

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



El Uso de los Sistemas de Información Geográfica para la prospección para cultivos en la zona selva del estado Chiapas

POR

SIXTO SÁNCHEZ CHACÓN

MONOGRAFIA

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

Torreón Coahuila, México

Diciembre 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

Uso de los Sistemas de Información Geográfica para la prospección para cultivos en la Zona Selva en el estado de Chiapas

Por:

SIXTO SÁNCHEZ CHACÓN

MONOGRAFÍA


Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

Aprobada por:



DR. MIGUEL ÁNGEL URBINA MARTÍNEZ
Presidente



DR. JESÚS LUNA ANGUIANO
Vocal



M.A.C.H. RUBI MUÑOZ SOTO
Vocal



M.C. CYNTHIA DINORAH RUEDAS ALBA
Vocal Suplente



DR. J. ISABEL MARQUEZ MENDOZA
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

Uso de los Sistemas de Información Geográfica para la prospección para cultivos en la Zona Selva en el estado de Chiapas

Por:

SIXTO SÁNCHEZ CHACÓN

MONOGRAFÍA

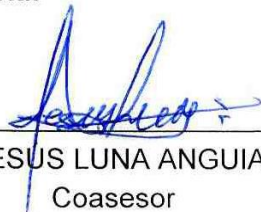
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES


Aprobada por el Comité de Asesoría:



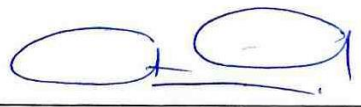
DR. MIGUEL ÁNGEL URBINA MARTÍNEZ
Asesor Principal



DR. JESUS LUNA ANGUIANO
Coasesor



M.A.C.H. RUBI MUÑOZ SOTO
Coasesor



M.C. CYNTHIA DINORAH RUEDAS ALBA
Coasesor



DR. J. ISABEL MÁRQUEZ MENDOZA
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas

Universidad Agraria
ANTONIO NARRO



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2022

AGRADECIMIENTOS

A MI ALTA TERRA MATER

Mi segundo hogar durante 4 años y medio, por haberme escogido para formar parte de sus estudiante, el cual me enorgullece haber concluido en esta hermosa escuela, tuve la oportunidad de cursar una de las hermosas carreras gracias **UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO UL**, siempre estaré ansioso de volver a caminar por tus pasillos, ¡Nunca de fallare, orgullosamente seré buitre y Narro por siempre!

A MI ASESOR: Dr. Miguel Ángel Urbina Martínez

Con gran respeto y admiración porque me dio la oportunidad de realizar un gran proyecto de investigación, por su profesionalidad que hizo concluir un trabajo con gran dedicación y empeño. Gracias por tenderme la mano y ayudar a concluir este gran sueño que creí nunca llegar a finalizar. Le estaré agradecido infinitamente todo lo hizo por mi

AL M.C José Luis Ríos González

Gracias maestro por darme la oportunidad de pertenecer a esta gran familia Buitre, siempre tan gentil y humilde, por apoyarme en todo momento, compartiendo conocimientos, por su motivación a la culminación de este gran sueño.

AL DR. Celestino Flores López

Gracias por los conocimientos adquiridos por su disposición de asesorarme, por impulsarme a concluir esto que un día empezó, hoy sé que valió la pena todos esos consejos que en algún momento me dio. Gracias.

DEDICATORIAS

A MI DIOS

Por haberme dado la oportunidad de existir, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida, siempre me cuidaste iluminando mi camino y estando presente en los momentos más difíciles de mi vida, por nunca dejarme caer y creer que llegaría el día de cumplir este objetivo, por los triunfos y sobre todo los momentos difíciles en los que siempre estuviste presente.

A MIS PADRES: ACASIO SANCHEZ Y GUADALUPE CHACON

Gracias por todo el esfuerzo que han hecho por mí, gracias porque nunca me dejaron solo siempre me apoyaron, gracias por todas sus oraciones que siempre hacían por mí. Gracias por todo el esfuerzo que hicieron por mí para concluir con mis estudios, estoy en deuda con ustedes, les debo todo lo que soy. Nunca olvidare ese día en que me aleje de ustedes para comenzar este sueño de ser NARRO, hoy que estoy a punto de lograrlo se todo ese esfuerzo y sufrimiento valió la pena. Los Amo con todo mi corazón.

A MIS HERMANOS

Gracias hermanos por siempre estar pendiente de mí, gracias por sus consejos para ser una persona de bien, gracias por todo lo que ha hicieron para que yo esté bien, gracias por todas sus oraciones, les agradezco infinitamente todo lo que hicieron por mí. Que la vida nos permita estar siempre juntos unidos en familia. Los Quiero.

A MI ESPOSA: LORENA

Gracias Amor por estar todo este tiempo conmigo porque tú has sido testigo de lo importante que esto es para mí, tu más que nadie sabe lo que me ha tocado vivir para poder culminar este sueño, gracias por estar conmigo en las buenas y sobre todo en las malas, que la vida te mantenga siempre conmigo y que nunca permita separarme de tu lado. Te amo con todo mi corazón.

A MIS HIJOS: MATIAZ Y SANTIAGO

Por ser el motor que me ha impulsado a lograr este gran sueño, por ellos e trabajo arduamente, gracias porque me han enseñado a ser padre, no hay día que piense ser el mejor padre del mundo, por ustedes seguiré luchando para ofrecerles un mejor futuro daré todo mi esfuerzo para que así sea. Que la vida me permita verlos crecer y ser hombres de bien. Los Amo con toda mi alma.

A MI FAMILIA NARRO

A los hermanos que me toco conocer y compartir de momentos buenos y malos, a Ramón, Ángel, Oscar, Eri, Francisco, Giovanni, Guadalupe, Ricky, siendo unos desconocidos formaron parte importante de mi vida, les estaré eternamente agradecidos por todo el apoyo que me brindaron por nunca dejarme solo y sobre todo acogerme como parte de su familia.

A LOS COMPAÑEROS DE TRABAJO

A ellos porque a lo largo de este tiempo me ha permitido la adquisición de nuevos conocimientos, me ha permitido desarrollarme profesionalmente y sobre todo por nunca quitarme el enfoque en lograr este sueño, Alguien un día me dijo ¿Seguro que lo vas a lograr? Y hoy estoy convencido que estoy a un paso de lograrlo.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue representar cartográficamente las áreas de estudios como parte de la búsqueda de áreas aptas para el establecimiento de cultivo. El estudio hace referencia a los diferentes tipos de vegetaciones existentes en el lugar. El presente trabajo se llevó a cabo en 71 parcelas con un total de 24 405 hectáreas evaluadas, parcelas ubicadas en los municipios de Chiapas, Tabasco y Campeche durante el periodo del 2011 al 2020, con el propósito de determinar áreas potencialmente aptas para establecimientos de cultivos de palma, cuya evaluación basada en la vegetación existente, vías de acceso, área de pastizales, haciendo uso de los vectoriales de uso y vegetación del suelo de INEGI (2010), cada parcela evaluada se determinó su ubicación geográfica mediante levantamiento en campo con un GPS (GARMIN® modelo 64 sx) cada muestreo de parcela se tomaron referencias de cada uno de los vértices que existentes en la parcela, recorriendo de igual manera los linderos y tomando puntos de apoyo como referencias dentro de las parcelas, se plasmó cartográficamente con el programa Qgis (SIG), se representó los tipos de vegetación y áreas de importancia, así como cuerpos de agua existentes, caminos y zonas de pastizales, en las representaciones cartográficas se muestran las áreas aprovechables encontradas en cada una de las parcelas evaluadas correspondientes. De acuerdo con la metodología empleada y con los resultados obtenidos se puede concluir que:

Se puede representar cartográficamente los diferentes elementos del paisaje geográfico, de los municipios de Chiapas, Tabasco y Campeche.

