruinas de Tulum y, a 17 km de la península la isla de Cozumel. A partir de esta isla se presentan playas de roca caliza, cuyas puntas más notables son Punta Céliz y Playa del Carmen, hasta llegar a Tanca.

El tercero al sur presenta una línea continua a lo largo de 35 km y luego las bahías de Ascensión (19° 40' en su parte media) y del Espíritu Santo (19° 21'), obstruidas por cayos y arrecifes por cuya razón no hay puertos que se alberguen en dichas bahías.

El cuarto de 150 km y sin accidentes considerables, salvo las quebradas de Uvero y Xcalac, que sirven de abrigo a pequeñas embarcaciones, culmina en la boca de Bacalar Chico, al final de una península, en el límite de cayo ambergris, que ya pertenece al País de Belice.

El quinto y último corresponde a las costas del noreste, norte y este de la bahía de Chetumal. De escasa profundidad y poblada de bajos, ésta se conecta, por la bahía de San José con la Laguna de Bacalar, de 40 km de longitud por 2 de ancho, que a su vez está comunicada con el río Hondo por el canal de Chac. Otras lagunas del sur son: Cenote Azul, Om, Guerrero, Mariscal, y Chichanhá; en el centro: Ocón, Chacchoben, Nohbec, Chichankanab, Kanab y Petentulich; y las del norte: Chunyaxché y Cobá. El cenote de mayor relevancia es el llamado Lagarto de Oro (Max Tlacuilo).

CLIMA

La mayor parte del estado de Quintana Roo cuenta con clima tipo Aw, es decir, cálido húmedo con una temperatura media de 25.8°C, la precipitación media anual es de 1,263 mm (CNA, 2014) concentrándose en el periodo que va de los meses de Mayo a Octubre con precipitaciones máximas en Junio y Septiembre y una disminución relativa importante en Julio y Agosto.

Los climas que se presentan en Quintana Roo según la clasificación climática de Köppen modificada por García (1973) son:

Clima Aw₀: el más seco de los subhúmedos, presentándose en la parte noroeste del estado (Figura 3).

Clima Aw₁: el intermedio de los subhúmedos, se presenta en la parte centro y oeste del estado.

Clima Aw₁(x^ˆ): se presenta en las zonas centrales del Estado y en el norte, se caracteriza porque presenta más de 10.2% de lluvia invernal.

Clima Aw₂: El más húmedo de los subhúmedos ocupa la mayor parte de la zona costera.

Clima Am(f): Este clima (caliente húmedo) se presenta en la isla de Cozumel y es más lluvioso que todos los climas Aw, la precipitación anual es superior a los 1,500 mm anuales y su distribución a lo largo del año reduce la diferencia entre las estaciones húmeda y seca.

En el Estado se presentan Huracanes, la época va de los meses de Junio a Noviembre.

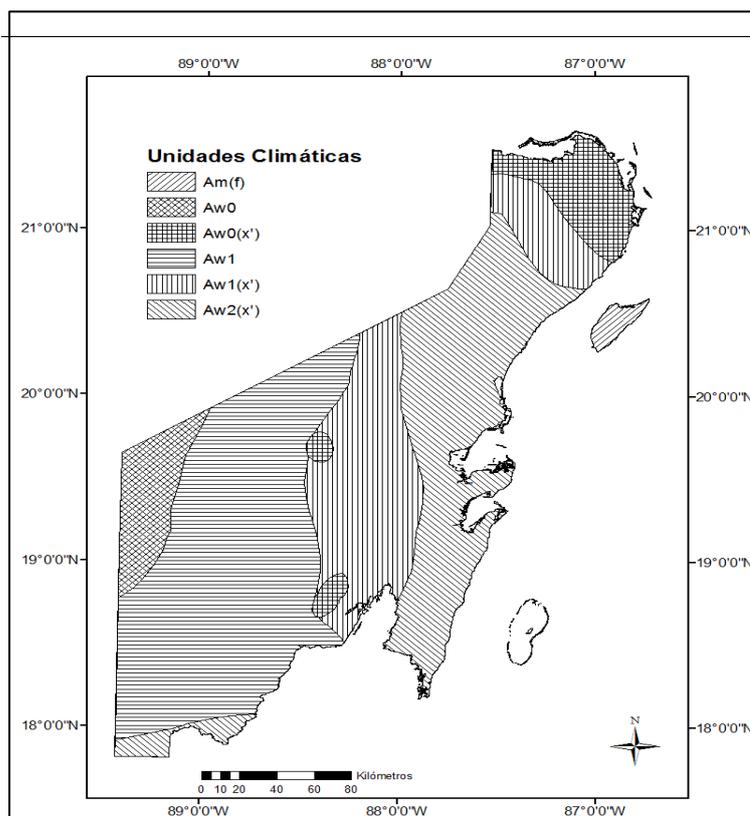


Figura 3. Unidades climáticas presentes en el Estado de Quintana Roo.

Fuente: Fragoso et al., 2012.

VEGETACIÓN

En Quintana Roo predomina la vegetación de selva y varía de acuerdo con el subtipo de clima, de selva baja a selva alta. En ellas la riqueza de especies forestales es una de las fuentes de ingreso del estado, ya que la entidad produce maderas preciosas de óptima calidad como la caoba, el cedro rojo, la primavera, el palo rosa y el roble; estas especies constituyen dos terceras partes de la superficie arbolada del estado. Otras especies menores son: el ébano, el huizache y el huanacaxtle. De las especies no maderables, la más importante es el chicozapote, árbol del que se extrae la resina para fabricar el chicle, el cual es exportado en su totalidad.

De todos los humedales que hay en la península de Yucatán el 50% están ubicados en Quintana Roo y la mitad de ésta (24%) corresponde a la Reserva de Sian Ka'an. Los humedales son altamente productivos y constituyen un componente vital del ciclo del agua dulce, captan y retienen el agua de lluvias y sus sedimentos. Dentro de la categoría de humedal se pueden definir a una serie de hábitats como son los manglares, los oasis, los pantanos, las ciénagas, lagos y ríos, así como los pastizales húmedos, las dunas, las marismas, las turberas, los estuarios, los deltas y los bajos de marea, como también las zonas marinas próximas a las costas, lagunas y arrecifes de coral, así como sitios artificiales como estanques piscícolas, embalses y salinas.

Debido a sus características físicas y biológicas, los humedales son considerados de alta fragilidad, las actividades que destacan son la pesquería, extracción de agua, desarrollos urbanos y turísticos, actividades agrícolas y mineras no sostenibles, pastoreo excesivo y desarrollos turísticos. Muchas de estas actividades se han desarrollado sin planificación adecuada, afectando de manera severa la salud de los humedales en México. La lista de importancia de humedales de acuerdo con el CONABIO destacan Punta Maroma- Punta Nizuc, Tulum- Xpuha, Sian Ka'an, bahía Chetumal, Xcalac- Majahual, Arrow Smith, Cozumel, Banco Chinchorro.

FAUNA

Quintana Roo posee una fauna típicamente Neotropical, esta pertenece a la Provincia Yucatanense (Barrera, 1982). En el Estado la fauna representativa de acuerdo a la CONANP es:

- Peces: sardinita o topote, potetes o molis, bandera, bolines, mero, pargo, mojarra, lisa y huachinango.
- Anfibios: mano de metate, rana y sapo.
- Reptiles: pochitoque, jicotea, cocodrilo, iguana, iguana rayada, pasarríos, lagartija, boa, petatillo, culebra ratonera, cordelillo, bejuquillo, víbora chirrionera, nauyaca, víbora de cascabel y cantil.
- Aves: garza morena, garza blanca, pedretes, espátulas, íbises, flamenco, pato golondrino, cerceta de alas azules, pato boludo, pato colorado, pijije, gallareta, zopilote cabeza colorada, zopilote real, águila pescadora, faisán negro, guan cornudo, chachalacas, *cut* o pavo de monte, gallitos de agua, chorlitos, paloma, búho gran duque, lechuza de campanario, chotacabras, cuerpouines, garrapateros, cuclillos, correcaminos, Martín pescador, tijeretas, tucán, pico real, pájaro carpintero, trepatroncos, chompipis, pitivirrin colorado, golondrina, verdín, calandria y dominiquito.
- Mamíferos: tlacuache, comadreja, caballo, ratón tlacuache, murciélagos (zapatero, siricotero, vampiro, guanero, pescador), mono araña, armadillo, oso hormiguero, ardilla, tuza, ratón arrocero, rata jabalina, tepezcuintle, tuza real, conejo, jaguar, ocelote, tigrillo, puma, onza o leoncillo, zorra, mico de noche, mapache, coatí, martucha, zorrillo, nutria, tapir, jabalí (pecarí), venado cola blanca y temazate.

ECONOMÍA

AGRICULTURA

La superficie sembrada en el Estado es de aproximadamente 120 mil Ha. de las cuales el 97 % es de temporal (INEGI, 2007). Los principales cultivos por su valor de producción son la caña de azúcar, el chile jalapeño, el maíz, la naranja dulce, la sandía, las hortalizas y los frutales varios. Las principales áreas agrícolas se localizan en el sur del Estado, donde se siembra principalmente la caña de azúcar y el chile jalapeño.

En el centro del Estado principalmente en el Municipio de José María Morelos, se tienen áreas mecanizadas y con riego donde se siembra principalmente la sandía, los frutales y las hortalizas. El cultivo de maíz y el frijol está generalizado en toda la superficie estatal, pero en su mayor parte los rendimientos son muy bajos debido al tipo de suelo que no permite la mecanización y la falta de infraestructura de riego, limitando así la producción a nivel de autoconsumo en su mayor parte (INEGI, 2007).

GANADERÍA

El estado de Quintana Roo cuenta con 131 mil 788 cabezas de ganado bovino distribuidas en ocho de sus diez municipios, de los cuales Othón P. Blanco es el que con más del 70% produce la mayor cantidad (INEGI, 2007).

Las 131 mil 788 cabezas de ganado, se encuentran distribuidas en ocho de los diez municipios: 94 mil 608 en Othón P. Blanco; 12 mil 469 en José María Morelos; 10 mil 689 en Lázaro Cárdenas; nueve mil 536 en Felipe Carrillo Puerto; tres mil 225 en Solidaridad; 388 en Benito Juárez y 258 en Isla Mujeres.

De igual forma, según datos recabados por la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural (SEDARU), en el estado se cuenta con una demanda anual de 200 millones de litros de leche y 27 mil toneladas carne, de las cuales el estado abastece con siete millones de litros (3.7%) y cuatro mil 800 toneladas (representa el 18%), respectivamente.

Según información recabada en el INEGI en el 2007, en el estado hay aproximadamente cuatro mil 494 productores de ganado bovino, de los cuales en el municipio de Othón P. Blanco existen más de la mitad de ellos, con la cantidad aproximada de dos mil 709 productores, estadísticas en las que todavía se contemplan a los productores del reciente municipio de Bacalar. El municipio de Othón P. Banco, cuenta con mil 307 productores que tienen un rango de 0 a 24 cabezas de ganado; 562 con 25 a 39; 462 con 40 a 59; 168 con 60 a 79; 126 con 80 a 119; 24 con 120 a 149 y 60 con 150 o más cabezas de ganado.

PESCA

La pesca en el estado no es una actividad que resalte, de acuerdo al INEGI (2007), la entidad no aprovecha el gran potencial pesquero, debido principalmente a que los pescadores

prefieren la captura de especies como la langosta, el camarón y el caracol que tienen un buen precio en el mercado, dejando de capturar la gran variedad de especies de escama disponibles.

El volumen de captura es de aproximadamente 4 mil toneladas anuales. La pesca es realizada en su mayoría en pequeñas embarcaciones, que no se alejan mucho de las costas. Existen 16 congeladoras para la conservación de la captura antes de su venta, ya que no se cuenta con procesadoras industriales (INEGI, 2007).

En el estado de Quintana Roo operan 25 cooperativas pesqueras, con un aproximado de 833 pescadores registrados, operando con 52 permisos vigentes; adicionalmente existen 158 permisionarios, con sus respectivos permisos de captura. La pesca se lleva a cabo con 588 embarcaciones, de las cuales 90% son de 25 pies y la mayoría opera con motores de dos tiempos (CONAPESCA, 2010).

SILVICULTURA

La economía estatal se ha sustentado por mucho tiempo en la explotación de maderas preciosas como el cedro y la caoba, así como la explotación de la resina del chicozapote para la fabricación de chicle.

Esto ha provocado serios problemas de deforestación, por lo cual se instituyó un programa para regular la explotación de maderas preciosas y de esa forma promover el aprovechamiento de otras especies comunes tropicales, así como apoyar los programas de reforestación.

El volumen de la producción forestal es de aproximadamente 50 mil m³ en rollo de los cuales el 20% son de maderas preciosas, la producción anual de chicle es alrededor de 300 toneladas. La principal producción forestal se realiza en los municipios de Felipe Carrillo Puerto, Othón P. Blanco, Lázaro Cárdenas y José María Morelos (INEGI, 2007).

INDUSTRIA

El sector industrial es caracterizado por micro establecimientos generalmente familiares. Cuenta con alrededor de 2,802 unidades económicas. El 93.9% del total son microempresas, 5.4% pertenece a la pequeña empresa, 0.7% la mediana empresa y el 0.1% la empresa grande (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado

de Quintana Roo, 2005).

La mayor parte de este sector se localiza en el municipio de Benito Juárez, especialmente relacionadas con la hotelería y la construcción.

TURISMO

En cuanto al turismo, los antecedentes se remontan a 1950 cuando Estados Unidos establece en la isla de Cozumel un aeródromo de interés geopolítico, que es aprovechado por algunos visitantes con fines turísticos; en el año de 1959 se terminó la carretera que enlaza Yucatán con el resto de México y empresarios locales empezaron a construir algunos hoteles en Cozumel e Isla Mujeres; con la revolución cubana que cerró ese país al turismo, se incrementó el potencial de estas dos islas que son el precedente del futuro desarrollo de Cancún, cuyo primer hotel empezó a funcionar en 1974 (Gobiernodel Estado de Quintana Roo, 1987).

En treinta años, a partir del desarrollo de Cancún, se han producido grandes transformaciones en este estado, que ahora concentra los mayores crecimientos demográficos del país, con tasas anuales del 12% en Cancún a principios de la década de los noventa y de 17% en el municipio de Solidaridad para finales de esa década (INEGI, 1990, 1996 y 2000).

Para el año 2011, la afluencia de visitantes en Quintana Roo fue de 13 millones vía aérea, dos millones 137 mil vía crucero y más de un millón vía carretera, para un total de 16 millones 137 mil turistas; en 2012 la cifra casi logra alcanzar los 18 millones de visitantes, (SECTUR, 2013).

Capítulo I. TIPOS DE SUELOS DE QUINTANA ROO

Los suelos son sistemas naturales abiertos y complejos, que se forman en la superficie de la corteza terrestre donde viven las plantas y gran diversidad de seres vivos cuyas características y propiedades se desarrollan por la acción de cinco agentes formadores: los agentes climáticos y bióticos actuando sobre los materiales geológicos, acondicionados por el relieve y drenaje durante un periodo de tiempo (WRB, 2007).

La fuente primaria de los materiales geológicos son las rocas, las cuales varían según su origen, dando minerales distintos por su estructura y composición química. Los principales elementos químicos en la corteza terrestre son el oxígeno 47%, silicio 27.5%, aluminio 8.6%, hierro 5%, calcio 3.5%, sodio 2.5% y potasio 2.5%.

En la capa superficial de superficial de la corteza terrestre se ubica el suelo, sirve de medio natural para el crecimiento de las plantas, presenta los efectos de los factores que le dieron origen (clima, topografía, biota, material parental y tiempo) y que debido a la interacción de estos, difiere en sus propiedades físicas, químicas, biológicas y morfológicas del sustrato rocoso del que se origina.

El suelo no es roca ni sedimento geológico, sino un producto proveniente de las alteraciones e interacciones que experimentan estos materiales (Sumner, 2000).

La clasificación de suelos es la categorización en grupos a diferentes niveles de generalización de acuerdo a sus propiedades físicas, mineralógicas y químicas (Ortiz, 2010). Sirve para caracterizar la tipificación de los suelos y poder determinar sus usos. A nivel mundial se utilizan dos sistemas de clasificación la Soil Taxonomy y la World Reference Base of Soils (WRB), en México como en la mayor parte del mundo se utiliza la WRB.

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), ha elaborado la cartografía básica y de recursos naturales del territorio mexicano. Entre la cartografía temática, se considera la elaboración del mapa nacional edafológico a diferentes escalas.

A partir de su fundación en 1968 como Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL), dio inicio la elaboración de la cartografía edafológica escala 1:50 000, utilizando para la clasificación de los suelos la Leyenda FAO/UNESCO 1968 modificada por CETENAL 1970.

En 1980, se inicia el levantamiento edafológico nacional escala 1:250 000 concluyendo a finales del año 2000. Entre 1979 y 1983 se realiza el levantamiento a escala 1:1 000 000.

En el periodo 2002 - 2007, se realizó la actualización de la cartografía edafológica serie II a escala 1:250 000 utilizando la Base Referencial Mundial del Recurso suelo (WRB 1999) adecuado por INEGI en 2000.

De acuerdo con información del INEGI (2013), el estado de Quintana Roo presenta 12 de los 32 grupos de suelo.

1.1 SUELOS PRESENTES EN QUINTANA ROO

1.1.1 PROPIEDADES

Utilizando la clasificación de la WRB los suelos presentes en Quintana Roo presentan las siguientes características:

Arenosol

Los suelos tienen una textura que es arena arcillosa o más gruesa, ya sea a una profundidad de al menos 100 cm de la superficie del suelo o a un horizonte plíntico, petroplíntico o sálico entre 50 y 100 cm desde la superficie del suelo y menos de 35 por ciento (en volumen) de fragmentos de roca u otros fragmentos gruesos dentro de los 100 cm de la superficie del suelo y no hay horizontes de diagnóstico que no sean un horizonte ócrico, yérmico o álbico o un plíntico, petroplíntico debajo de los 50 cm de la superficie del suelo, o un árgico o espódico por debajo de 200 cm de profundidad (WRB, 2007).

Suelos arenosos, en los que se incluyen suelos desarrollados en arenas residuales después de la meteorización in situ de sedimentos o rocas ricas en cuarzo, y suelos desarrollados en arenas recién depositadas como, dunas en desiertos y tierras de playas (WRB, 2007).

De acuerdo con la WRB los arenosoles se desarrollan sobre materiales no consolidados de textura arenosa que, localmente, pueden ser calcáreos. En pequeñas áreas puede aparecer sobre areniscas o rocas silíceas muy alteradas y arenizadas.

Aparecen sobre dunas recientes, lomas de playas y llanuras arenosas bajo una vegetación herbácea muy clara y, en ocasiones, en mesetas muy viejas bajo un bosque muy claro.

Cambisol

Suelos con formación de por lo menos un horizonte subsuperficial incipiente. La transformación del material parental es evidente por la formación de estructura y decoloración principalmente parduzca, incremento en el porcentaje de arcilla, y/o remoción de carbonatos. Los suelos cambisoles se caracterizan por la ausencia de una capa de arcilla acumulada, humus, sales solubles, o de hierro y óxidos de aluminio. Se diferencian de material de origen protegida de la intemperie en su estructura agregada, color, contenido de arcilla, contenido de carbonato, u otras propiedades que dan alguna evidencia de los procesos de formación de

suelo. Debido a su estructura global favorable y un alto contenido de minerales resistentes a la intemperie, por lo general pueden ser aprovechadas para la agricultura sujeto a las limitaciones del terreno y el clima. Cambisoles son el segundo más extenso grupo de suelos en la Tierra (WRB, 2007).

Fluvisol

Suelos azonales genéticamente jóvenes, en depósitos aluviales. Se pueden encontrar en sedimentos de ríos y en depósitos lacustres y marinos, Se encuentran en áreas periódicamente inundadas, a menos que estén protegidas por diques, de llanuras aluviales, abanicos fluviales y valles pantanosos. Aparecen sobre todos los continentes y cualquier zona climática.

Los Fluvisoles suelen utilizarse para cultivos de consumo, huertas y, frecuentemente, para pastos. Es habitual que requieran un control de las inundaciones, drenajes artificiales y que se utilicen bajo regadío. Cuando se drenan, los Fluvisoles tiónicos sufren una fuerte acidificación acompañada de elevados niveles de aluminio. (WRB, 2007).

Gleysol

Suelos de humedales que, a menos que sean drenados, están saturados con agua freática por períodos suficientemente largos para desarrollar un característico patrón de color gléyico. Este patrón está esencialmente hecho de colores rojizos, parduzcos o amarillentos en la cara de los agregados y/o en la capa o capas superficiales del suelo, en combinación con colores grisáceos/azulados en el interior de agregados y/o más profundo en el suelo (WRB, 2007).

Histosol

Los Histosoles se encuentran en todas las altitudes, pero la gran mayoría ocurren en tierras bajas (WRB, 2007).

Son suelos con materiales orgánicos que se extienden hasta una capa impermeable o con una capa orgánica de más de 40 cm de espesor, se desarrollan predominantemente en musgo y no presentan propiedades Ándicas. (Ortiz, 2010; WRB, 2007).

Leptosol

Suelos de roca dura a escasa profundidad del suelo superficial, muy someros sobre roca continua, son extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas (Ortiz, B., Ortiz, C., 1980; WRB, 2007).

Lluvisol

Suelos que tienen mayor contenido de arcilla en el subsuelo que en el suelo superficial como resultado de procesos pedogenéticos, tienen arcillas de alta actividad en todo el horizonte árgico y alta saturación con bases a ciertas profundidades (WRB, 2007).

Nitisol

Suelos rojos tropicales profundos, bien drenados, con límites difusos entre horizontes y un horizonte subsuperficial con por lo menos 30 por ciento de arcilla y estructura en bloques angulares moderada a fuerte con elementos que fácilmente se deshacen en los característicos elementos brillantes, de bordes planos o nuciformes. La meteorización es relativamente avanzada pero los Nitisoles son mucho más productivos que la mayoría de los otros suelos rojos tropicales (WRB, 2007).

Phaeozem

Suelos de pastizales relativamente húmedos y regiones forestales en clima moderadamente continental. Los Phaeozems son muy parecidos a Chernozems y Kastanozems pero están más intensamente lixiviados. Consecuentemente, tienen horizonte superficial oscuro, rico en humus que, en comparación con Chernozems y Kastanozems, son menos ricos en bases. Los Phaeozems pueden o no tener carbonatos secundarios pero tienen alta saturación con bases en el metro superior del suelo (WRB, 2007).

Regosol

Suelos minerales débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte *mólicoúmbrico*, no son muy someros ni muy ricos en gravas (*Leptosoles*), arenosos (*Arenosoles*) o con materiales *flúvicos* (*Fluvisoles*). Los Regosoles están extendidos en tierras erosionadas, particularmente en áreas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos (WRB, 2007).

Solonchack

Suelos con alta concentración de sales solubles en algún momento del año. Los Solonchaks están ampliamente confinados a zonas climáticas áridas y semiáridas y regiones costeras en todos los climas. Nombres comunes internacionales son *suelos salinos* y *suelos afectados por sales* (WRB, 2007).

Vertisol

El nombre Vertisoles se refiere al reciclado interno constante del material de suelo. Son suelos muy arcillosos, que se mezclan, con alta proporción de arcillas expandibles, presentan 30% o más de arcilla a una profundidad de 50 cm y propiedades de Expansión/Contracción. Estos suelos forman grietas anchas y profundas desde la superficie hacia abajo cuando se secan, lo que ocurre en la mayoría de los años (Ortiz, 2010; WRB, 2007).

1.1.2UBICACIÓN

En el estado de Quintana Roo predomina el tipo de suelo Leptosol sobre todo en los municipios de Isla Mujeres y Lázaro Cárdenas. También hay presencia de suelos Solonchak, Phaeozem, Vertisol, Gleysol, Arenosol, Luvisol, Nitisol, Cambisol, Regosol, Histosol (Figura 4).

Se puede observar que en los municipios de Felipe Carrillo Puerto y José María Morelos hay presencia de suelos de tipo Cambisol, Regosol, Luvisol, Phaeozem, Solonchak en su mayoría.

En el municipio de Felipe Carrillo Puerto es el único que cuenta con el tipo de suelo Arenosol.

Para el municipio de Othón P. Blanco predomina el suelo Vertisol y Phaeozem pero también se observa que hay existencia del tipo de suelo Vertisol. El municipio Othón P. Blanco es el que reporta mayor actividad agropecuaria (agrícola, aves de corral, bovinos, porcinos, ovinos) y se puede observar que es el municipio que cuenta con una diversidad en sus tipos de suelo concentra en su mayoría Vertisol y Cambisol.

De acuerdo con cifras del INEGI, Cozumel es el municipio que cuenta con menos actividad agropecuaria, enfoca toda su actividad a la turística, aquí predomina el tipo de suelo Leptosol.

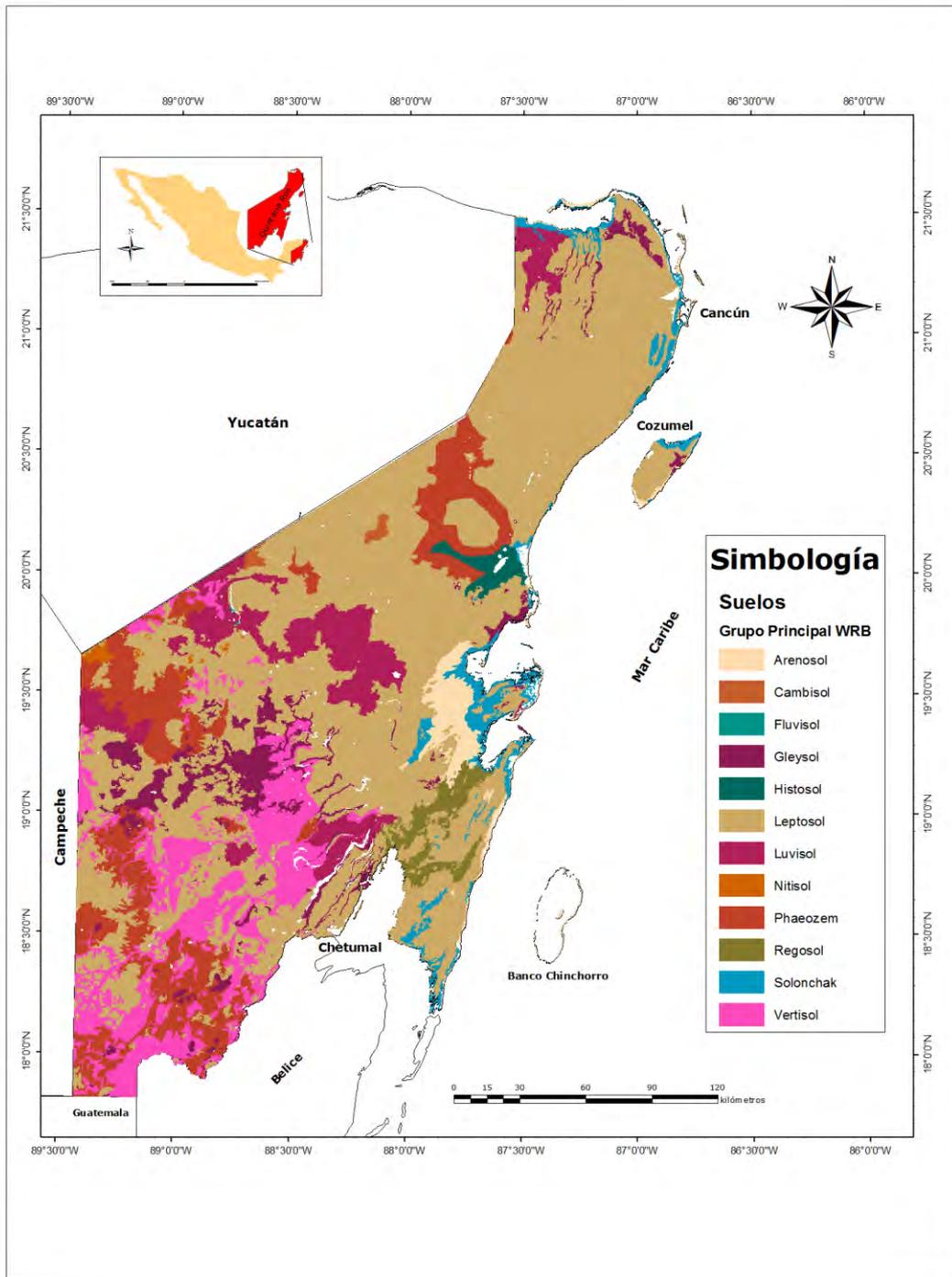


Figura 4. Grupos de suelos en Quintana Roo.

Fuente: Fragoso et al. (2012).

Capítulo II. CLASIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD DE USO DE SUELOS

2.1 DEFINICIÓN

La clasificación de los suelos según su capacidad de uso es un ordenamiento sistemático de carácter práctico e interpretativo, fundamentado en la aptitud natural que presenta el suelo para producir constantemente bajo tratamiento continuo y usos específicos. Esta clasificación proporciona una información básica que muestra la problemática de los suelos bajo los aspectos de limitaciones de uso, necesidades y prácticas de manejo que requieren y también suministra elementos de juicio necesarios para la formulación y programación de planes integrales de desarrollo agrícola.

La clasificación de suelos por su capacidad de uso se basa en la aptitud que presenta un área de terreno para permitir el establecimiento de cierto número de tipos alternativos de utilización de la tierra (Ortiz, 2010).

Existen varias clasificaciones de capacidad de uso de los suelos, entre ellas están la del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), y la FAO, ambas clasificaciones se utilizan en México.

2.2 LIMITANTES

La clasificación de tierras más usado en el mundo es la USDA; de acuerdo a esta clasificación, la capacidad de uso se basa en las limitaciones que restringen el uso de un suelo, estas limitantes son las guías principales para establecer las clases de capacidad de uso (Ortiz, B., Ortiz, C., 1980).

Existen limitaciones permanentes y limitaciones temporales. Las limitaciones permanentes son la pendiente del lugar, la profundidad del suelo, el clima.

Las limitaciones temporales contemplan condiciones que bajo ciertas condiciones técnicas y económicas pueden superarse como drenaje, contenido de nutrientes.

2.3 CLASIFICACIONES

El sistema USDA está basado en los factores limitantes que afectan el uso de la tierra.

De acuerdo con la FAO los métodos de aptitudes específicas (*landsuitability*) evalúan la aptitud de los suelos para producir cultivos concretos. El proceso de clasificación de aptitud de las tierras es la evaluación y agrupación de zonas específicas de tierra en función de su aptitud para usos definidos del suelo. Son sin duda los sistemas más lógicos ya que cada uso del suelo tiene sus propias exigencias, mientras que las evaluaciones de las capacidades de uso general (*landcapability*) se consideran unas limitaciones con unos valores medios que afectan a los usos más usuales.

Para tratar de homogeneizar criterios, la FAO ha propuesto un sistema de evaluación que más que un sistema completo, se trata de un esquema con directrices generales para elaborar sistemas evaluadores concretos.