Se puede determinar áreas de importancia agrícola en cada uno de los municipios de Chiapas, Tabasco y Campeche.

Es posible la determinación de la vegetación presente, zonas de importancia ambiental y zonas de humedales presente en los municipios de Chiapas y Tabasco.

Palabras clave: Vegetación, Cartografía, Levantamiento, Ubicación geográfica, Vértices, Áreas Aprovechables.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iv
INDICE	v
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
I.- INTRODUCCION	1
II.- OBJETIVO	3
III.- REVISIÓN DE LITERATURA	4
El suelo	4
Características del suelo	5
Tipos de suelos	5
Sistemas de Información Geográfica	7
Los SIG en México	8
La Cartografía y el SIG	9
La Geodesia	10
Sistemas de Coordenadas en Cartografía	10
Sistema de Posicionamiento Global (GPS)	11
Google Earth	12
Formato kml	12
Imágenes de Satélite	13
Satélite Landsat	13
Satélite Sentinel	14
Vegetación	15
Vegetación Primaria	16
Vegetación Secundaria	16
Vegetación Hidrófila	16
Vegetación de Tabasco	16
Vegetación Chiapas	17

Vegetación de Campeche	17
IV.- MATERIALES Y MÉTODOS	18
Ubicación de la zona de estudio	18
Muestreo de Terrenos	20
Tamaño de la muestra.....	21
Datos Evaluados.....	21
Análisis Estadísticos de Datos.....	21
Evaluación de Datos y Atributos.....	21
V.- RESULTADOS Y DISCUSION	23
El empleo del Sig.....	24
VI.- CONCLUSIONES	30
VII.- BIBLIOGRAFIA	31

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Se evaluaron 71 sitios, diferentes entre sí a los cuales se les elaboro el mapa de uso de suelo	21
Cuadro 2 Superficie territorial por municipios con un total de 24405 ha con un radio de influencia de 50 km.	24
Cuadro 3 Datos correspondientes a las representaciones cartográficas de los terrenos.	25
Cuadro 4 muestra el número de predios adquiridos por municipios así como el número de total de hectáreas, siendo Palizada y Palenque con el mayor número de hectáreas adquiridas para el establecimiento de cultivos.	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del Área de estudio.	19
Figura 2 Mapa de Terrenos prospectados para la elaboración de Mapa de Uso de Suelo.	20
Figura 3 Elaboración de Mapa de Uso de Suelo de terreno prospectado.	27
Figura 4 Muestreo de Cambio de uso de suelo, mediante imágenes satelitales un periodo de 2014 a 2022.	28
Figura 5 Mapa general, se muestra área de cultivo, caminos, Áreas de conservación e infraestructura.	29

I.- INTRODUCCION

El uso del suelo ocurre cuando éste se manipula físicamente, aunque también puede definirse como el proceso de producción de bienes materiales para la alimentación, instrumentos de trabajo y todos aquellos objetos que permitan asegurar al ser humano su supervivencia. Cambio de uso del suelo son los cambios constantes que sufre la superficie terrestre debido, principalmente, a la apertura de nuevas tierras agrícolas, desmontes, asentamientos humanos e industriales, construcción de aeropuertos y carreteras (Ramos-Reyes, 2004).

Rosete-Vergés (2014) Algunos estudios han mostrado que las áreas con vegetación secundaria en México, más que derivar de zonas sin vegetación aparente, agrícolas o pecuarias, son el resultado de la alteración de la vegetación primaria o de bosques secundarios, por lo que están más relacionadas con procesos de degradación de la vegetación forestal que de recuperación de la misma. Los estudios más recientes se han centrado en las repercusiones de esos procesos en el cambio climático global y los resultados expuestos sugieren, aunque a veces en forma contrapuesta, que en el caso de México hay pocos estudios a nivel nacional para conocer los procesos de cambio de uso de suelo y vegetación, así como algunos otros de enfoque continental con referencia a nivel de país, pero a nivel regional y local existen muchos de ellos que han utilizado diferentes enfoques y objetivos, siendo una característica casi generalizada la carencia del análisis de las causas que provocan el cambio.

La pérdida de selvas tropicales tiene implicaciones negativas en relación a los servicios ecológicos y la conservación de biodiversidad que proporcionan estos ecosistemas. Actualmente, la deforestación y degradación de bosques y selvas se reconoce entre las principales fuentes de gases de efecto invernadero afectando al cambio climático global, ocasionando importantes iniciativas y financiamiento mundial enfocados a reducir las emisiones por estas. El impacto de deforestación y fragmentación de selvas tropicales también se asocia con el deterioro y pérdida de hábitat de muchas especies de flora y fauna. El proceso de fragmentación incluye los fenómenos de pérdida y reducción de hábitat, la división y aislamiento de cada una de las clases con remanentes de vegetación selvática, la reducción en los tamaños de los

fragmentos y el incremento en los efectos de borde en las zonas con vegetación conservada (Hernández I. U, 2013).

Para los estudios del territorio y del paisaje la integración de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se ha convertido en una herramienta imprescindible y excepcional, debido al aumento en la utilización de este tipo de herramientas básicas pero de gran ayuda para este tipo de estudios, con las cuales se pueden realizar análisis y cuantificaciones de las coberturas y los cambios de usos del suelo, así como también de determinar áreas potencialmente recuperables para mantener la biodiversidad paisajística, biológica y cultural, todo esto con la ayuda de los SIG. La importancia de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en este tipo de estudios es mucho mayor que la de elaborar un mapa, la verdadera importancia radica en dar a conocer desde cierta manera holística la pérdida de cobertura vegetal y los cambios de uso del suelo que existen a través del tiempo y el espacio, tratando de dar a conocer una aproximación de lo existente, con la interacción de los factores físicos, naturales y humanos (Hernández, 2013)

Con el uso de los SIG, es posible la determinación de la cobertura vegetal en cualquier área, cambios de uso de suelos y determinación de nuevas áreas de cultivo.

II.- OBJETIVO

La importancia de esta investigación documenta los diferentes sistemas de información geográfica mediante la elaboración de mapas de uso de suelo para la toma de decisiones en la agricultura moderna.