2.3.1 CLASIFICACIÓN USDA

El esquema básico de agrupación USDA comprende los siguientes niveles o categorías sistemáticas.

- Divisiones o grupos de capacidad.
- Clases de capacidad de uso.
- Subclases de capacidad de uso.

El primer nivel comprende:

- a) Tierras apropiadas para cultivos intensivos y otros usos.
- b) Tierras apropiadas para cultivos permanentes, pastos y aprovechamiento forestal.
- c) Tierras marginales para uso agropecuario, aptas generalmente para el aprovechamiento forestal.
- d) Tierras no apropiadas para fines agropecuarios ni explotación forestal.

Las divisiones o grupos de capacidad comprenden categorías menores de clasificación, que son las clases de capacidad. Estas se diferencian unas de otras por el grado de limitaciones permanentes o riesgos que involucra el uso de los suelos.

El primer grupo comprende cuatro clases de capacidad, que van de la Clase I a la Clase IV. La Clase I es considerada la mejor y se supone que carece prácticamente de limitaciones, las cuales aumentan de la I a la IV.

El segundo grupo está integrado por las Clases V y VI, y sus limitaciones aumentan progresivamente.

El tercer grupo consta solo de la Clase VII y agrupa suelos apropiados generalmente para la explotación forestal. Por último, el cuarto grupo consta solo de la Clase VIII y presenta tales limitaciones que son inapropiadas para fines agropecuarios o de explotación forestal.

Los suelos en la clase I tienen pocas limitaciones que restringen su uso; los suelos en la clase II tienen algunas limitaciones que reducen la elección de cultivos o requieren de prácticas modernas de conservación; los suelos en la clase III tienen limitaciones que reducen la elección de cultivos o requieren prácticas especiales de conservación o ambos; los suelos en la clase IV tienen limitaciones muy severas que reducen la elección de cultivos, requieren un manejo muy cuidadoso o ambos.

Los suelos en la clase V tienen poco o ningún peligro de erosión pero tienen otras limitaciones, impráctico para eliminar, que limitan su uso a pastos intensivos, bosque, o a alimento de fauna silvestre o de cubierta si los suelos son húmedos.

Los suelos y las formas de tierra misceláneas en la clase VIII tienen limitaciones que impiden su uso para la producción comercial de plantas y restringen su uso a recreación, fauna silvestre, abastecimiento de agua, o a propósitos estéticos. Mientras más alto el número de clase menos intensa la utilización de tierras (Klingebiel & Montgomery, 1961).

Las subclases de capacidad están determinadas de acuerdo con la naturaleza de las limitaciones que impone el uso del suelo y están en función de los siguientes factores:

- Condición del suelo.
- Riesgos de erosión.
- Condición de drenaje.
- Peligros de inundación.

Las limitaciones por condición de suelo se designan con el subíndice "s" y están principalmente relacionadas con las características edáficas, como textura, estructura, compactación del perfil, profundidad, gravosidad, pedregosidad, rocosidad, características químicas, etc.

Las limitaciones por riesgos de erosión se simbolizan con el subíndice "e" y están vinculadas principalmente a las características topográficas, permeabilidad, escorrentía superficial, cubierta vegetal y pluviosidad.

Las limitaciones por condición de drenaje o humedad están representadas por el subíndice "w" y determinan la dificultad del movimiento del agua a través del suelo.

El peligro de inundación está relacionado con las inundaciones periódicas o eventuales que ocasionan los ríos en creciente y está representado por el subíndice "i" (Ortiz, 2010).

Utilización de tierras según su capacidad de uso →								
Clase de capacidad de uso	Aumenta la intensidad de uso							
	Vida silvestre	Bosques	Pastoreo limitado	Pastoreo intensivo	Cultivo limitado	Cultivo moderado	Cultivo intensivo	Cultivo muy intensivo
I								
II								
III								
IV								
V								
VI								
VII								
VIII								

Figura 5. Utilización de suelos según su capacidad de uso.
Tomado de: Ortiz y Ortiz (1980).

A continuación se describen las clases de suelo:

Clase 1: Suelos con pocas limitaciones que restringen su uso.

Forman suelos ácidos alíticos (Bauxíticos, alíticos); están presentes en clima Trópico lluvioso húmedo (Aguilera, 1989).

Son suelos casi planos, sin peligro de erosión. Son profundos bien drenados, fácilmente cultivables. Se adaptan para retener la humedad, bien abastecidos de nutrientes para las plantas, son de alta respuesta a los fertilizantes. No se dañan con las inundaciones, son productivos y se adaptan a cultivos intensivos.

Estos suelos no se ven afectados por sales, por inundaciones, erosión o problemas de manto freático (Ortiz, 2010).

Clase II: Suelos con pocas limitaciones que restringen su uso.

Forman suelos ácidos allíticos-caoliniticos, caolisol ferruginoso, están presentes en clima Trópico húmedo (Aguilera, 1989).

Son suelos generalmente profundos, de textura franco a franco limosa, de topografía plana, bien drenados, son retentivos al agua y de buena capacidad para el suministro de nutrientes vegetales. Presentan mediana fertilidad natural y generalmente buena capacidad productiva, siempre que se les provea en forma continuada de apropiados tratamientos agrícolas (USDA).

Estos suelos presentan limitaciones, ya sean simples o combinadas: pendiente moderada, susceptibilidad moderada a la erosión eólica o hídrica (Ortiz,2010).

Presentan humedecimiento que puede corregirse por el drenaje. Poseen ligeras limitaciones climáticas (Ortiz, 2010).

Son tierras aluviales extendidas en forma de angostas fajas sobre las márgenes, aparecen asociadas con las de la Clase III.

Las mayores limitaciones que presentan están vinculadas al proceso erosivo lateral que ocasionan las aguas de los ríos en creciente y a ligeros riesgos de inundaciones ocasionales.

El manejo de estas tierras debe estar encaminado a la incorporación de material orgánico, como residuos de cosechas, compost, abonos verdes, fertilizantes nitrogenados de tipo orgánico o mineral en dosis adecuadas a las necesidades de los cultivos adaptados y establecidos de acuerdo con un programa racional de abonamiento.

Clase III: Suelos con severas limitaciones que reducen la selección de plantas o requieren prácticas especiales de conservación, o ambas.

Forman suelos ácidos caoliniticos (tierras rojas, tierras amarillas, Rubrozems), se encuentran en climas Subtròpicos húmedos (Aguilera, 1989).

Son suelos con limitaciones ya sea en forma simple o en combinación. Con inundaciones presentes que causan daños a los cultivos. Permeabilidad deficiente del subsuelo. Persistencia de humedad aun después de haber drenado. Son suelo superficial de espesor reducido (Ortiz, 2010).

Baja cantidad de retención de humedad. Baja fertilidad no fácilmente corregible. Salinidad o alcalinidad moderada. Limitaciones climáticas moderadas.

Las restricciones de uso son mayores que para la Clase II cuando se utilizan para cultivos agronómicos, y por lo tanto las prácticas de manejo y conservación son más intensas y difíciles de aplicar y de mantener.

Esta clase incluye suelos moderadamente profundos a profundos, de drenaje bueno a imperfecto, con subsuelo de textura arenosa, franco arcillosa y, de reacción muy fuertemente ácida a neutra y de fertilidad natural baja a media. En general son deficientes en fósforo y algunos en potasio. Esta clase comprende las siguientes subclases: IIIi, IIIe, IIIes y IIIesw.

Subclase IIIi

La subclase IIIi incluye suelos aluviales recientes (Tropofluvent), planos, profundos, de textura arenosa a franco arcillosa, de reacción moderadamente ácida a neutra y de fertilidad natural moderada.

Los problemas de manejo están relacionados básicamente con las inundaciones periódicas ligeras en época de creciente, y además se observa cierta dificultad del movimiento del agua a través del suelo, lo que se manifiesta por la existencia de moteaduras en el perfil.

La problemática que atenta contra la integridad física de estos suelos es la erosión lateral que ocasiona considerables dislocamientos de volúmenes de tierra por efecto de las crecientes o desbordamientos de los ríos en la época lluviosa.

Subclase IIIe

Suelos ligeramente inclinados, moderadamente profundos a profundos, franco arcillosos, a veces arcillosos muy porosos y muy friables, y tienen una alta capacidad de retención hídrica. Químicamente son de reacción fuertemente ácida a ligeramente ácida, con proporciones bajas a moderadas en fósforo y potasio; la dotación de calcio y magnesio es equilibrada.

iii. Subclase IIIes

Suelos de topografía ligeramente inclinada, profundos, porosos y muy friables. Las limitaciones de uso están dadas por su naturaleza química, y la reacción es por lo general fuertemente ácida a muy fuertemente ácida y con presencia de niveles de aluminio cambiante, probablemente tóxico para determinadas especies agronómicas. Presentan una fertilidad natural baja y son deficitarios en elementos nutricionales.

Subclase IIIesw

Suelos predominantemente arcillosos, de topografía ligeramente inclinada, son superficiales a moderadamente profundos. Estos suelos tienen una reacción fuertemente ácida a medianamente ácida y por lo general son de fertilidad moderada.

El problema fundamental, aparte del peligro de erosión hídrica, es la pobre estructuración y el alto contenido de arcillas plásticas del tipo montmorillonítico, que se tornan muy plásticos y pegajosos cuando están húmedos y muy duros y compactos cuando se secan, dando lugar a cuarteaduras o agrietamientos de tamaños variables. Esta característica crea problemas en el laboreo del terreno y le infieren un drenaje interno restringido.

Los sistemas de manejo y conservación para los suelos de las subclases IIIe, IIIes y IIIesw deben concentrarse en la aplicación de prácticas para el control de la erosión, como surcos en contorno, cultivos en fajas y terrazas; en el incremento de la fertilidad mediante un programa especial en el cual se debe tener en cuenta la naturaleza del suelo y los requerimientos de los cultivos, la incorporación de correctivos sólo en casos económicamente justificables, la adición de material orgánico y la inclusión de leguminosas dentro de un plan de rotación de cultivos.

Estas prácticas serán complementadas para el caso de los suelos de la subclase IIIesw con araduras adecuadas y buena roturación de la capa superficial, coincidiendo necesariamente con un porcentaje de humedad adecuado; además se requieren trabajos de drenaje, principalmente en las áreas casi niveladas para evacuar las aguas de lluvia que quedan empozadas.

Estas tierras pueden ser apropiadas para maíz, arroz, cítricos, sandía, zapallo, caña de azúcar, ñame, piña, maracuyá, frutales y forestales.

Clase IV: Suelos con muy severas limitaciones que restringen la elección de plantas y que requieren un manejo muy cuidados o ambas cosas.

Forman suelos sialíticos (Podzólicos, café podzólico, café forestales, lavados); cinturón frío y continental húmedos; mineral típico: hidrómicas, caolinita, vermiculita, residuos de minerales primarios (Aguilera, 1989).

Suelos que presentan severos efectos de la erosión en el pasado, son someros y de baja capacidad de retención de humedad, presentan inundaciones frecuentes con daño severo a los cultivos (Ortiz, 2010).

Presentan humedad excesiva, severa salinidad o alcalinidad. Clima moderadamente adverso.

Suelos que comprende esta clase por lo general son tierras marginales para una agricultura anual e intensiva debido a mayores restricciones o limitaciones de uso.

Requieren prácticas de manejo y conservación de suelos más cuidadosos e intensivos para lograr producciones moderadas a óptimas en forma continua.

La topografía se presenta en tierras con pendientes inclinadas y complejas de moderada o baja fertilidad natural, de buen drenaje, de textura franco arcillosa a arcillosa; en la mayoría de los casos son moderadamente profundos. Esta clase comprende las subclases IVe y IVes.

Subclase IVe

Tierras porosas, muy friables y tienen una buena capacidad de almacenamiento hídrico; mediante un trabajo agrícola adecuado podría mantenerse el equilibrio hídrico en buenas condiciones, principalmente en la época de relativa sequía.

Las limitaciones de uso están relacionadas básicamente con la naturaleza de la topografía inclinada, que les infiere serios riesgos de erosión hídrica.

Presentan buenas características hidrodinámicas, no se encuentran afectados por una reacción fuerte a muy fuertemente ácida que no les favorece con una mayor disponibilidad de elementos nutricionales; por lo tanto, su fertilidad natural es baja. A esto se agregan los peligros por erosión pluvial debido a su topografía inclinada.

El manejo de estas tierras agrícolas debe orientarse al mejoramiento de las condiciones de fertilidad e incremento de la capacidad productiva, como mejoras orgánicas.

Dada la topografía de los terrenos, de pendiente inclinada, resultaría conveniente utilizarlos más bien para pastos mejorados y desarrollo de una ganadería semiintensiva.

Son adecuados para explotaciones de carácter permanente, o de ciertos cultivos anuales como yuca, maíz y frijoles. Entre los cultivos permanentes pueden indicarse el mango, el marañón, el mangostín, la piña y otros frutales tropicales nativos.

Clase V-VIII: Terrenos no adecuados para los cultivos.

Clase V: Suelos con poco a ningún peligro de erosión, pero tienen otras limitaciones que son imprácticas de sobrepasar y que hacen a los suelos inadaptados para el cultivo.

Forman suelos ligeramente alcalinos y neutros sialíticos (canela, café, chestnut), clima continental y subtropical moderadamente seco. Minerales típicos: palygorskita, clorita, montmorillonita, calcita e illita (Aguilera, 1989).

Suelos bajos sujetos a inundaciones frecuentes. Una estación corta de desarrollo que impide una producción normal.

Presentan suelos pedregosos o rocosos. Áreas en donde se estanca el agua y donde el drenaje no es factible (Ortiz, 2010).

Se distribuyen asociadas con las tierras de las Clases III y IV. Son suelos de topografía bastante homogénea, sin mayores declives y por tanto no erosionables, pero con ciertas características físicas que los hacen más apropiados para la vegetación permanente y para el desarrollo de actividades pecuarias. Las mayores limitaciones de uso en esta clase de suelos radican en el factor drenaje (imperfectamente a pobremente drenados), y en el factor edáfico (arcillosos, reacción muy fuerte a fuertemente ácida y deficientes principalmente en fósforo).

Estos suelos son muy susceptibles a las inundaciones. Se han reconocido únicamente dos subclases, que son la Vsw y la Vswi.

Subclase Vsw

Los problemas de uso están íntimamente ligados a las condiciones de drenaje; a la naturaleza arcillosa de los perfiles, que dificulta el movimiento del agua a través del suelo, y a la existencia en algunos perfiles de tenores moderados de aluminio cambiante.

El drenaje deficiente se manifiesta a través del empozamiento de las aguas de lluvia y a la presencia de una capa freática fluctuante a poca profundidad del suelo, que a veces suele encontrarse a escasos centímetros de la superficie.

Subclase Vswi

Aparte de las limitaciones enunciadas en la subclase Vsw, deben agregarse problemas originados por inundación fluvial.

Entre las prácticas de mejoramiento y control apropiado para los suelos de estas subclases pueden indicarse los siguientes: introducción de pastos seleccionados y mejoramiento de pastos actuales y nativos; división de los campos en potreros a fin de establecer un pastoreo rotativo, control del número de animales y desarrollo de una cubierta adecuada permanente, evitando el pastoreo en épocas muy húmedas. En el caso de la implantación de cultivos intensivos, es necesario construir drenajes con el fin de mejorar las relaciones de suelo-aire y finalmente controlar las inundaciones mediante obras de defensa enmarcadas de acuerdo con las características de los ríos de la zona. En estas tierras el arroz encuentra condiciones muy favorables para su desarrollo. Las tierras de estas subclases pertenecen al Grande Grupo Tropacuept.