III.- REVISIÓN DE LITERATURA

El suelo

El suelo es la **porción más superficial de la corteza terrestre**, constituida en su mayoría por residuos de roca provenientes de procesos erosivos y otras alteraciones físicas y químicas, así como de materia orgánica fruto de la actividad biológica que se desarrolla en la superficie.

El suelo es la porción más visible del planeta Tierra, en donde sembramos las cosechas, edificamos nuestras casas y enterramos a nuestros muertos. Se trata de **una superficie sumamente variada y multiforme**, sobre la cual se producen los fenómenos climáticos como la lluvia, el viento, etc.

De igual manera, el suelo es escenario de complejos procesos químicos y físicos, así como de un ecosistema subterráneo de pequeños animales y abundantes microorganismos, cuya presencia impacta directamente en la fertilidad del mismo.

Los suelos **se forman por la destrucción de la roca y la acumulación de materiales** distintos a lo largo de los siglos, en un proceso que involucra numerosas variantes físicas, químicas y biológicas, que da como resultado una disposición en capas bien diferenciadas, como las de un pastel, observables en los puntos de falla o fractura de la corteza terrestre.

Composición del suelo?

El suelo está compuesto por ingredientes sólidos, líquidos y gaseosos, tales como:

- **Sólidos.** El esqueleto mineral del suelo se compone principalmente de rocas, como silicatos (micas, cuarzos, feldspatos), óxidos de hierro (limonita, goetita) y de aluminio (gibbsita, boehmita), carbonatos (calcita, dolomita), sulfatos (aljez), cloruros, nitratos y sólidos de origen orgánico u orgánico-mineral, como los distintos tipos de humus.
- **Líquidos.** Abunda el agua en el suelo, pero no siempre en estado puro (como en los yacimientos) sino cargada de iones y sales y diversas sustancias orgánicas. El agua en el suelo se desplaza por capilaridad, dependiendo de lo permeable del suelo, y transporta numerosas sustancias de un nivel a otro.
- **Gaseosos.** El suelo presenta varios gases atmosféricos como el oxígeno (O₂) y dióxido de carbono (CO₂), pero dependiendo de la naturaleza del suelo puede tener también presencia de hidrocarburos gaseosos como el

metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O). Los gases del suelo son tremendamente variados.

Características del suelo

Las propiedades y características del suelo son enormemente variadas, de acuerdo al tipo de suelo y a la historia particular de la región donde se encuentra. Pero a grandes rasgos podemos identificar las siguientes características:

- **Variabilidad.** Los suelos presentan por lo general componentes poco homogéneos en su tamaño y constitución, por lo que a pesar de mostrarse como una mezcla homogénea, en realidad poseen rocas y elementos de diverso tamaño y diversa naturaleza.
- **Fertilidad.** La posibilidad de los suelos de albergar nutrientes derivados del nitrógeno, azufre y otros elementos de importancia para la vida vegetal, se llama fertilidad y está relacionada con la presencia de agua y materia orgánica, y con la porosidad del suelo.
- **Mutabilidad.** Si bien los procesos de cambio del suelo son a largo plazo y no podemos constatarlos de manera directa, es verdad que se encuentran en constante mutación física y química.
- **Solidez.** Los suelos presentan distintas propiedades físicas, entre ellas la solidez y la textura: existen algunos más compactos y rígidos, otros más maleables y blandos, dependiendo de su historia geológica particular.

Tipos de suelos

Existen diversos tipos de suelo, cada uno fruto de procesos distintos de formación, fruto de la sedimentación, la deposición eólica, la meteorización y los residuos orgánicos. Pueden clasificarse de acuerdo con dos distintos criterios, que son:

Según su estructura. Podemos hablar de:

- **Suelos arenosos.** Incapaces de retener el agua, son escasos en materia orgánica y por lo tanto poco fértiles.
- **Suelos calizos.** Abundan en minerales calcáreos y por lo tanto en sales, lo cual les confiere dureza, aridez y color blanquecino.
- **Suelos humíferos.** De tierra negra, en ellos abunda la materia orgánica en descomposición y retienen muy bien el agua, siendo muy fértiles.
- **Suelos arcillosos.** Compuestos por finos granos amarillentos que retienen muy bien el agua, por lo que suelen inundarse con facilidad.
- **Suelos pedregosos.** Compuestos por rocas de distintos tamaños, son muy porosos y no retienen en nada el agua.
- **Suelos mixtos.** Suelos mezclados, por lo general entre arenosos y arcillosos.

Según sus características físicas. Podemos hablar de:

- **Litsoles.** Capas delgadas de suelo de hasta 10cm de profundidad, con vegetación muy baja y también llamado “leptosoles”.
- **Cambisoles.** Suelos jóvenes con acumulación inicial de arcillas.
- **Luvisoles.** Suelos arcillosos con una saturación de bases del 50% o superior.
- **Acrisoles.** Otro tipo de suelo arcilloso, con saturación de bases inferior al 50%.
- **Gleysoles.** Suelos de presencia de agua constante o casi constante.
- **Fluvisoles.** Suelos jóvenes de depósitos fluviales, por lo general ricos en calcio.
- **Rendzina.** Suelos ricos en materia orgánica sobre piedra caliza.
- **Vertisoles.** Suelos arcillosos y negros, ubicados cerca de escurrimientos y pendientes rocosas.

El término SIG, que en la actualidad está ampliamente difundido tanto en la geografía como en otras ciencias, en especial en aquellas vinculadas con la planificación territorial y la resolución de problemas socioeconómicos y ambientales, es de compleja definición habida cuenta de sus capacidades técnicas y analíticas y su carácter multipropósito (López Lara. 2000)

Los antecedentes más inmediatos de los SIG y la geotelemática son los estudios de componente espacial del siglo XIX, fruto de la necesidad de encontrar respuestas espaciales dentro de estudios de diferentes campos.

En los años sesenta, en plena recuperación de la posguerra, se inician importantes procesos de desarrollo tecnológico. En esta era la innovación, Roger Tomlinson, considerado como el “padre del SIG”, creó el CGIS (*Canadá geographic information system*, sistema de información geográfica de Canadá) para el inventario de recursos naturales. Este primer SIG fue diseñado a mediados de los años sesenta como un sistema de medición de mapas computarizado (Pérez Navarro. 2011)

Entre las décadas de los 60 y 70, y como aplicación y desarrollo de los conceptos de McHarg, tiene lugar el desarrollo de los SIG ráster o matriciales. En esta línea se desarrollan en el laboratorio de la Universidad de Harvard los sistemas SYMAP y GRID; y en la Universidad de Yale el Map Analysis Package (MAP) de gran trascendencia posterior. En general, se caracterizan por ser sencillos y económicos,

aunque tienen un carácter grosero (sin capacidad para manejar atributos) y sólo son aplicables a espacios muy compartimentados. En esta época también se desarrolla el sistema DIME, que es el primero en contar con una topología completa (Bravo. 2000).