Clase VI: Suelos con severas limitaciones que los hacen impropios para el cultivo.

Forman suelos ligeramente alcalinos y neutros, montmorilloníticos húmicos (Chernozems, Brunizems, Vertisoles, Esmonitsas, Grumosol); frecuentemente secos, o de clima periódicamente seco de las praderas de estepas; minerales típicos: montmorillonitas, calcita, aragonita, en ocasiones gypsum (Aguilera, 1989).

Suelos que poseen limitaciones que no pueden ser corregidas, como: pendiente fuerte, peligro de severa erosión, efectos de erosión en el pasado. Pedregosidad, suelo húmedo, sales, álcali y clima desfavorable (Ortiz, 2010).

Los suelos que comprende esta clase presentan limitaciones severas que los hacen generalmente inapropiados para llevar a cabo, en forma normal, cultivos de carácter intensivo. Los problemas o deficiencias más importantes que presentan están vinculados estrechamente a condiciones edáficas como profundidad efectiva limitada, presencia de grava, fertilidad natural generalmente baja, y a características topográficas desfavorables y por consiguiente a susceptibilidad a la erosión.

En esta clase sólo se ha reconocido la subclase VIes.

Subclase VIes

Son tierras con problemas de pendientes complejas y pronunciadas y de poca profundidad efectiva, y se encuentran afectadas por un fuerte escurrimiento superficial y un elevado potencial hidroerosivo. Si la cubierta vegetal fuera eliminada por cultivos impropios, sobre pastoreo, tala y quema, el fenómeno que aparecería sería la disminución vertiginosa de las escasas reservas nutricionales y la capacidad productiva de los suelos, sobreviniendo el empobrecimiento prematuro del recurso y el arrastre de grandes masas de tierras por acción de la erosión pluvial.

La capacidad productiva de esta clase de tierras puede ser mantenida y mejorada mediante la fijación de cultivos exclusivamente de carácter permanente, y la aplicación de prácticas de conservación en base a cultivos de cobertura, plantaciones en curvas a nivel y al tres bolillos, y quizás también con terrazas del tipo escalonado. Las áreas que puedan dedicarse a la explotación ganadera requerirán prácticas consistentes en el control del número de animales por hectárea evitando el sobrepastoreo. Además, se deberá establecer un programa de abonamiento, tanto mineral como orgánico, que completaría el cuadro de manejo para este tipo de tierras.

Clase VII: Suelos con muy severas limitaciones que los hacen inadecuados para el cultivo.

Forman suelos alcalinos y salinos (solonchaks, solonchaks, se encuentran en climas casi secos o periódicamente secos; minerales típicos: minerales primarios, montmorillonita, hidrómica, calcita, gypsum, anhidrita, halita, mirabilita, etc. (Aguilera, 1989).

Presentan limitaciones más severas que en la clase VI: Pendientes fuertes, erosión, suelo delgado. Pedregosidad, suelo húmedo, sales, álcali y clima desfavorable (Ortiz, 2010).

Comprenden la Clase VII, que agrupa a las tierras inapropiadas para uso agropecuario y que están relegadas para propósitos de explotación de recursos forestales.

Se localizan principalmente en áreas muy empinadas y muy a menudo asociadas con tierras de la Clase VIII, con topografía abrupta y pendientes extremadamente empinadas. Se extienden sobre las laderas disectadas de las formaciones montañosas, aunque también suelen

encontrarse ocupando sectores planos a ligeramente depresionados; son de drenaje pobre y tienen problemas de inundación severa.

Las condiciones físicas de estas tierras son deficientes debido a que reúnen una mezcla de suelos superficiales a moderadamente profundos. Dichos suelos están afectados por pendientes muy pronunciadas, fertilidad natural baja, presencia de grava y muchas veces rocosidad superficial. Además tienen problemas severos de erosión hídrica potencial, pues el régimen pluvial en esa zona es acentuado y el drenaje muy defectuoso. Dentro de esta clase se han identificado las subclases VIIes y VIIswi.

Subclase VIIes

Tiene limitaciones de uso como consecuencia de las deficiencias relacionadas con la profundidad del suelo y la topografía muy empinada con declive entre 50 y 75%; en consecuencia, son tierras de alta susceptibilidad a la erosión pluvial. El fenómeno erosivo ya está presentándose en determinados lugares de la zona, especialmente en aquellas tierras destinadas a la ganadería extensiva; la erosión hídrica ha destruido prácticamente la capa superficial, y los pastos deficientemente desarrollados se encuentran en suelos de superficie rojiza.

Dada su naturaleza topográfica desfavorable, estos suelos se prestan casi exclusivamente para la explotación del recurso forestal. La tala racional y el repoblamiento de las especies madereras comerciales deben constituir las medidas básicas para el mantenimiento de las reservas forestales. Deben evitarse las quemas y talas masivas con propósitos agropecuarios, porque esto traería aparejado la destrucción prematura del suelo comprometiendo las tierras de gradientes más bajas ubicadas por debajo de aquéllas.

Subclase VIIswi

Los problemas de uso están ligados a las deficiencias originadas por la lenta permeabilidad dada la naturaleza predominantemente arcillosa del perfil edáfico. El drenaje es muy defectuoso como consecuencia de la presencia casi permanente de una capa freática muy alta y de los numerosos empozamientos de agua creados por las depresiones. A esto hay que agregar las inundaciones de las aguas pluviales provenientes de las tierras aledañas situadas

en niveles superiores, de los ríos que se desbordan por efecto de las crecientes, y de las mareas.

En sus condiciones actuales resultan adecuadas para producción de especies forestales comerciales, especialmente la madera de cativo y otras especies de hábitat hidrófilo.

Clase VIII: Suelos con limitaciones que impiden la producción comercial de cultivos. Usos como preservación de la vida silvestre, protección de cuencas y con fines de recreación son posibles.

Forman suelos de ceniza volcánica (Andosoles, Clima variable; Minerales típicos: minerales primarios, especialmente vidrio volcánico, alofano (Aguilera, 1989).

Las limitaciones de esta Clase son: Erosión, pedregosidad, suelo mojado, baja capacidad de retención de humedad. Salinidad o alcalinidad, clima desfavorable (Ortiz, 2010).

La clase VIII se caracteriza en su mayoría por tierras situadas en las cimas de las montañas, que tipifican el paisaje abrupto y escarpado de la región darienita. Se encuentran asociadas con la Clase VII en menor proporción en laderas muy quebradas y muy fuertemente disectadas de las serranías.

Los suelos y las formas del terreno de esta clase se caracterizan por sus limitaciones muy severas o extremas, lo que las hacen inapropiadas para fines agropecuarios y aun para propósitos de explotación racional del recurso maderero.

Son de topografía muy accidentada, predominantemente superficiales; se encuentran bajo la influencia de una esorrentía muy rápida, y en consecuencia son muy susceptibles a la erosión pluvial. Dentro de esta clase se han reconocido las subclases VIIIes y VIIIswi.

Subclase VIIIes

A esta clase de capacidad corresponden todas aquellas tierras de topografía extremadamente empinada de relieve abrupto y muy quebrado, superficiales y con afloramientos rocosos o pedregosidad superficial. Son altamente susceptibles a la erosión pluvial. No ofrecen ningún valor para propósitos agropecuarios ni silvícolas, y más bien sirven para otros fines, como captación de agua, suministro de energía, parques nacionales, explotación de canteras y

minería. En general son tierras que componen el marco escénico del gran grupo de bosques de protección de vida silvestre

Subclase VIIIswi

Agrupación de suelos arcillosos pobremente drenados con superficies pantanosas o con capa freática muy próxima a la superficie. Se inundan severamente por lluvias o aguas provenientes del desbordamiento de los ríos o por las mareas (suelos de manglares, normalmente con elevadas dosis de Na cambiante). El mejoramiento del sistema de drenaje puede no ser factible o poco justificable debido al conjunto de limitaciones severas que afectan a estas tierras, que están incluidas dentro del grupo de bosques de protección (Ortiz, 2010).

2.3.2 CLASIFICACIÓN DEL ESQUEMA FAO

De acuerdo con el esquema para la evaluación de tierras de la FAO (1976) la más alta categoría es el **Orden** que refleja, a grandes rasgos, si un suelo es apto o no para un uso concreto. Se reconocen dos órdenes: S que es si apta y la N que es no apta.

La segunda categoría es la **Clase** que refleja grados de aptitud dentro del orden. Se enumeran de un modo consecutivo, mediante cifras arábigas, es decir, S1, S2 y S3, que corresponden a altamente apta, moderadamente apta y marginalmente apta consecutivamente.

En el **Orden** N se reconocen también tres clases: N1 no apta actualmente y N2 no apta permanentemente (FAO, 2009).

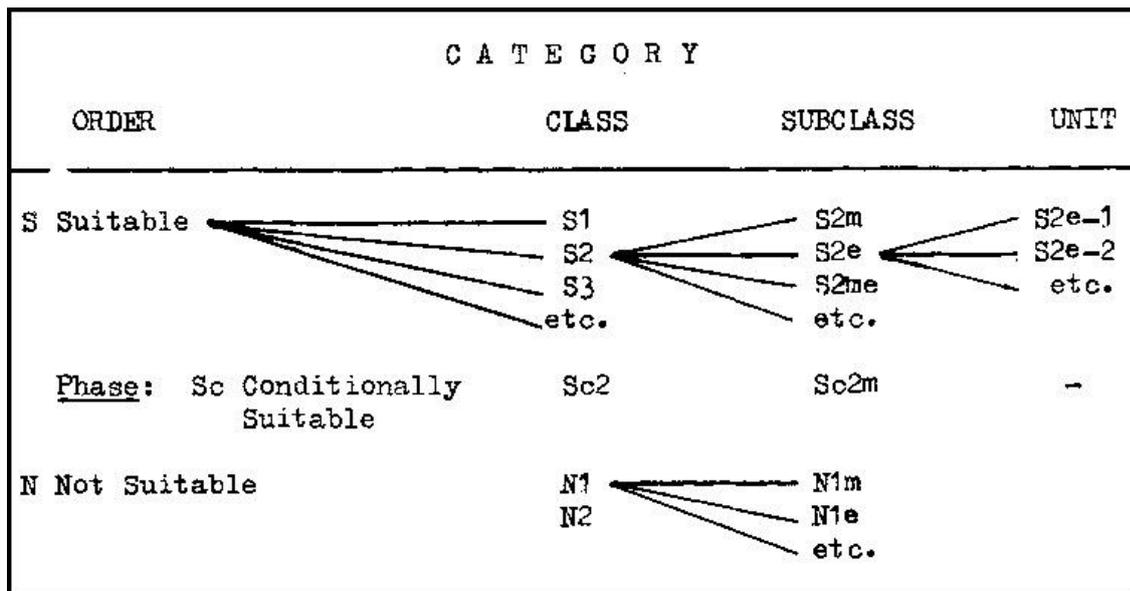


Figura 6. Categorías en el sistema FAO.

Fuente: FAO, 2009.

La primera categoría es el Orden que diferencia dos tipos:

S = Apta. Tierras en las que los beneficios superan costos y el uso sostenido de la tierra no la incapacita en un período de tiempo suficientemente largo.

N = No apta. Las tierras pueden clasificarse como no aptas para un uso determinado por una diversidad de razones. Puede ocurrir que el uso propuesto sea técnicamente impracticable, tal como el riego de tierras rocosas escarpadas, o que provoque una grave degradación ambiental, como el cultivo en laderas escarpadas. Frecuentemente, sin embargo, la razón es de tipo económico: el valor de los beneficios esperados no justifica los costos de los insumos que serían necesarios.

En el Orden N (No apta) se reconocían dos clases:

N1 = No apta actualmente. Tierras cuyas limitaciones pueden eliminarse con medios técnicos o costos, pero que estas modificaciones en la actualidad son impensables.

N2 = No apta permanentemente. Limitaciones graves, de índole generalmente física, que se suponen insalvables a largo plazo.

Posteriormente se ha incorporado la clase X = Tierras para conservación. No apta para su explotación, tierras de especial protección, debido a su conservación, vida silvestre, de especial interés científico ecológico o de interés social (como parques, reservas, o zonas de recreo). Fue definida en un principio a nivel de unidad dentro de la subclase N, pero por sus especiales características ha sido introducida al máximo nivel de clase por la mayoría de los expertos.

La segunda categoría es la Clase que refleja grados de aptitud dentro del orden. Las Clases de aptitud reflejan grados de adaptabilidad. Se enumeran de un modo consecutivo, mediante cifras arábigas.

Para el Orden S (Apta) se consideran tres clases:

S1 = Altamente apta. Sin limitaciones para el uso sostenido o limitaciones de menor cuantía que no afectan la productividad ni aumentan considerablemente los costos.

S2 = Moderadamente apta. Limitaciones moderadamente graves que reducen los beneficios, o implican riesgos de degradación en el empleo sostenido del suelo.

S3 = Marginalmente apta. Las limitaciones para el uso sostenido son graves y la balanza entre costos y beneficios hace que su utilización sólo se justifique de forma marginal. Su empleo se justifica, normalmente, por razones distintas a las económicas.

Los límites entre los órdenes (S y N) y entre las diferentes clases (S1, S2, S3 y N1, N2) se establecen por la presencia de factores limitantes. Un factor limitante es una característica del suelo que dificulta el empleo para un determinado uso, o reduce la productividad, o aumenta los costos o implica riesgos de degradación, o todo a la vez.

La inclusión de un suelo en una determinada clase viene dada por su máximo factor limitante. Es decir que si tenemos un suelo que para el parámetro **PENDIENTE DEL TERRENO** es de clase S1, para la **PROFUNDIDAD DEL SUELO** es de clase S3, para la **TEXTURA** es de clase S2, para el **CONTENIDO EN HUMEDAD** es de clase S2 y para el **CONTENIDO EN SALES** es S3, el suelo será evaluado de Clase 3.

En resumen:

Parámetro del suelo	Clase
Pendiente del terreno	S1
Profundidad del suelo	<u>S3</u>
Contenido en humedad	S2
Contenido en sales	<u>S3</u>

Resultado: Suelo evaluado por su máximo factor limitante, suelo Clase 3.

Si se comparan estas clases con las establecidas en las Clases Agrológicas del Servicio de Conservación de Suelos de USA podemos establecer las siguientes comparaciones:

Clases FAO	Clases Agrológicas
S1	Clase I
S2	Clases II y III
S3	Clase IV
N	Clases V, VI y VII
X	Clases VIII

Los factores limitantes se usan para definir la tercera categoría del sistema que es la Subclase que queda definida por el tipo o tipos de limitaciones principales. El número de subclases no se limita pero debe ser pequeño y responder a diferencias reales en cuanto a exigencias de planificación o uso potencial. En el símbolo de cada subclase, el número de limitaciones que figuren debe ser el mínimo para que el resultado sea manejable. Una o rara vez dos letras bastarán normalmente.

Ejemplos de subclases: t = pendiente; e = riesgo de erosión; p = profundidad; s = salinidad; d = drenaje; c = deficiencia bioclimática; r = rocosidad w = riesgo de inundación, etc.

Por último, la cuarta categoría es la **Unidad** que establece las diferencias dentro de las subclases en función del uso deseable. Todas las unidades dentro de una subclase (S2rA, S2rM) tienen el mismo grado de aptitud a nivel de clase (S2) y características análogas de limitación a nivel de subclase (r). Las unidades difieren entre sí en sus características de producción o en aspectos secundarios de sus exigencias de ordenación (con frecuencia definible como diferencias de detalle en sus limitaciones). Su reconocimiento permite una interpretación detallada a nivel de planificación de la explotación.