En la actualidad, la fotografía aérea y especialmente la imagen de satélite hacen posible la interpretación dinámica de los paisajes y sus cambios a lo largo del tiempo. Acontecimientos como el avance de la erosión, la distribución de los incendios forestales, la expansión de las ciudades; pueden ser seguidos e interpretados espacialmente gracias a la incorporación de esta información en bases de bases digitales por ordenador. Por este motivo, los datos digitales se encuentran como elementos gráficos de un SIG, que permiten análisis (Peña Llopis. 2006).

Sistemas de Información Geográfica

Un SIG es un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para soportar la captura, administración, manipulación, análisis y modelación de datos u objetos referenciados espacialmente, para resolver problemas complejos de planificación y gestión (Aranoff. 1991).

Los sistemas de información geográfica han sido empleados desde hace décadas para evaluar los cambios en las coberturas y usos de la tierra, cambios que son influenciados por factores físicos, climáticos y socioeconómicos, tanto en el tiempo como en el espacio. La teledetección es una técnica científica empleada para obtener información sobre objetos o áreas a distancia, típicamente desde aviones o satélites. La detección remota que utiliza sensores espaciales es una herramienta incomparable para obtener observaciones sinópticas y repetitivas de cultivos permanentes, así como de su entorno. La ventaja de usar esta herramienta es que provee información espectral, espacial y temporal de los objetos que estamos evaluando (Guillen-García. 2019).

La teledetección dentro del sistema de información geográfica (SIG) permite crear consistentes herramientas de planificación de áreas y poderlas usar como automatizadores de ejecución cartográfica, permitiendo colocar en práctica el relevante potencial como soporte en la ordenación y manejo de la cobertura vegetal y el correspondiente uso del suelo. Muestran la importancia que trae la tecnología de los

llamados sensores remotos, asociados a los actuales programas computacionales, que ofrecen un sólido potencial de producción de una amplia y consistente base de datos cartográficos con altas resoluciones en lo espacial, espectral y temporal (Imaña Encinas. 2019).

Los SIG en México

Los sistemas de información geográfica (SIG), en muchas ocasiones combinados con los sistemas de procesamiento de datos de la teledetección, se han convertido en herramientas insustituibles en el análisis y gestión de problemáticas ambientales, donde los aspectos espaciales son determinantes (Bobbo. 2000).

Debido a la creciente influencia de la información geoespacial en los procesos de toma de decisiones, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía desarrolló el proyecto denominado Infraestructura de Datos Espaciales de México (IDEMEX), constituido por un conjunto de políticas, tecnologías, estándares y recursos humanos que permiten diseminar, socializar y lograr el mejor aprovechamiento de dicha información en el ámbito de la integración estatal, municipal, nacional, regional y global (Pedrero. 2011).

De acuerdo con la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, el estado contará con un sistema de información estadística y geográfica cuyos datos serán considerados oficiales. Para la federación, estados, distrito Federal y municipios, los datos contenidos en el sistema serán de uso obligatorio. La responsabilidad de normar y coordinar dicho sistema estará a cargo de un organismo con autonomía técnico y de gestión, personalidad jurídica y patrimonio propios (SNIEG. 2015).

El 16 de abril del año 2008 se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* el Decreto por el cual se expide la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geografía, la cual es reglamentaria del apartado B del artículo 26 de la *Constitución Política DE LOS Estados Unidos Mexicanos*, es de orden público de interés social y de observancia general en toda la república y que entre otros regula al sistema Nacional de Información Estadística y Geografía (SNIEG) y al mismo tiempo establece la autonomía de INEGI con el fin de que se la misma instancia responsable de normarlo y coordinarlo (Elemen. 2016).

La Cartografía y el SIG

Como un SIG opera con información georreferenciada (latitud, longitud), la relación entre cartografía y los sistemas de información geográfica es inevitable, ya que la información para que adquiera su característica de geográfica, debe estar asociada a un sistema de coordenadas referenciales, generalmente ortogonales. De esta forma el centro de gravedad de cualquier SIG es necesariamente una base cartográfica sobre la cual se puedan localizar, puntual, lineal o arealmente, los fenómenos y procesos geográficos, a fin de que mantengan las características inequívocas de localización espacial. Las bases cartográficas de un SIG pueden ser consideradas como elementos estáticos instantáneos, lo cual no las haría tan diferentes del concepto cartográfico tradicional. Sin embargo, en el interior de todo SIG deben existir los elementos necesarios para multidimensionar la representación cartográfica, lo que difícilmente se logra con la técnica tradicional (ONU. 1991).

Los SIG principalmente se utilizan para evaluar coberturas vegetales de ecosistemas inventarios forestales y dinámica del medio biótico y abiótico. Además, los metadatos del SIG se pueden combinar con imágenes de satélite para evaluar el manejo de los agroecosistemas con base en cambios temporales. La información digital en cada una de sus bandas de la imagen de satélite puede ser manipulada para agrupar objetos con diferentes tamaños, formas y colores. Asimismo, se puede incorporar criterios más complejos como textura, brillo, tamaño o combinación entre ellos. Esta combinación permite al intérprete rapidez y confiabilidad en la extracción cartográfica de los recursos naturales (a corto, mediano y largo plazo) con determinada periodicidad. A pesar de ello, indica que muchos de los objetos no suelen ser clasificados de forma correcta, dado que depende de la experiencia y percepción individual del técnico (Calderón. 2018).

La Geodesia

La Geodesia es una ciencia básica, con unos fundamentos fisicomatemáticos y con unas aplicaciones prácticas en amplias ramas del saber, como en topografía, cartografía, fotogrametría, navegación e ingenierías de todo tipo sin olvidar su interés para fines militares. Está íntimamente relacionada con la Astronomía y la Geofísica, apoyándose alternativamente unas ciencias en otras en su desarrollo, en sus métodos y en la consecuencia de sus fines (Sevilla. 1999)

El objeto de la Geodesia es el estudio y determinación de la forma y dimensiones de la tierra, de su campo de gravedad, y sus variaciones temporales; constituye un apartado especialmente importante de determinación de posiciones de puntos de su superficie. Esta definición incluye la orientación de la tierra en el espacio (EOGIS S.L. 2009)

Sistemas de Coordenadas en Cartografía

En la práctica se utilizan dos sistemas de coordenadas: las coordenadas geográficas, que utilizan el sistema sexagesimal y parten de la forma esférica de la tierra; y el sistema de coordenadas UTM, que utilizan la proyección UTM (Andrades. 2020).

a) Coordenadas Geográficas

Las coordenadas geográficas utilizan longitud y latitud para referenciar un punto.

- La latitud es el ángulo formado por una línea perpendicular a la superficie y el plano del ecuador. Se mide en grados, de 0° a 90° ; puede ser Norte o sur. Su expresión podría ser 10° S (-10°).

- La longitud es la distancia angular de cualquier punto al meridiano 0 o de Greenwich. Las líneas de longitud se llaman meridianos. Se miden en 0° y 360° hacia el Este; entre 0° y 180° indicando valores positivos (hacia el Este) o negativos (hacia el Oeste).

b) **Sistemas UTM (Universal Transverse Mercator)**

Las coordenadas geográficas son coordenadas esféricas, pero los mapas son representaciones planas. Por ello, se han venido utilizando diferentes sistemas para trasladar la información geográfica de la tierra (esfera) a una superficie plana. Es lo que conocemos como proyecciones cartográficas. Basta mencionar que pueden clasificarse atendiendo a sus cualidades proyectivas (superficie que utilizan para proyectar: cilíndricas, cónicas, planas...) o la distorsión que realizan (conformes, equivalentes, equidistantes...)

Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

La integración de sistemas de información geográfica (SIG), percepción remota (PR) y geoposicionamiento global (GPS), permite hacer más eficiente el estudio de los cambios en el uso del suelo. Existen muchas ventajas al combinar los datos de sensores remotos con la información espacial existente, los SIG proporcionan el medio para esta integración y, al mismo tiempo, brindan una poderosa herramienta para el análisis cuantitativo de cambios de uso del suelo y revisión y corrección de mapas (Treitz. 1992)

Es un sistema de hace uso de un conjunto de satélites ubicados en el espacio agrupados en forma de constelaciones. Actualmente se conocen las siguientes constelaciones: NAVSTAR (Americano), GLONASS (Ruso) y GALILEO (Europeo) en proceso (2009). NAVSTAR, esta constelación está integrada por 24 satélites artificiales que orbitan la tierra en 12 horas. Esto permite que durante las 24 horas estén visibles al menos 5 a 8 satélites desde cualquier punto del planeta. Los satélites NAVSTAR es utilizado por miles de usuarios civiles alrededor del mundo; el mismo fue diseñado, financiado, controlado y operado por el departamento de defensa de estados unidos (Pachas L. 2009).

Google Earth

Google Earth es una herramienta particularmente útil para ayudar a presentar a los estudiantes los cinco temas de la geografía: ubicación, lugar, relaciones con el lugar, movimiento y regiones (Natoli. 1984)

La geografía, como disciplina unificadora, aporta mucha fuerza a los enfoques educativos. Los SIG, con su énfasis en el procesamiento y análisis de información digital, pueden contribuir en gran medida a unificar varias disciplinas que se centran en las tendencias y elementos espaciales. Sin embargo, por las razones citadas anteriormente, el SIG continúa siendo subutilizado como tecnología educativa. Google Earth, aunque tiene herramientas de análisis espacial limitadas en comparación con un verdadero SIG (Patterson. 2007).

Formato kml

Una parte fundamental para describir, buscar y recuperar información en el campo SIG son los metadatos, pilar básico de las Infraestructuras de Datos Espaciales. Al igual que otros formatos, KML también ofrece la posibilidad de añadir metadatos mediante el uso de distintos elementos del lenguaje.

KML puede representar una solución para la georreferenciación de recursos. Actualmente, este lenguaje soporta una serie de primitivas geométricas como son el punto, líneas, polígonos o incluso modelos COLLADA (<http://collada.org>). Estas primitivas se pueden asignar a elementos del lenguaje que contienen cierta información como pueden ser los Placemark. Dentro de estos elementos existen campos como descripción que permiten la inclusión de código XHTML que en muchas ocasiones se utiliza para embeber recursos como por ejemplo imágenes o vídeos Adobe Flash. Así, embebiendo estos recursos en ciertas etiquetas se obtiene un método que, aunque indirecto, resulta eficiente para la georreferenciación de ciertos recursos (Casanova. 2010).

Imágenes de Satélite

Las imágenes de satélite consideradas como una fuente de información actualizada de la superficie terrestre, se han convertido en una herramienta importante para el reconocimiento de la cobertura vegetal. La constante presión que el hombre ejerce sobre la vegetación obliga a buscar métodos más eficientes que arrojen datos acerca del estado y la ubicación de las comunidades vegetales. Sin embargo, al menos en México, el empleo de la información digital generada por los satélites es aún muy restringida, ya sea por los costos que implica su adquisición, o por la disponibilidad del equipo que soporte el manejo de las mismas (Trejo.1996)

Se han desarrollado diversos métodos de detección de cambio a partir del análisis digital de imágenes de satélite, todos ellos sustentados en la premisa de que los cambios en las coberturas acuáticas y terrestres deben generar cambios en los valores de radiancia de las imágenes mayores a los cambios generados por otros factores tales como diferencias en las condiciones atmosféricas, en el ángulo del sol y de las condiciones de humedad del terreno (Berlanga-Robles.2007).

Satélite Landsat

El sensor ETM+ del satélite Landsat 7 fue puesto en funcionamiento por la NASA en abril de 1999, empezándose a procesar sus imágenes en Europa a partir de junio de ese mismo año. Respecto a su precursor, el sensor TM del Landsat 5, tiene algunas mejoras, tanto espaciales como radiométricas. El sensor ETM+ tiene una mayor resolución espacial en los canales térmicos, ya que pasa de los 120 m en el TM a los 60 m; además este sensor aunque mantiene los 30 m de resolución en las bandas del visible e infrarrojo próximo y medio, incluye una banda pancromática con 15 m de resolución. Las bandas térmicas se desdoblan en dos canales, el 6 y 8, con una longitud de onda de 11,5 a 12,5 y de 10,5 a 11,5 micrómetros respectivamente. Por estas razones supone una mejora para los estudios del medio físico (M. P. GARCÍA.2001).

Satélite Sentinel

La misión S2 se basa en una constelación de dos satélites. El primero, S2A, fue lanzado el 23 de junio de 2015. El S2B fue lanzado el 7 de marzo de 2017. El par de satélites S2 entregará datos de todas las superficies de la Tierra con un tiempo efectivo de revisita en el Ecuador de cinco días.

El instrumento multiespectral a bordo de S2 cuenta con 13 bandas espectrales, las cuales van desde el espectro visible y el infrarrojo cercano (NIR), hasta el infrarrojo de onda corta (SWIR). Entre ellas hay cuatro bandas de 10 m (tres del visible y una del NIR), seis bandas de 20 m, y tres bandas de 60 m de resolución para corrección atmosférica y detección de nubes.

S2 proporciona datos para la generación de productos tales como: mapas de usos del suelo, mapas de cambios a lo largo del tiempo, mapas de riesgo, e imágenes rápidas para prevención de desastres. También proporciona datos para la generación de variables biofísicas de la vegetación como la cobertura vegetal, el contenido de clorofila o el contenido de agua en las hojas. Este satélite cuenta con un instrumento de captura multiespectral mejorando los datos de otras misiones operativas (Borràs, J. 2017)

Software para los SIG

El ArcGis

Durante décadas los SIG se han aplicado a problemas de gestión territorial y de recursos naturales, a cuestiones relacionadas con el medioambiente, la logística militar o en contextos directamente vinculados con las ciencias de la tierra, como la geografía, la geología, etc. Además, recientemente se ha empezado a considerar el uso potencial de los DIG para otros campos y disciplinas relativamente inéditos y en particular en la investigación en ciencias humanas y sociales.