Las unidades se distinguen mediante letras mayúsculas que se colocan al final. No hay límite alguno para el número de unidades reconocidas dentro de una subclase. Ejemplos de unidades:

A = intensificación en el uso agrícola sin necesidad de grandes mejoras.

M = intensificación en el uso agrícola con necesidad de mejoras importantes (riego, etc).

P = dedicación a pastos para uso ganadero.

F = repoblación forestal.

La FAO en la guía para la descripción de suelos (1990) recomienda la siguiente clasificación de los usos del suelo:

1. Poblacional e industrial:

Uso residencial

Uso industrial

Transporte

Uso recreativos

Excavaciones

2. Agrícola

Cultivos anuales

Cultivos perennes

Árboles y arbustos

3. Ganadero

Pastoreo extensivo

Pastoreo intensivo

4. Forestería

Bosques naturales

Bosques cultivados

5. Cultivos mixtos

6. Extracción y colecta

7. Protección natural

Sin uso y sin manejo

Capítulo III. USO ACTUAL DE LOS SUELOS DE QUINTANA ROO

El uso del suelo está ligado con la sustentabilidad del uso de los recursos naturales. La forma e intensidad en que se modifica la cubierta vegetal determina la persistencia de los ecosistemas, los recursos y servicios que éstos proporcionan. Por lo tanto, hay que entender en detalle los procesos de cambio de uso del suelo y sus efectos.

En el territorio nacional se distribuyen una gran diversidad de comunidades vegetales naturales como los bosques, selvas, matorrales y pastizales, junto con amplios terrenos dedicados a actividades agrícolas, ganaderas, acuícolas y zonas urbanas.

A las diferentes formas en que se usa un terreno y su cubierta vegetal se les conoce como “uso del suelo”.

Se conoce como vegetación primaria a los lugares donde no ha habido modificación o ésta ha sido ligera y el suelo sigue cubierto por la vegetación natural; en comparación, si ha ocurrido alguna perturbación considerable y se ha removido parcial o totalmente la cubierta vegetal primaria, la vegetación que se recupera en esos sitios se conoce como secundaria y puede ser estructural y funcionalmente muy diferente a la original. El caso extremo de transformación es cuando se elimina por completo la cubierta vegetal para dedicar el terreno a actividades agrícolas, pecuarias o zonas urbanas; éstas se conocen como coberturas antrópicas.

La superficie del país está cubierta por cuatro formaciones vegetales principales: bosques y selvas, en los que predominan formas de vida arbórea; los primeros generalmente localizados en regiones templadas y las segundas en zonas con clima tropical (también se les conoce como bosques tropicales) mucho más ricas en especies.

Otra cubierta vegetal muy extendida en el país son los matorrales que se localizan principalmente en zonas secas o semisecas y tienen como componente dominante a los arbustos. Por último, los pastizales se caracterizan por estar dominados por plantas de porte herbáceo, generalmente pastos y se localizan sobre todo en el centro norte del país. Diferentes tipos de vegetación también presentes en el país aunque en mucha menor proporción y restringidos frecuentemente a condiciones ambientales muy específicas son los manglares y la vegetación halófila y gipsófila (SEMARNAT, 2003).

La evaluación más reciente de la superficie ocupada por las diferentes formas de uso del suelo en México es la *Carta de uso actual del suelo y vegetación Serie III* elaborada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y que describe el estado de la cubierta vegetal del país al año 2002.

Sin embargo, con la nueva aplicación elaborada por el INEGI llamada “mapa digital” se pueden realizar consultas del uso de suelo y vegetación de la Serie IV, cabe mencionar que la información automatizada que proporciona el INEGI no se encuentra de forma física, por lo tanto a continuación se presentará por municipio de forma fragmentada el uso de suelo y vegetación de la Serie IV.

A continuación se describen por Municipio los usos de suelo actuales en el Estado.

3.1 Municipios de Cozumel, Isla Mujeres y Lázaro Cárdenas.

De acuerdo con el mapa digital de la Serie IV en el primer cuadro capturado del Estado de Quintana Roo se puede apreciar que el tipo de vegetación que predomina es la Selva Perennifolia. Sin embargo en el municipio de Lázaro Cárdenas (Figuras 7 y 8) también existe selva caducifolia e hidrófila; la superficie agrícola consta de 36 939.28 m², algunos de los cultivos perennes en este municipio es la caña de azúcar, coco, naranja, limón, pasto cultivado. También se cultiva calabaza, chile verde, frijol, maíz amarillo y blanco, entre otros. Para el municipio de Lázaro Cárdenas el ganado bovino cuenta con 5,095 unidades en existencia (INEGI, 2007). En materia porcícola se estima que cuenta con alrededor de 2,629 unidades existentes en total abarcando todas las funciones zootécnicas (sementales, vientres, de desecho). Las aves de corral sumaron 26,546 unidades en existencia en las que incluye gallo, gallinas, pollos de engorda, guajolotes, entre otros. Para el ganado ovino se estimaron 2,229 cabezas donde están incluidos los animales que duermen en los terrenos de la vivienda, hembras paridas y también animales de producción de lana.



Figura 7. Porción norte del Estado de Quintana Roo.

Municipios de Benito Juárez, Cozumel, Isla Mujeres y Lázaro Cárdenas.

Fuente: INEGI, 2002 Mapa de uso de suelo y vegetación Serie IV.

La superficie reforestada en Lázaro Cárdenas es de 37.75 Ha en dónde se utilizaron 650 cedros (INEGI, 2007).

Cozumel (Figura 7) tiene selva perennifolia, vegetación hidrófila y usos de suelos de otros tipos, se puede observar la localidad urbana al borde debido a que la isla de Cozumel tiene una gran afluencia turística prácticamente todo el año. En general los suelos predominantes en el municipio son los Leptosoles, que son poco desarrollados, generados por la acción de la lluvia sobre la piedra caliza.

La superficie agrícola es de 368.252 Ha, de todos los municipios del estado es la de menor tamaño, debido a que la agricultura no predomina, a pesar de contar con suelos propicios para esto, no es explotada, sin embargo se cultiva chile verde, frijol, maíz blanco, coco, naranja, pasto cultivado, entre otros. La actividad agropecuaria no tiene mayor impacto ni en el uso de suelos ni en sus actividades principales, sí cuenta con aves de corral, ganado bovino, ovino, porcino pero en pocas unidades de acuerdo con los datos del censo agropecuario 2007. En Cozumel no hubo ningún tipo de reforestación reportada (INEGI, 2007).

En el municipio de Isla Mujeres (Figura 7) predominan los mismos usos de suelo y vegetación que en Lázaro Cárdenas, sin embargo se puede observar que la mancha urbana tiene una fuerte presencia en este municipio y esto debido a la actividad turística que tiene. Para el 2012 Isla mujeres tuvo un incremento del 0.8% del total de turistas con respecto al 2011 (SEDETUR, 2012).

La superficie agrícola registrada es de 525.54m², entre los cultivos perennes se encuentran el coco, naranja, pasto cultivado, maíz blanco y amarillo, limón, frijol, chile verde y calabaza.

El área forestal es de 13.61 Ha en donde se plantaron 6,050 árboles de los cuales 1,350 son cedros. En cuanto a la ganaderías las aves de corral suman un total de 4,068 cabezas. El total de cabezas bovinas es de 516, las cabezas ovinas sumaron en total 1,221. El área reforestada es únicamente de 13.61 Ha.

3.2 Municipio de Benito Juárez.

En el municipio de Benito Juárez (Figuras 7 y 8) predomina la selva perennifolia y vegetación hidrófila. Aquí la mancha urbana es mucho más amplia que lo que podemos observar en Isla Mujeres, esto debido a la presencia de Cancún y todo el complejo turístico que representa, de acuerdo con datos de la SEDETUR la derrama económica en Cancún fue de 133.43 millones de dólares para el 2012.

La superficie agrícola es de 3,309.664 Ha en donde se cultiva chile verde, frijol, maíz blanco, caña de azúcar, coco, naranja, pasto cultivado, entre otros. Las aves de corral dentro del municipio suman 21,958 cabezas. El ganado bovino únicamente cuenta con 930 cabezas en todo el municipio. El ovino 2,012 cabezas, el porcino 959 cabezas (INEGI, 2007).

La superficie reforestada es de 6,552 Ha en las cuales se plantaron en total 21,104 árboles que de esos 6,250 fueron cedros (INEGI, 2007).

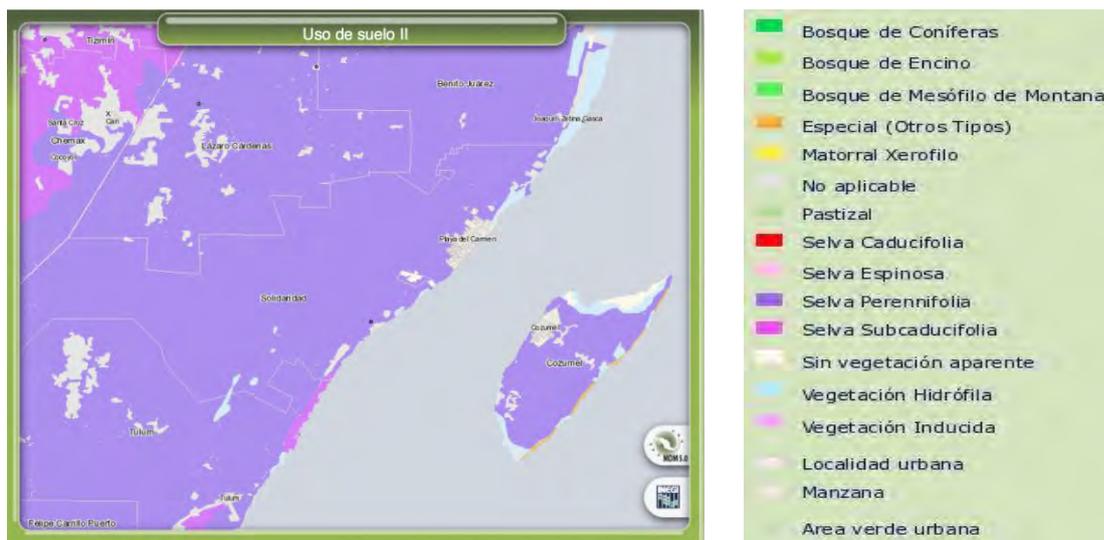


Figura 8. Porción centro del Estado de Quintana Roo.

Municipios de Benito Juárez, Lázaro Cárdenas.

Fuente: INEGI, 2002 Mapa de uso de suelo y vegetación Serie IV.

3.3 Municipio de Solidaridad.

Para el municipio de Solidaridad (Figura 9) corresponde en su mayoría selva perennifolia y vegetación hidrófila. Al igual que en Cancún se puede apreciar la mancha urbana debido al turismo ubicado principalmente en Playa del Carmen.

La superficie agrícola en Solidaridad es de 9,671.834 Ha donde se cultiva calabaza, chile verde, frijol, maíz amarillo y blanco, coco, naranja, pasto cultivado, entre otros. Las aves de corral suman 15,956 unidades en todo el municipio; el ganado bovino cuenta con 1,573 cabezas; el ovino 1,093 unidades; porcino 1,431 cabezas (INEGI, 2007).

La superficie reforestada es de 115.093 Ha en donde se plantaron 109,380 árboles de los cuales 32,300 fueron cedro (INEGI, 2007).

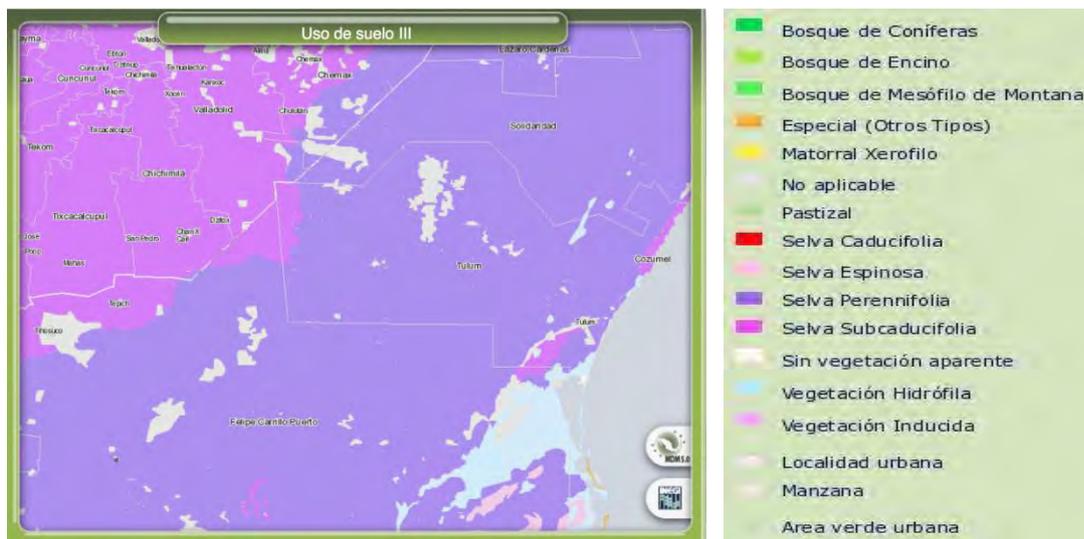


Figura 9. Porción centro del Estado de Quintana Roo.

Municipio de Solidaridad.

Fuente: INEGI, 2002 Mapa de uso de suelo y vegetación Serie IV.

3.4 Municipios de Municipio de Tulum.

En Tulum (Figura 10) existe la selva perennifolia, selva hidrófila y selva subcaducifolia, al ser también un área turística importante para el Estado de Quintana Roo se puede observar las zonas urbanas.

En Tulum se cultiva lo mismo que en Solidaridad, sin embargo aquí predomina la producción de chile habanero en pequeños campesinos, razón por la cual no existen unidades de producción reportadas al INEGI. Los tipos de suelo y vegetación propician los mismos cultivos casi en todos los municipios del estado. Lo mismo ocurre en el municipio de Bacalar en dónde también predomina la selva perennifolia.



Figura 10. Porción sur del Estado de Quintana Roo.

Municipios de Felipe Carrillo Puerto y Tulum.

Fuente: INEGI, 2002 Mapa de uso de suelo y vegetación Serie IV.

3.5 Municipio de Felipe Carrillo Puerto.

En Felipe Carrillo Puerto (Figuras 10 y 11) hay selva perennifolia, selva hidrófila, vegetación inducida y otros tipos, cuenta con una superficie agrícola de 39,334.254 Ha en donde se cultiva calabaza, chile verde, frijol, maíz blanco y amarillo, caña de azúcar, coco, limón, naranja, pasto cultivado, entre otros. La actividad agropecuaria en este municipio destaca la de las aves de corral, siendo el municipio con más existencias totales de 1, 004,130 cabezas; el ganado bovino de 6,742 cabezas; el ovino 5,488 cabezas; el porcino con 11,987 cabezas de igual forma siendo el que produce más en todo el estado.

La superficie reforestada de acuerdo con los datos al INEGI representa 685.698 Ha, es el único municipio que reforestó con árbol de pino (INEGI, 2007).

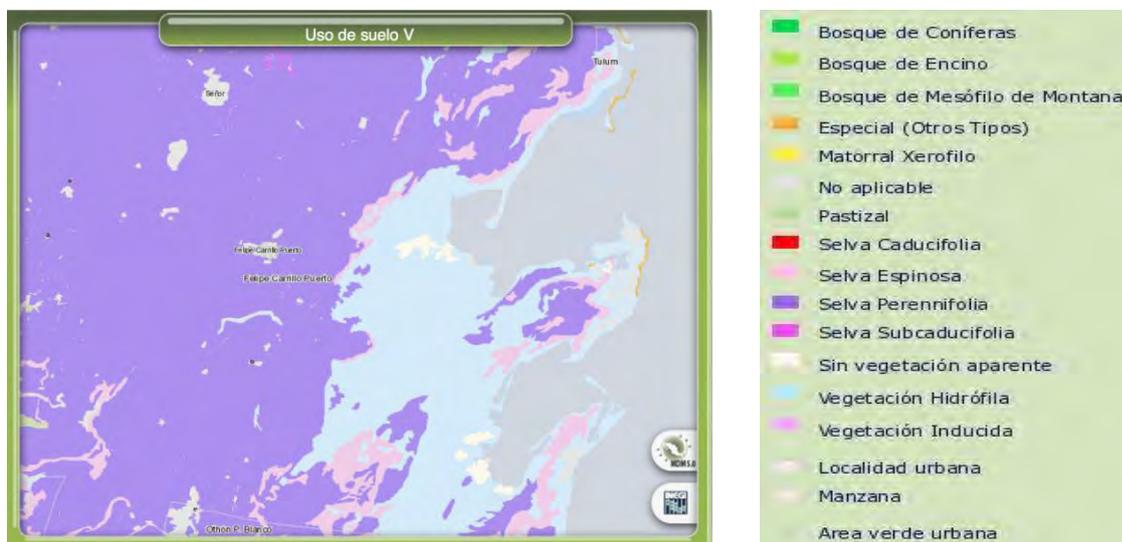


Figura 11. Porción sur del Estado de Quintana Roo.

Municipios de Felipe Carrillo y José María y Morelos Puerto.

Fuente: INEGI, 2002 Mapa de uso de suelo y vegetación Serie IV.

3.6 Municipio de José María Morelos.

El municipio de José María Morelos (Figuras 11 y 12) tiene selva espinosa, pastizal, selva perennifolia, selva subcaducifolia. Tiene una superficie agrícola de 27.376.482 Ha en donde es propicio cultivar calabaza, chile verde, en todo el estado es dondemás se cultiva el frijol, maíz blanco y amarillo, coco, naranja, pasto cultivado, entre otros. La ganadería en este municipio cuenta con las aves de corral; ganado bovino con 6,441 cabezas; ovino 3,543 cabezas y 4,570 cabezas porcinas.

La superficie reforestada en José María Morelos es de 35.913 Ha con 12,900 cedros plantados.

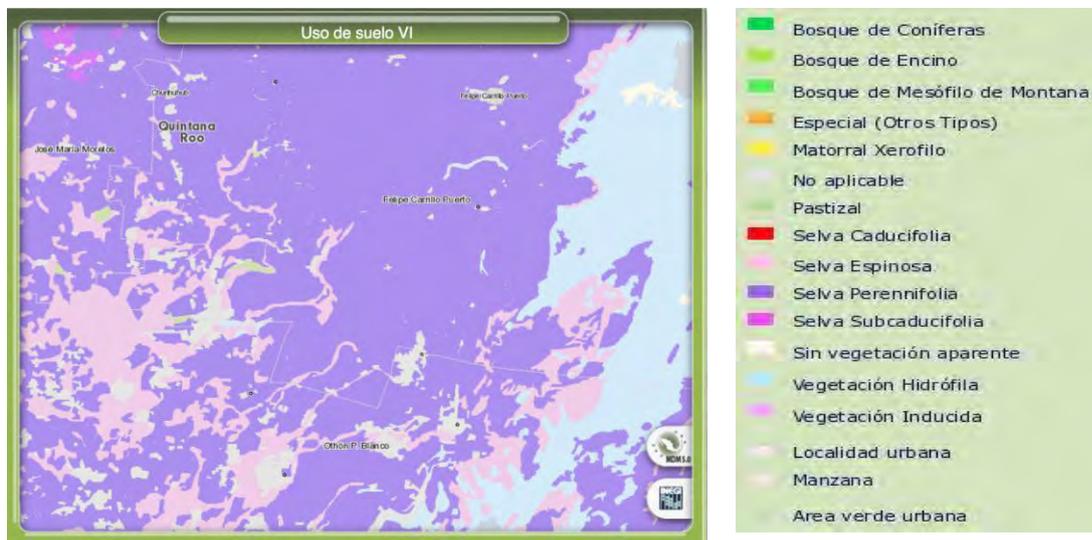


Figura 12. Porción sur del Estado de Quintana Roo.

Municipio de José María y Morelos.

Fuente: INEGI, 2002 Mapa de uso de suelo y vegetación Serie IV.

Capítulo IV. USO POTENCIAL DE LOS SUELOS DE QUINTANA ROO

4.1 DEFINICIÓN (USO POTENCIAL)

El uso potencial de las tierras se define como el uso más intensivo que puede soportar el suelo, garantizando una producción agropecuaria sostenida y una oferta permanente en el tiempo de bienes y servicios ambientales, sin deteriorar los recursos naturales (Sánchez, 2000).

Toma en cuenta las características y cualidades del suelo que permiten obtener homogeneidad en cuanto a clima, geomorfología, materiales parentales y suelos y así extrapolar resultados para la zonificación y ordenamiento territorial. Se toman aquellas características que por su importancia ayudan a determinar la aptitud y la vulnerabilidad del suelo frente a las principales actividades humanas que en él se ejecutan.

El uso potencial consiste en delimitar unidades de tierras con limitaciones y vocaciones similares, de tal manera que pueden recibir el uso más razonable de acuerdo con las características físicas del recurso y con desarrollo socioeconómico de la región.

4.2 USOS POTENCIALES EN QUINTANA ROO

Las características de los suelos en un área específica de la corteza terrestre determinan las funciones que pueden desarrollar, definen sus usos potenciales y son la base para establecer las prácticas de manejo que llevarán a un aprovechamiento óptimo de este recurso natural. El conocimiento de la distribución de los suelos y de sus propiedades es, por lo tanto, un componente crucial para definir el plan de manejo de cualquier territorio (Eger et al. 1996, Bocco et al. 2000).

La **Carta de Uso Potencial** es una representación de las condiciones ambientales (en especial de las condiciones del suelo), consideradas como factores limitantes del uso agrícola, pecuario, forestal, de conservación y urbano, a que puede destinarse un determinado espacio geográfico. Es decir, describe el conjunto de condiciones ambientales a las que el hombre tiene que enfrentarse –al transformarlas o adaptándose a ellas- para aprovechar mejor el suelo y sus recursos en el desarrollo de la agricultura, ganadería, silvicultura y desarrollo urbano, así como para el establecimiento de áreas de conservación de recursos naturales.

De acuerdo con el INEGI (2005) para justificar los diferentes usos de suelo se necesitan efectuar reconocimientos e investigaciones de suelos y con ellos elaborar los mapas que contengan informaciones básicas susceptibles de aplicar en los planes del uso de los terrenos en función de tres etapas:

Primera etapa: Para planificar sobre el uso de los terrenos se necesita un mapa general de suelos, con él se podrá planear y recomendar limitaciones y restricciones en los usos de los suelos, de esta manera se evitara daños acuíferos, suelo, aire y construcciones de otros tipos.

Segunda etapa: se necesita un mapa detallado de suelos para poder usar las áreas sin limitaciones o restricciones, por deficiencias edáficas o bien de otros medios.

Tercera etapa: con los estudios de los suelos para desarrollar áreas específicas (INEGI, 2005).

Los estudios completos de las áreas edáficas permiten edificar los Grandes Grupos o Unidades, Familias, Series, Tipos y Fases de Suelos; con estos resultados se gradúan y seleccionan los usos del suelo urbano para vivienda, administración, industria, comercio y otros:

- Construcción de casas y edificios.
- Áreas para industria ligera y pesada.
- Áreas de drenaje y fosas sépticas.
- Carreteras y vías ferroviarias.
- Aeropuertos.
- Hospitales.
- Mercados.
- Áreas de cacería.
- Áreas de recreación.
- Áreas verdes.

- Áreas de cultivo.
- Zonas para bosque.
- Zonas para acuíferos.

Para determinar el uso potencial de un lugar es necesario evaluar el uso del territorio.

La evaluación se lleva a cabo en dos procesos, uno es la evaluación de la aptitud del territorio y el otro es la evaluación de los conflictos de uso.

La aptitud del territorio se define como el mejor uso que se le puede dar al suelo tomando en cuenta sus atributos naturales y socioeconómicos. Para evaluar la aptitud del territorio se utiliza como base a las unidades de paisaje, las cuales se definen como la unidad mínima cartografiable que permite demostrar espacialmente los principales componentes de un ecosistema (Velásquez, 1993), es la expresión geográfica integral de un área de la superficie terrestre que resulta de la interacción de los procesos biofísicos y socioculturales, razonablemente estables o con una predictibilidad cíclica (Andrade, 1991).

Se identifica la vocación natural del territorio de acuerdo a un tipo de utilización específico definido por la FAO y adaptada a las características del estado para establecer la aptitud.

Evaluación de la aptitud natural

Con base a las unidades de paisaje se procede a evaluar las tierras, partiendo de la selección de los Tipos de Utilización de la Tierra (TUT) entre los que se encuentran los de utilización de carácter productivo y los de bienes y servicios ambientales.

En Quintana Roo el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial (PEOT) publicado en 2004 definió 73 Unidades de paisaje, las cuales se muestran en la figura 8.

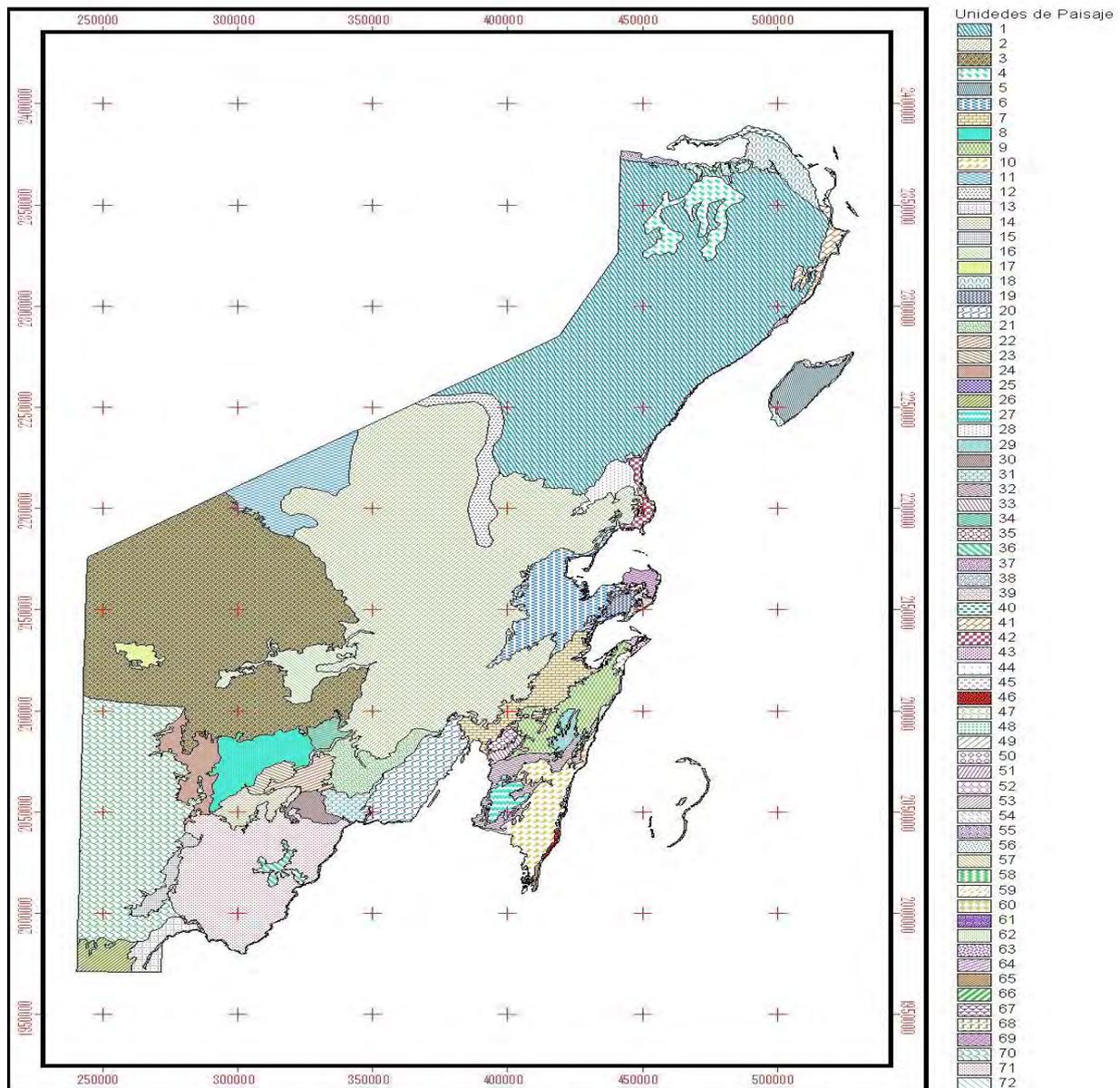


Figura 14. Unidades de Paisaje en Quintana Roo.

Fuente PEOT, 2004.

En la tabla siguiente, se pueden apreciar los diferentes sectores productivos tanto como bienes y servicios ambientales que se realizan de acuerdo a los tipos de utilización de Tierra en el estado.

Tabla 2. Tipos de utilización de Tierra en Quintana Roo.

Tipos de Utilización de Tierra seleccionados para Quintana Roo.		
Tipo de TUT	Categoría	Subcategoría
Productivos	Agricultura	Intensiva
		Extensiva
		Subsistencia
	Ganadería	Intensiva
		Extensiva
		Subsistencia
	Forestal	Maderables
		No maderables
Caza		
Pesca		
Vida Silvestre		
Asentamientos	Humanos	
	Industriales	
Turismo	Hotelero	
	Alternativo	
Bienes y Servicios Ambientales	Cosecha de agua	
	Opción de diversidad	
	Valor único	
	Captura de carbon	
	Manejo de Flora y Fauna (área natural protegida)	

Fuente: PEOT, 2004

Considerando las características de uso de suelo, las Unidades de paisaje y Tipos de Utilización de la Tierra los usos potenciales definidos para el Estado (PEOT, 2004) son:

La agricultura intensiva no es apta para el estado, en cambio la agricultura extensiva si presenta una aptitud alta, estas zonas se encuentran en la parte centro-oeste y sur del estado, por otro lado las zonas en el norte y la costa no son aptas para esta actividad. Para agricultura de subsistencia se presenta aptitud a excepción de las franjas costeras del estado y zonas altamente inundables.

La ganadería intensiva es apta en el centro y sur del estado y no es apta en las zonas cercanas a la costa, en el sur del estado hay a una aptitud alta para ganadería extensiva. Finalmente en el aspecto ganadero de subsistencia el suelo es apto excepto aquellas zonas que se localizan en la línea costera y altamente inundables.

En el aspecto forestal maderable presentan aptitud la parte central y suroeste de Quintana Roo, las zonas no aptas se localizan en el norte y en el este del estado principalmente.

En el aspecto vida silvestre hay aptitud en los suelos excepto las áreas localizadas en la zona cañera y en unas pequeñas partes dentro del municipio de José María Morelos y Carrillo Puerto en donde la frontera agrícola y ganadera están bien consolidadas.

Las zonas cerca de la costa no son aptas para los asentamientos habitacionales. Para asentamientos industriales hay aptitud en el norte del estado y en la zona de Xul Ha.