ArcGis Desktop (En adelante ArcGis) es el principal componente de la suite de aplicaciones ArcGis de ESRI, y el software que contiene las funcionalidades

clásicas del SIG de escritorio. ArcGis es un conjunto de herramientas que permiten la visualización y manejo de información geográfica, y que cuenta con una arquitectura extensible mediante la que pueden añadirse nuevas funcionalidades. Estas son las conocidas como extensiones (Franz. 2017)

El QGIS

Quantum GIS (QGIS) es un GIS que permite el análisis, la visualización y la edición de datos espaciales. Permite a los usuarios crear mapas multicapa utilizando varias proyecciones cartográficas. Estos mapas pueden tener diversos propósitos como análisis ambiental, urbano, demográfico, entre otros. “QGIS admite una gran cantidad de formatos de datos matriciales y vectoriales que se agregan fácilmente mediante la arquitectura de complementos”.

QGIS es un sistema resultante de un proyecto oficial de la Open Source Geospatial Foundation (OSGeo), software libre, con una interfaz gráfica simple, código abierto licenciado bajo la Licencia Pública General GNU (Harumi Ito.2016)

Vegetación

La vegetación es la resultante de la acción de los factores ambientales sobre el conjunto interactuante de las especies que cohabitan en un espacio continuo. Refleja el clima, la naturaleza del suelo, la disponibilidad de agua y de nutrientes, así como los factores antrópicos y bióticos. A su vez, la vegetación modifica algunos de los factores del ambiente. Los componentes del sistema: la vegetación y el ambiente, evolucionan paralelamente a lo largo del tiempo, evidenciando cambios rápidos en las primeras etapas de desarrollo y más lentos a medida que alcanzan el estado estable.

Dadas las numerosas combinaciones posibles entre los diferentes estados de los factores ambientales y de los posibles conjuntos de las especies vegetales, se podría pensar que la vegetación tiene infinitas formas de expresión. Como consecuencia de que existe interdependencia de algunos factores ambientales y de que no todas las especies son independientes entre sí, la vegetación manifiesta un número finito de expresiones. Algunas de esas expresiones se hallan en distintas zonas del planeta donde se repiten condiciones ecológicas similares. En la naturaleza

hay un orden impuesto por las interacciones entre los elementos que la componen (MATTEUCCI.2002).

Vegetación Primaria

Se define vegetación primaria como la vegetación que se desarrollaría en un área, en condiciones ambientales similares a las actuales, sin la influencia humana. La definición anterior trata de explicar en forma sencilla la complejidad de establecer una visión de la cubierta vegetal original del país a partir de la información proporcionada por la Carta de Uso del Suelo y Vegetación escala 1/1 000 000 (INEGI, 2001).

Vegetación Secundaria

Las comunidades de vegetación secundaria resultantes presentan diferentes dinámicas sucesionales, dependiendo de la severidad de la perturbación, la dispersión de semillas de árboles padres en localidades cercanas y la capacidad de rebrote de especies preexistentes antes de la perturbación, y dan como resultado áreas con distinta composición vegetal (Rodríguez.2013).

Vegetación Hidrófila

Típica de zonas cálido-húmedas, se agrupan aquí a todas las plantas que tienen afinidad con la presencia de cuerpos de agua o flujos de la misma, es decir, que pueden ser acuáticas o subacuáticas. Podemos distinguir principalmente dos tipos de comunidades, el popal y el tular, aunque pueden existir otros (Edward.2010).

Vegetación de Tabasco

Los tipos de vegetación natural existentes, corresponden a: selva alta o mediana subperennifolia, selva baja caducifolia, bosque de roble y vegetación de aguadas y lagunas. La primera se caracteriza por especies entre 25 y 35 m de altura, donde más de 50% pierden sus hojas en la estación seca, destacan algunos nombres comunes: zapote, ramón, barí, bayo, popiste, machiche, tabaquillo, chacté, yucateco,

luin, kanixté, catalosh, chacahuanté, guacibán, cedro, caoba, ceiba y chacah, entre otros. En la selva baja caducifolia existen individuos entre 10 y 14 m de altura, altamente ramificados y espinosos espaciados y de poco diámetro. Aquí dominan el cascarillo, tinto, chechén, blanco, majahua, chucún, candelero, boloconté, cornezuelo, barí y jahuacte. En el bosque de roble, domina este árbol del mismo nombre (también conocido como encino), con una altura promedio entre 20 y 30 m, además es común encontrar arbustos como el chechén negro, amapola, chacah, cascarillo, pucté, kun, candelero y bayal; en las aguadas y lagunas, existen especies flotantes y arraigadas al fondo denominadas localmente como "sibales o popales". Por último, se presenta la vegetación secundaria, que substituye a la primaria, total o parcialmente, son los relictos de selva (Palma-López.2007).

Vegetación Chiapas

En Chiapas la selva alta perennifolia, también conocida como bosque tropical perennifolio, bosque lluvioso de montaña baja (Lower Montane Rain Forest) o bosque lluvioso de montaña (Montane rain forest, en parte), se encuentra distribuido en las partes bajas de la regiones montañosas, en una variedad de geofomas, desde lomeríos suaves con suelos profundos y bien drenados hasta pendientes muy pronunciadas con suelos pedregosos, originalmente este tipo de vegetación ocupaba la mayor parte de las Montañas del Oriente (Selva Lacandona), las partes bajas de las Montañas del Norte y una estrecha franja en la vertiente del Pacífico de la Sierra Madre de Chiapas (Gomez-Dominguez.2015).

Vegetación de Campeche

Las vegetaciones más representativas son: en la selva alta, árboles que alcanzan alturas entre 40 y 60 metros, canchan o combrerete, caoba (setenia madrophylla), huapaque, maca blanca o palo de agua y cedro (cedrela mexicana); en la selva mediana árboles entre 20 y 25 metros, pukte (bucida buceras), zapote, palma de huano (utilizada para techar las casas), chechen, guaya, ramón y palo de tinte (haematoxyllum campechianum); por último, en la selva baja los árboles varían entre 15 y 20 metros de altura, de los cuales solo quedan el jabín, el dzalam (lysiloma

bohamensis) y el cedro, debido a que la vegetación original fue desplazada entre otras causas por los cultivos agrícolas. De esta vegetación se consideran maderas finas o preciosas las que se extraen del: ciricote (*Cordia dodecandra*), guayacán (*Guaiacum sanctum*), granadillo, popiste, jayua azul, jobillo, dzalam, bari, mora pich, cedro y caoba; tintoreras (que permiten obtener colorantes) como palo de tinte, mora o moral, añil y achiote; y oleaginosas que proporcionan aceites, como palma de coco, higuera y corozo, también se encuentran plantas medicinales como: malvo, llantén, anacahuita, árnica y cantemo; aromáticas como perejil, romero, mejorana, orégano, ruda y otras; textiles como peta, algodón y henequén, e industriales como el zapote y mangle (Inafed.2021).