Finalmente en el aspecto turismo de sol y playa las zonas aptas van desde Boca Paila hasta Cancún, en Isla Mujeres y en la costa occidental de Cozumel; en el turismo alternativo casi todo el estado es apto para esta actividad, los lugares no calificados como aptos son aquellos en donde la actividad agrícola, ganadera y los manglares predominan.

En los Tipos de Utilización de Tierra para bienes y servicios ambientales tenemos en primer lugar la evaluación para la cosecha de agua, la cual abarca los lugares en donde se recarga el manto freático, las cuales ocupan cerca del 90% del estado y las unidades no aptas están localizadas en las zonas costeras.

Las zonas de **Diversidad** tienen una especial aptitud para ser protegidas y conservadas por la alta biodiversidad que presentan, abarcan cerca del 90% del estado, las no aptas que corresponden a un área de Isla Mujeres, la zona hotelera de Cancún y una zona agrícola en el sur del estado.

4.3 DEFINICIÓN DE MANEJO

Resulta más contemporáneo el uso del término "manejo" en lugar de "control". En ocasiones porque se ha considerado que "control de malezas" implica aniquilar o erradicar tal vegetación y no es el propósito que tiene el concepto en lo que compete al estudio de esta monografía. De hecho es poca la diferencia en el significado básico de los dos términos y ambos son usados indistintamente en este volumen. Ninguno de los dos significa "aniquilar" y es poco importante cual término sea utilizado. Lo importante es saber que es innecesario eliminar completamente la población de malezas, ya que lo esencial es regularla o manejarla a un nivel tal que su daño económico sea reducido (FAO, 2010).

4.4 PRÁCTICAS DE MANEJO

Las prácticas de manejo que se mencionan no solamente favorecen las condiciones de aireación, retención de humedad o contenido de nutrimentos en el suelo, sino que también mejoran la diversidad y el desempeño de los microorganismos que contribuyen en los procesos de mantenimiento y recuperación de su fertilidad.

Son tan sencillas de poner en práctica que pueden adaptarse a sitios con poca capacidad para retener nutrimentos, con pendientes pronunciadas o que sufran sequías prolongadas, todo lo cual reduce la rentabilidad de un sistema agro-productivo y amenaza el equilibrio ecológico de una región.

Las principales prácticas de manejo que se utilizan en Quintana Roo son:

- Selección de cultivo y variedad.
- Cobertura
- Preparación del terreno
- Barbecho
- Subsoleo
- Curvas de nivel
- Surcos o camas
- Canales
- Tipo de labranza (cero, tradicional, mecanizada)

- Manejo de residuos de cosecha
- Abono o fertilizante
- Manejo integrado de plagas y enfermedades
- Encalado
- Lavado

4.4.1 SELECCIÓN DE CULTIVO Y VARIEDAD

Se deben cultivar aquellos cultivos y variedades cuyos hábitos de crecimiento indeterminado estén bien adaptados a las condiciones climáticas del lugar, esto permite realizar prácticas productivas para alcanzar mayores rendimientos y mejor aprovechamiento de la relación superficie/volumen.

Se deben seleccionar variedades resistentes, considerando los antecedentes fitosanitarios del suelo y del clima, principalmente del área donde se cultivará.

4.4.2 COBERTURA

Se le denomina cultivo de cobertura a la “cobertura vegetal viva que cubre el suelo y que es temporal (en periodos post cosecha o de descanso del suelo) o permanente en el cual está cultivado en asociación con otras plantas (intercalado, en relevo o en rotación)” .

Los cultivos de cobertura pueden pertenecer a cualquier familia de plantas, preferentemente son leguminosas ya que aportan nitrógeno al suelo, ayudan a suprimir malezas y reducir la erosión del suelo.

4.4.3 PREPARACIÓN DEL TERRENO

El terreno debe ser preparado y nivelado para obtener una buena distribución del agua en el suelo. La preparación del terreno donde se va a transplantar o sembrar en forma directa, debe realizarse en forma oportuna y con anticipación para lograr buenos resultados.

Se debe evitar el uso excesivo de maquinaria para las labores que se pretenden realizar ya que eso favorece la compactación de los horizontes subsuperficiales.

Durante la preparación del terreno, se diseñan las hileras a la distancia adecuada para el tipo de cultivo a utilizar y la longitud de cada surco o hilera, considerando la pendiente del terreno.

Se debe preparar el sistema de riego adecuado de acuerdo al tipo de cultivo que se va a implementar en caso de contar con él o considerar el mejor aprovechamiento del agua de lluvia.

Previo a la plantación se debe regar el suelo para facilitar el trasplante y marcar el nivel donde deben ir las plantas, para que el agua de los riegos sucesivos no llegue a humedecer ni menos tocar el cuello de ellas ya que esto las hace propensas a las enfermedades.

4.4.4 BARBECHO

Es la técnica por la cual la tierra se voltea con la finalidad de invertir las capas superficiales del suelo (los primeros 25-30 cm) y de esa manera descompactar el suelo e incorporar la materia orgánica.

Existen dos tipos de barbecho: labrado (aquel en el que se eliminan las malas hierbas) y sin labrar.

Dentro de los barbechos labrados se encuentran el barbecho labrado químico, en el cual se eliminan las malezas o malas hierbas por medio de plaguicidas y el barbecho labrado mecánico que tiene más efectividad ya que es tratado con implementos que aceleran el proceso de descomposición al enterrar las hierbas, por ejemplo el arado con disco.

4.4.5 SUBSOLEO

Los subsoladores y los cultivadores profundos son usados para romper capas duras o compactadas de suelo con el objetivo de mejorar la infiltración del agua y la penetración de las raíces. La punta del subsolador se coloca inmediatamente por debajo de la capa compactada, por lo general a profundidades entre 25 y 60 cm.

- Alto requerimiento de potencia.
- El suelo debe estar friable o más seco, hasta la profundidad de intervención.

- Las puntas se rompen fácilmente cuando se usan incorrectamente y las puntas gastadas reducen el efecto de estallamiento.
- Cuando no se usan correctamente la tasa de infiltración de agua no mejora significativamente.

El subsuelo para romper la compactación no debería ser considerado como una actividad periódica sino como una excepción. Después del subsolado se toman medidas para estabilizar la estructura que se ha aflojado poniendo atención para no recomprimir el suelo. El paso con maquinaria pesada sobre un suelo apenas descompactado o hacer una labranza intensiva con rastras de discos podría destruir el efecto del subsolado y producir compactaciones aún más serias que las anteriores. Debido al alto requerimiento de energía de la operación de subsolado, la rotura del suelo mediante la penetración de las raíces de especies que desarrollan raíces fuertes y profundas puede ser una solución más económica.

4.4.6 CURVAS DE NIVEL

También se le llama siembra en contra de la pendiente o siembra atravesada a la pendiente. Esta práctica consiste en hacer las hileras del cultivo en contra de la pendiente siguiendo las curvas de nivel. Se recomienda para cualquier clase de cultivo cuando la pendiente del terreno es mayor al 5%.

La importancia de esta práctica es que al sembrar las hileras del cultivo en contra de la pendiente, las demás labores del cultivo como limpieza y aporques, se hacen de la misma manera. Además, cada surco o hilera del cultivo se oponen al paso del agua de lluvia que no se logra filtrar en el suelo, disminuyendo su velocidad, y así hay menos arrastre del suelo y nutrientes.

4.4.7 SURCOS O CAMAS

Los cultivos que se instalan en la parcela se conducen y manejan en curvas a nivel que son construidos en el sentido transversal a la pendiente máxima del terreno. Esta práctica puede ser realizada en dos modalidades: surcos en contorno y camas en contorno. Los surcos y camas en contorno en zonas húmedas y subhúmedas se usan para controlar la erosión hídrica y reducir el deterioro de la capacidad productiva del suelo. En zonas semiáridas, se usan

principalmente para conservar el agua, pues los surcos y camas en contorno favorecen la infiltración y evitan o reducen las pérdidas por escorrentía.

4.4.8 CANALES

Los canales son estructuras naturales (depressiones) o especialmente localizadas, debidamente protegidos por vegetación nativa o establecida, con formato y sección suficientes para conducir la escorrentía colectada y despejada por las terrazas hacia las partes bajas del terreno, sin peligro de erosión dentro de su lecho.

Normalmente se procura aprovechar como canales de desagüe las depresiones naturales, las cuencas de acumulación, los potreros con pasto o bordes de matorrales, los bosques y las zonas arbustivas (FAO, 1997.)

4.4.9 TIPOS DE LABRANZA (CERO, TRADICIONAL, MECANIZADA)

La siembra directa, labranza de conservación, labranza cero, o siembra directa sobre rastrojo es un sistema de conservación que deja sobre la superficie del suelo el rastrojo del cultivo anterior. No se realiza movimiento importante de suelo (ni araduras ni rastras) excepto el movimiento que efectúan los discos cortadores de los abresurcos de la sembradora al abrir una angosta ranura donde se deposita la semilla. La labranza cero es una respuesta a la caída del contenido de materia orgánica en suelos agrícolas sometidos a labranza convencional. El objetivo es remover lo menos posible el suelo, disminuir los ciclos de oxigenación intensos de la materia orgánica y por ese medio, evitar la destrucción de la misma.

La labranza tradicional es aquella que implica trabajar el suelo en toda su superficie con arados y rastras en pasadas independientes para cada herramienta con el propósito de crear una cama para el desarrollo de las raíces, a la profundidad necesaria para el cultivo a sembrar, y la cama de semillas con la consistencia acorde con la profundidad de siembra, contenido de humedad, tamaño de las semillas.

La primera de estas acciones, para preparar en profundidad el suelo con arados se conoce con el nombre de labranza primaria, y la segunda para el establecimiento de las semillas realizada con rastras se llama labranza secundaria.

La labranza mecanizada se hace mediante tractores e implementos como arados de discos y vertedera, rastras y surcadoras. El arado de vertedera y rastra de discos son efectivos para

terrenos en descanso (potreros viejos), mientras que el arado de vertedera permite incorporar en forma más eficiente el material vegetal (Muñoz y Cruz, 1984; Oyarzún et al., 2002).

4.4.10 MANEJO DE RESIDUOS DE COSECHA

En los planteos agrícolas modernos los residuos de cosecha son una herramienta fundamental para mantener una producción sustentable. Ayudan a mejorar el balance hídrico de los cultivos al permitir una mayor infiltración del agua de lluvia, con una disminución del agua perdida por evaporación, contribuyendo además a mantener y mejorar las propiedades físicas del suelo. Sin residuos en superficie, las gotas de lluvia impactan sobre las partículas del suelo y las disgregan, produciendo el planchado y reduciendo la capacidad de infiltración del agua al suelo.

El agua que no infiltra escurre y por otro lado un suelo desnudo aumenta las pérdidas de agua por evaporación. Según el relieve del lote y la cobertura del suelo, la reducción de la erosión hídrica puede ser significativa.

4.4.11 ABONO O FERTILIZANTE

Los fertilizantes son los encargados de aportar nutrientes a las plantas, en momentos puntuales o determinados, imagina que tienes una planta enferma, pues bien le añadiremos fertilizante para que ésta planta mejore su salud, una vez que se encuentre bien, no añadiremos más fertilizante de este tipo.

En cambio el abono y sus compuestos cambian y modifican el suelo, por ejemplo si tenemos tierras malas, un suelo que no admite bien el cultivo, deberemos trabajarlo añadiendo un buen abono.

El abono cambia la estructura del suelo, mejorándolo para que podamos cultivar todo lo que queramos, ayudando a que nazcan y se desarrollen a largo plazo. Muchas veces las tierras deben ser abonadas más de una vez.

4.4.12 MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Para el control de plagas y enfermedades se deben aplicar los conceptos de Manejo Integrado de Plagas., el cual consiste en utilizar aquellos métodos de control (cultural, físico, biológico, químico, etc.) que permita mantener a las poblaciones de plagas y enfermedades por debajo del umbral de daño.

Es imprescindible el monitoreo continuo de los cultivos, por ejemplo para el caso de insectos se pueden utilizar trampas de feromonas u otros atrayentes para poder determinar el instante en que se debe realizar un control para evitar el daño económico del cultivo. El monitoreo debe comenzar desde el almácigo en adelante para determinar el tipo de control más adecuado.

Prácticas culturales: Se debe hacer una oportuna y adecuada eliminación de todos los restos vegetales de las plantas afectadas y hospederos alternantes, en los cultivos y en las cercanías.

Control biológico: Existe una serie de especies que corresponden a enemigos naturales para las distintas plagas, que pueden ser liberados para disminuir la población del insecto que constituye la plaga.

Uso de plaguicidas: La aplicación de productos químicos para el control de plaga, debe realizarse siguiendo las indicaciones de la etiqueta del producto y teniendo especial cuidado en el conocimiento de la biología del insecto y sus fluctuaciones en la localidad donde se cultivará, y en usar fitosanitarios que no interfieran con las poblaciones de enemigos naturales.

El manejo integral de plagas es un factor clave para la agricultura sostenible. La aplicación puede constituirse en un factor clave de la sostenibilidad de la agricultura (Garza, 1999).

4.4.13 ENCALADO

La acidez o alcalinidad del suelo causan diversos problemas a la vegetación. Los suelos ácidos liberan metales tóxicos y metales pesados, disminuyen la disponibilidad de algunos nutrientes, como el fósforo (P), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg), y reducen el ritmo de la mineralización de la materia orgánica.

El encalado consiste en la aplicación masiva de sales básicas con el objeto de neutralizar la acidez del suelo causada por hidrógeno y aluminio. Los productos que se utilizan como

alcalinizantes o correctivos de la acidez del suelo son principalmente carbonatos, óxidos, hidróxidos y silicatos de calcio y/o magnesio.

Debido a su diferente naturaleza química, estos materiales presentan una capacidad de neutralización variable.

El encalado incorpora al suelo calcio y magnesio para neutralizar la acidez del mismo, es decir para que el pH alcance un nivel ideal para el desarrollo normal de los cultivos y al mismo tiempo reduzca el contenido del aluminio y manganeso tóxico.

El encalado en forma aislada no es suficiente para proporcionar aumento en la producción, debe ir acompañado de la fertilización y del manejo de los suelos.

4.4.14 LAVADO

El lavado de suelos es una técnica que consiste en el uso de agua combinada con otros aditivos químicos que, junto con un proceso mecánico, logra depurar de contaminantes el suelo. Los contaminantes del suelo tienden a unirse con mayor facilidad al limo, arcilla y materia orgánica.

El método se utiliza principalmente para eliminar contaminantes como metales, derivados del petróleo y plaguicidas.

La técnica de lavado de suelos consiste en separar las partículas finas de las gruesas mediante un ciclo de lavado con el fin de minimizar la cantidad de tierra afectada por la contaminación. Primero que nada se analizan las partículas gruesas, si estas no se encuentran contaminadas pueden ser devueltas al sitio de extracción o bien trasladarse a otro lugar para ser usadas como relleno. Si la muestra se encuentra contaminada se puede aplicar otro ciclo de lavado para posteriormente aplicar algún tratamiento diferente adicional.

El agua de lavado de suelos se lleva toda esta contaminación y por tanto requiere un tratamiento adicional porque, de no ser así, solo se estarían trasladando los contaminantes de un medio a otro sin llegar a su eliminación.

CONCLUSIÓN

En este trabajo de investigación se observó que en áreas específicas para un determinado uso de suelo, se realizan otras acciones que en lugar de favorecer la dinámica de explotación de uso de suelo, lo afectan, lo alteran y lo degradan, por lo tanto, no hay un óptimo aprovechamiento para favorecer la productividad económica, social y natural del campo.