IV.- MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona de estudio

Palenque se ubica en el corazón del sureste de México, al noreste del estado de Chiapas, en una zona de selva tropical alta donde abundan cascadas y ríos. Su clima es tropical, cálido, húmedo y lluvioso; con temperatura media de 27° C y picos de 36° C (Sectur. 2020). Desde el punto de vista Geográfico el punto de partida se localiza entre los 17° 46.223´ de la latitud norte y entre los 91° 50.762´ de la longitud Oeste con un área de estudio extensa que abarca los 50 km a la redonda en los municipios de Chiapas como lo es Palenque, Playas de Catazaja y la Libertad teniendo influencia en el estado vecino de Tabasco en los municipios de Emiliano Zapata, Macuspana y Jonuta denominado así como región de los ríos, también en el municipio de Palizada Campeche.

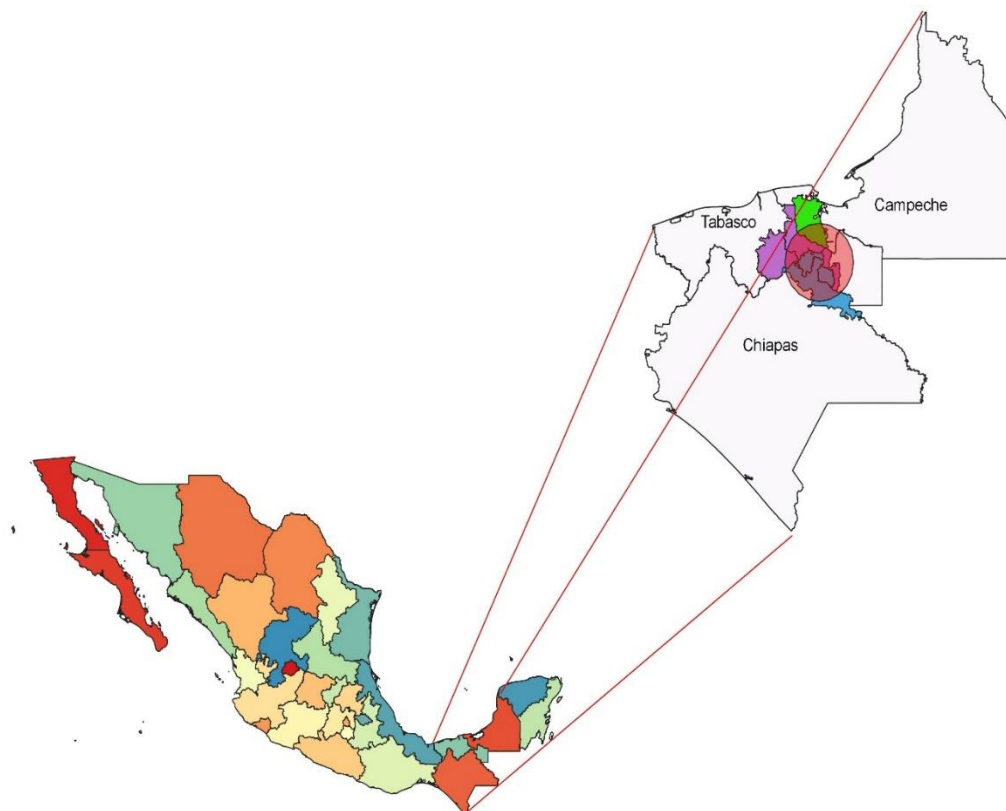


Figura 1 Ubicación del Área de estudio.

Este estudio cuya finalidad es la determinación de áreas potenciales para el establecimientos de cultivos, se realizaron en los municipios de Palenque, La libertad y Playas de Catazaja, Emiliano Zapata, Macuspana, Jonuta y Palizada, convergiendo así 3 estados de importancia agrícola de gran interés. Durante el periodo del 2014 al 2020 se georreferenciaron parcelas con el objetivo de representar cartográficamente su ubicación y elaboración de un mapa de **Uso Actual de Suelo** determinando así el área aprovechable. Para determinar los tipos de vegetación, se utilizó como referencia las cartas de uso de suelo y vegetación de escala 1:250 000 serie III (INEGI, 2016,2017); Las áreas de importancia ecológica como lo marca La Convención Ramsar y los ecosistemas de Manglar (RAMSAR.2006) y las áreas naturales protegidas (CONANP.2021) para la ubicación geográfica de los terrenos, se utilizó

como herramienta fundamental el GPS (Sistema de Posicionamiento Global), marca GARMIN® modelo 64 sx, configurado con el sistema de coordenadas de UTM.

Muestreo de Terrenos

Los datos de campo, vegetación primaria, vegetación secundaria, cuerpos de agua, zona de pastizales, cuerpos de agua e infraestructura, se levantaron en cada uno de los terrenos que se prospecto realizando el reconocimiento pie tierra, con el apoyo del Gps se lleva a cabo el recorrido tanto interno como de linderos, en el cual se marcan los puntos de apoyo, lo cual nos servirá de apoyo en la elaboración de nuestro UAS. En la figura 2 se presenta la distribución del muestreo realizado, el cual fue de tipo localizado tomando como referencia el área de influencia.