Así mismo, el resultado de este trabajo sobre el uso y capacidad de uso de los suelos de Quintana Roo, muestra una realidad sobre el uso del suelo en el sector económico del estado, actividades agrícolas, ganaderas, acuícolas y el acelerado crecimiento de zonas urbanas, con el tiempo se han encargado de eliminar la cubierta vegetal de selvas y demás ecosistemas del territorio estatal, estas están siendo desarrolladas en suelos que no son aptos para ellas, ya que no existen estudios de suelos previos para ser desarrolladas en aquellos que si tienen las aptitudes para su desarrollo.

Esta contribución no solo se enfoca en la materia de los recursos naturales sino también a la realización de la política social, económica y política ambiental del estado de Quintana Roo.

Durante los últimos años en México se han dado cambios drásticos, al mantener un crecimiento de su población tanto urbana como rural, lo que acelera una industrialización y modernización sobre las políticas relacionadas al campo, donde provoca alteraciones irreversibles que antes conformaban los ecosistemas terrestres del país y para este caso en lo particular del estado de Quintana Roo.

El enfoque en la utilización de aptitudes naturales y sus manejos tecnológicos ambientales que se pudieran efectuar sobre los efectos físicos, químicos y biológicos, obtendrían como consecuencia la fertilidad del suelo, el aumento de su humus y aquellas sustancias que lo hacen productivo como el Nitrógeno, Fosforo y Potasio.

Es por ello que es preciso y fundamental entender que es importante predecir la dinámica de los componentes de esta área de estudio, por lo cual el marco normativo de referencia es el diseño de las políticas y estrategias de una verdadera planificación, conservación y manejo sostenible de los recursos naturales.

Se puede decir que a nivel global, regional y local, no es posible llevarla a cabo de manera total, porque día a día, el entorno social avanza mucho más rápido que la recuperación del

aprovechamiento de los recursos naturales, lo que limita el crecimiento y avance del aprovechamiento de las aptitudes naturales de los suelos del estado de Quintana Roo.

Es fundamental dar a conocer las aportaciones que nos brinda el uso del suelo, ya que proporcionará a posibles usuarios las características físicas y químicas de la cobertura terrestre, el uso del suelo de un área, así como sus cambios en relación con las actividades humanas, ello proporciona un marco de referencia para el estudio de la sucesión y la dinámica de los ecosistemas, así como para el diseño de políticas y estrategias de planificación, conservación y manejo sostenible de los recursos naturales.

Este trabajo monográfico hace notar una reflexión importante, la sociedad debe considerar que los recursos naturales de los suelos, se les debe dar tiempo, en sus momentos estacionarios y emplear prácticas de manejo adecuadas donde se dé una comunión real, en el que ser humano ligue sus esperanzas y anhelos en el aprovechamiento de los recursos que nos proporciona la naturaleza así como en el uso y capacidad de uso de los suelos de nuestro territorio de Quintana Roo.

La información recabada y el análisis realizado en este trabajo monográfico servirá a la sociedad en general, al sector económico y a los alumnos de carreras enfocadas en el manejo de recursos naturales y sustentabilidad, es necesario reconocer como ya se ha mencionado con anterioridad que actualmente el estado no cuenta con estudios de suelos pertinentes, es por ello que hemos estado teniendo una pérdida de recursos tanto económicos como naturales, la falta de estos análisis de suelo trae consigo una sobre explotación de los recursos y si no se emplean políticas adecuadas pronto terminaremos agotándolos.

Como ejemplos podemos citar varios casos en el estado, construcción de hoteles, casas, parques residenciales, edificios y hasta casinos (como en el del Boulevard de nuestra ciudad o la Mega escultura) todo ellos construidos en zonas de humedales, donde los suelos son de tipo Gleysol, actualmente se está rellenando la mayoría de los humedales para construir sobre ellos, lo anterior se ve favorecido debido al hecho de que los humedales son “tierras” baratas, fáciles de adquirir para las empresas inmobiliarias, pues se ven en ella una excelente alternativa de negocio sin importarles la calidad de vida y los riesgos a que se ven expuestos quienes adquieren las viviendas, así como la pérdida de biodiversidad presente en ese ecosistema.

Todo esto trae consigo una serie de problemáticas que no son detectados porque no se realizan los estudios previos pertinentes. Entre los riesgos de vivir sobre un humedal están:

- Amplificación sísmica, esta tiene lugar cuando se transmiten las ondas sísmicas desde un medio rocoso (sobre el cual se asienta el humedal) a un medio sedimentario poco consolidado (arenas de relleno y fango bajo las casas), lo que se traduce en deformaciones mayores. Este efecto aumenta mientras más potentes sean los sedimentos poco consolidados. Esto se traduce en que las viviendas emplazadas sobre rellenos, sentirán con mayor intensidad los terremotos y por ende estos serán más destructivos.
- Licuefacción del terreno, este es un factor que realmente representa un peligro para las personas que habitan las viviendas construidas en los rellenos de un humedal, es el riesgo de licuefacción del terreno, fenómeno que se presenta en suelos incoherentes, saturados de agua producto de la acción del paso de las ondas sísmicas. Este cobra gran peligrosidad en sismos superiores a los 6 grados de magnitud (fenómeno muy poco probable de ocurrir en nuestra región considerando que no vivimos en zona tectónica, pero que sin embargo es un riesgo que está presente en otras áreas del mundo donde si son rellenos).
- Exposición a Huracanes, Tsunamis, los humedales corresponden a zonas de acumulación de agua de las diferentes microcuencas que se conectan y prolongan hasta alcanzar su nivel base que suele ser Ríos o el mar y por ende son las zonas topográficas más bajas y expuestas a ser alcanzadas por la entrada de huracanes o tsunamis, ola gigante que penetra tierra adentro por las zonas más bajas y se ve favorecida por los cursos de ríos, esteros y humedales.

Los humedales también fijan el sustrato al suelo y al ser estos eliminados para favorecer cualquier tipo de construcción, hacen que el suelo se vuelva más vulnerable y por ello al ser impactados por un fenómeno natural ya sea huracán o tsunami la pérdida de vegetación es más fuerte en un suelo débil.

- Hongos, es de conocimiento de todos que si hay humedad las paredes, la ropa, los closet, etc, se llenan de hongos. No hay que ser un experto para saber que si construimos nuestras viviendas en sectores saturados de agua que históricamente han sido las zonas de amortiguación de inundaciones ya que retienen el exceso de agua, las

casa estarán expuestas si o si a un exceso de humedad por lo tanto vivirán llenas de hongos. Esto puede ser riesgoso para la salud especialmente para personas alérgicas.

- Otros problemas asociados al relleno de humedales, se extermina el hábitat de muchas especies que viven en los humedales y de aquellas que por miles o millones de años los han utilizados para hacer en ellos una pausa dentro de sus largos viajes intercontinentales, las que al no tener donde parar, siguen de largo y pueden morir en la travesía, lo que a la larga se traducirá en el cese de las migraciones de muchas especies, así como bajara la tasa de nacimiento de muchas especies, ya que igual sirven de centros de anidación, son los cuneros de la naturaleza, para muchas especies de aves y peces. Los humedales son a nivel mundial, los principales contenedores de gases de efectos invernadero. Destruir humedales genera la liberación de estos gases (CO₂ y metano) a la atmosfera, lo que contribuye con el calentamiento global y el aumento del nivel del mar.

Rellenar humedales implica ue se disminuye el “Contenedor” donde cada año se almacenan las aguas caídas, ya que los humedales actúan como esponjas que absorben los excesos de agua. ¿Qué pasa si se disminuye el envase y se agrega la misma cantidad de agua que antes?...obvio, se rebalsa. Esto es lo que ha generado las múltiples inundaciones en sectores que antes no se inundaban. Si se siguen rellenando los humedales, las inundaciones serán cada vez peor.

BIBLIOGRAFÍA

- Bocco, G., A. Torres, A. Velázquez y Ch. Siebe (1998), Geomorfología y recursos naturales en comunidades rurales. El caso de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. *Geografía y Desarrollo* 16: 71-84.
- De la Lanza, G. (1999), Los humedales patrimonio del País, sin protección, abril 1999.
- Eger, H., E. Fleischhauer, A. Hebel, W. Sombroek (1996): Taking action for sustainable land-use: results from 9th ISCO Conference in Bonn, Germany. *Ambio*, 25(8): 480-483.
- Everham III, E. M. and N. V. L. Brokaw (1996), Forest damage and recovery from catastrophic wind, *The Botanical Review*, 62, pp. 114-185.
- FAO (1996), "Forest Resources Assessment 1990— survey of tropical forest cover and study of change processes", *FAO Forestry Paper No. 130*, Food and Agriculture Organization, Roma.
- FAO (1997), *Manual de prácticas de manejo y conservación de suelos*, Food and Agriculture Organization, Roma.
- FAO (1997), *State of the World's Forests 1997*, Food and Agriculture Organization, Roma.
- FAO (2001), "Forest Resources Assessment 2000 Main Report", *FAO Forestry Paper 140*, Food and Agriculture Organization, Roma.
- FAO (2009), "Guía para la descripción de suelos", cuarta edición. Food And Agriculture Organization, Roma.
- Fragoso, P., Bautista, F., Frausto, O., Pereira, A. (2012), Geodiversidad y Biodiversidad en Quintana Roo, México. XI Congreso Internacional y XVII Congreso Nacional de Ciencias Ambientales. ANCA. Mazatlán, Sinaloa.
- Garza García, R. (1999), Determinación de umbrales económicos. En: Hortalizas, plagas y enfermedades. Socorro Anaya R., Jesús Romero N. Y otros (editores). Editorial Trillas, México. Pp. 326-333.
- Hendricks Díaz, J. (2001), *3er Informe de Gobierno*, Gobierno del Estado de Quintana Roo, Quintana Roo, México.
- Houghton, R. A., J. L. Hackler and K. T. Lawrence (1999), "The U.S. carbon budget: contribution from land-use change", *Science*, 285, pp. 574-578.
- INEGI. (2009), Estados Unidos Mexicanos. Censo Agropecuario 2007, VIII censo agrícola, ganadero y forestal. Aguascalientes, Ags.
- INEGI. (2005), Estados Unidos Mexicanos. Guía para la interpretación de cartografía. Uso potencial del suelo. Aguascalientes, Ags.
- Klingebiel, A.A. & Montgomery, P.H. (1961), Land capability classification USDA agricultural handbook 210, Washington, DC: US Government Printing office. 22 pp.
- Lambin, E. F., B. L. Turner, H. J. Geista, S. B. Agbola, A. Angelsen, J. W. Bruce, O. T. Coomes, R. Dirzo, Fischer, C. Folke, P. S. George, K. Homewood, J. Imbernon, R. Leemans, X. Lin, E. F. Moran, M. Mortimore, P. S. Ramakrishnan, J. F. Richards, H. Skanes, Steffent, G. D. Stone, U. Svedin, T. A. Veldkamp, Vogel and J. Xu (2001), "The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths", *Global Environmental Change*, 11 pp. 261-269.
- Lee Benson, Nettie (1994), *La Diputación Provincial y El Federalismo Mexicano*. UNAM. ISBN 968-12-0586-3.
- Molina, E. (1998), Encalado para la corrección de la acidez del suelo, ACCS, San José, Costa Rica. 45 p.
- Muñoz, F. y Cruz, L. (1984), Manual del cultivo de papa. Quito. INIAP. 44 p.
- Ojima, D. S., K. A. Galvin and B. L. Turner II (1994), "The global impact of land-use change", *BioScience*, 44, pp. 300-304.

- Ortiz, C. (2010), Edafología. 8va edición. Departamento de suelos. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Oyarzún, P., Chamorro, F., Córdova, J., Merino, F., Valverde, F. y Velázquez, J. (2002), Manejo Agronómico. In: El cultivo de la papa en Ecuador. Pumisacho, M. y Sherwood, S. (eds). Quito. INIAP, CIP. pp. 51-82.
- PNUMA-Earthscan.(2002), Global environment Outlook 3.PNUMA. Nairobi, Kenia.
- Ramankutty, N. and J. A. Foley (1999), "Estimating historical changes in global landcover: croplands from 1700 to 1992", *Global Biogeochemical Cycles*, 13, pp. 997-1027.
- Sanche Espino a, J. F. (2000), Uso del suelo y evaluación de la aptitud de tierras en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. Tesis de Maestría en Ciencias en Desarrollo Rural Regional. Dirección de Centros Regionales Universitarios. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, Estado de México.
- Sala, O. E., F. S. Chapin, J. J. Armesto, E. Berlow, J. Bloomfield, R. Dirzo, E. Huber-Sanwald, L. F. Huenneke, R. B. Jackson, A. Kinzig, R. Leemans, D. M. Lodge, H. A. Mooney, M. Oesterheld, N. L. Poff, M. T. Sykes, B. H. Walker, M. Walker and D. H. Wall (2000), "Biodiversity: global biodiversity scenarios for the year 2100", *Science*, 287 pp. 1770-1774.
- SECTUR (2003), DataTur, Ocupación en servicios turísticos de hospedaje, http://www.datatur.sectur.gob.mx/jsp/consulta_indicadores.jsp. Mayo 22, 2003.
- SECTUR (2013), Primer informe de labores 2012-2013.
- Semarnat, Colegio de Postgraduados. *Evaluación de la Degradación de los Suelos Causada por el Hombre en la República Mexicana, a escala 1:250 000*
- Sumner, M.E. (2000), *Handbook of Soil Science*. CRC Press. EU.
- Tolba, M. K. and O. A. El-Kholy (1992), *The World Environment 1972-1992: Two Decades of Challenge*, Chapman & Hall, Londres.
- Vitousek, P. M., H. A. Mooney, J. Lubchenco and J. M. Melillo (1997), "Human domination of Earth's ecosystems", *Science*, 277, pp. 494-499.
- Soil Survey Division Staff. (1993), Soil Survey Manual. USDA. Handbook 18.437 p.
- <http://www.oas.org/DSD/publications/Unit/oea30s/ch028.htm>
- http://lossantos-santander.gov.co/apc-aa-files/38366633363761366233646564663361/h.uso_potencial_1.pdf
- http://www.utm.mx/edi_anteriores/Temas38/1ENSAYO%2038-2.pdf
- <http://www.sefoa.gob.mx/AGRICULTURA/PROTOCOLOS/invernaderos.pdf>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Barbecho>
- <http://www.fao.org/ag/ca/es/3e.html>
- http://fhia.org.hk/downloads/cacao_pdfs/gppractconsuelos.pdf
- <http://www.agrorural.gob.pe/conservacion-de-suelos/conservacion-de-suelos/conservacion-de-suelos.html>
- <http://www.agrorural.gob.pe/conservacion-de-suelos/conservacion-de-suelos/conservacion-de-suelos.html>
- http://www.fao.org/ag/ca/Training_Materials/CD27Spanish/sm/soil_moisture.pdf
- <http://organicsa.net/productores-1>
- <http://artesaniasqr.qroo.gob.mx/>
- http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/sian_kaan.pdf
- <http://quintanaroo.webnode.es/economia/>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Quintana_Roo#/media/File:Quintana_Roo_in_Mexico_\(location_map_scheme\).svg](http://es.wikipedia.org/wiki/Quintana_Roo#/media/File:Quintana_Roo_in_Mexico_(location_map_scheme).svg)

http://ramsar.org/key_unfccc_bkgd_s.htm

<http://vivirsobrerellenos.blogspot.mx/>

http://www.sicde.gob.mx/portal/bin/nota.php?from=10&accion=buscar&subrutina=pagina_1&column=2&busqueda=&orderBy=Notas.MedioComunicacion&order=ASC¬aId=16375494764e3bde766b35c

<http://132.248.9.195/ptd2014/enero/0707773/0707773.pdf>