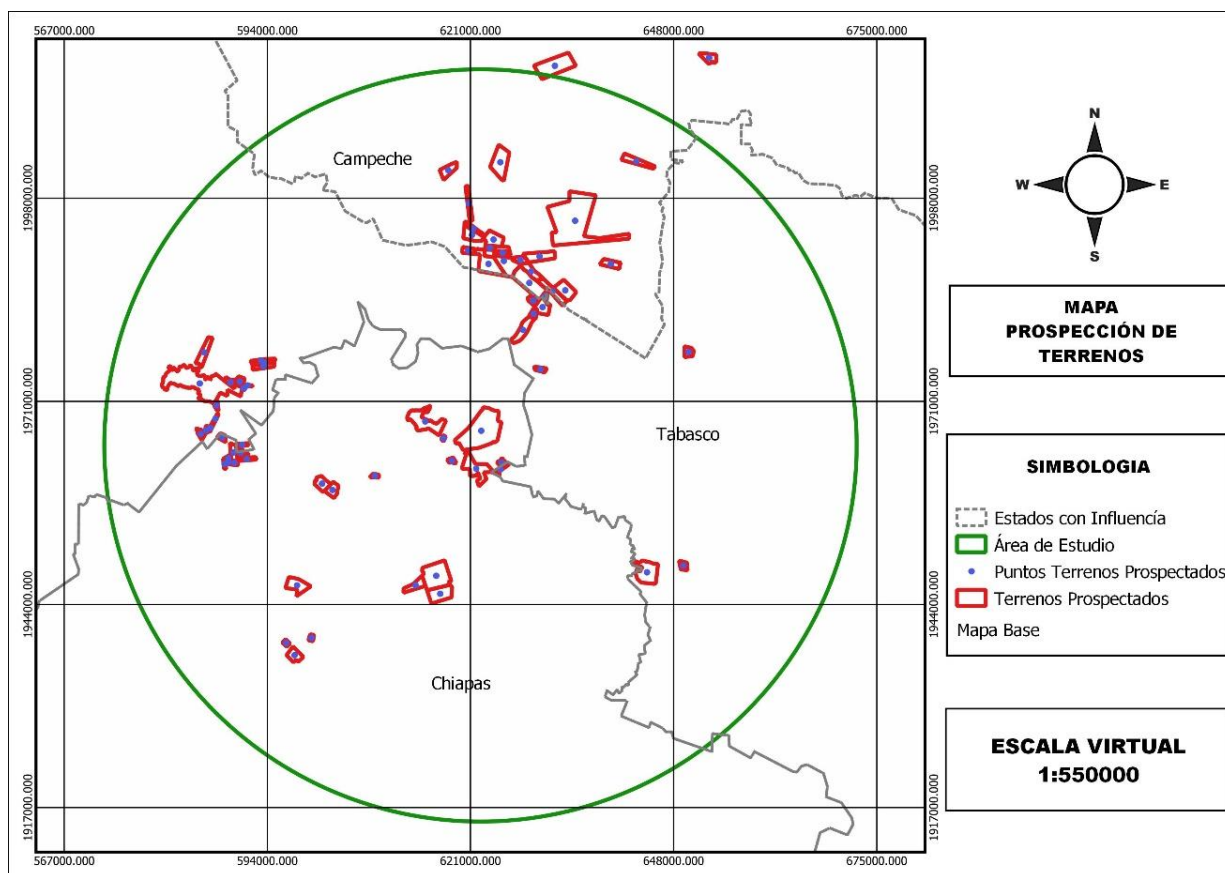


Figura 2 Mapa de Terrenos prospectados para la elaboración de Mapa de Uso de Suelo.

Tamaño de la muestra

Cuadro 1 Se evaluaron 71 sitios, diferentes entre sí a los cuales se les elaboro el mapa de uso de suelo

ESTADO	MUNICIPIO	No. DE TERRENOS
Chiapas	Catazajá	8
Chiapas	Palenque	16
Campeche	Palizada	18
Campeche	Carmen	5
Tabasco	Macuspana	9
Tabasco	Emiliano Zapata	7
Tabasco	Jonuta	7
Tabasco	Balancán	1
	Total	71

Datos Evaluados

Se registraron características fisiográficas y de uso de suelo, así mismo también se tomaron en cuenta los atributos de vegetación natural, atributos de zonas agrícolas y variantes de cobertura de vegetación natural (INEGI, 2010).

Análisis Estadísticos de Datos

Se utilizaron estadísticas descriptivas para determinaciones básicas de análisis de frecuencias relativas y absolutas de la estructura vegetal y de los datos de atributos de la Cartografía de Uso de Suelo y Vegetación (INEGI, 2010).

Evaluación de Datos y Atributos

Se generó cartografía temática digital a cada terreno prospectado, se realizaron los polígonos y haciendo uso de los vectoriales de uso de suelo y vegetación de INEGI (2010), en **Arc View** se ubicaron cada uno de los terrenos y con el uso de

cartas topográficas para determinar el tipo de vegetación, sitios de interés como construcciones, cuerpos de agua (Arroyos, Ríos y Jagüey), vías de acceso y servicios básicos (Energía eléctrica). Lo anterior permitió conocer los tipos de vegetación y áreas de importancia agrícola representado cartográficamente.

V.- RESULTADOS Y DISCUSION

Mass (2005), la información sobre el uso del suelo y vegetación se obtiene mediante procedimientos de fotointerpretación de fotografías aéreas. En los últimos años, sin embargo, se ha vivido una importante revolución en este campo. El desarrollo de potentes sensores que permiten la adquisición de imágenes de satélite de gran resolución espacial y espectral, y la aparición de poderosos programas para el procesamiento digital de imágenes, han permitido la implementación de diversas metodologías de clasificación de imágenes: las modernas técnicas de clasificación, permiten obtener mapas de uso del suelo y vegetación de buena calidad, sobre todo cuando se manejan categorías generales de clasificación.

En el cuadro 2. Se puede indicar que los municipios Carmen, Balancán y Emiliano Zapata no se logró la adquisición de terrenos para el establecimiento de cultivos (5, 7 y 1 respectivamente) y una superficie evaluada 7004.99 ha, en contraparte los municipios Catazaja, Macuspana y Jonuta presentan un aumento en el predios de terrenos prospectados (8, 9 y 7 respectivamente) pero con menor superficie prospectada con 4536,92 ha, siendo estos municipios en donde se logró la adquisición de terrenos, por último y de gran importancia los municipios de palenque y palizada (16 y 18) con el mayor número de predios y superficie evaluada con 12 862.91 ha y la vez con el mayor parte de adquisición de terrenos para el establecimientos de cultivos.

Cuadro 2 Superficie territorial por municipios con un total de 24405 ha con un radio de influencia de 50 km.

Estados	Municipio	No. Predios Evaluados	Total Ha
Tabasco	Balancán	1	143
Tabasco	E. Zapata	7	1777
Tabasco	Jonuta	7	629
Tabasco	Macuspana	9	3087
Chiapas	Palenque	16	6636
Chiapas	Catazaja	8	821
Campeche	Carmen	5	5085
Campeche	Palizada	18	6227
		71	24405

El empleo del Sig

SANTOS (2004) La creciente importancia que se está dando al tratamiento de la información geográfica en la administración pública (desde los ayuntamiento o gobiernos locales hasta organismos internacionales, pasando por las instituciones regionales y estatales), considerándola vital para la resolución de problemas en multitud de campos, esta aumento el empleo de los SIG y la calidad de los datos utilizados. A nivel local, la planificación del territorio requiere de información real y actualizada sobre una gran cantidad de elementos que condicionan el dinamismo urbano, pero que a su vez son afectados por otros factores que a nivel regional interactúan de forma compleja con los mismos. Por razones lógicas, como la accesibilidad a los datos geográficos entendimiento de la idiosincrasia local, participación activa de la decisión de los cambios de cada ciudad, etc.

El cuadro 3, muestra el resultado de la representación de datos cartográficos de terrenos con un total de 12149 Ha, las áreas aprovechables para cultivo un total de 8053.49 Ha, áreas de infraestructura y caminos sin dejar de lado las áreas destinadas como zonas de conservación con 3602.86 Ha.

Cuadro 3 Datos correspondientes a las representaciones cartográficas de los terrenos.

Datos obtenidos de las representaciones cartográficas, siendo un total de 12149.51 Hectáreas propias		
	Descripción	Hectáreas
Zona de Aprovechamiento	Plantación Bruta	8053.49
	Zona de Conservación	3343.27
	Zona de Amortiguamiento	259.59
	Cuerpo de Agua	75.98
	Área inundable	72.58
	Vivero	18.77
Infraestructura	Caminos	181.46
	Infraestructura	16.98
	Área Industrial	4.51
	Planta compostaje	14.62
	Beneficio	25.88
	Canal de Riego	82.38
	Total	12149.51

N. SAENZ (En Línea) La mayoría de las actividades realizadas por el hombre tienen que ver con la localización espacial de sus elementos de análisis dentro de un contexto relativo, es decir referenciado. Tratando de representar los principales factores favorables y adversos a cada emplazamiento, con el fin de estudiar la mayor cantidad de alternativas desde el punto de vista técnico, económico y financiero, que permita seleccionar la mejor de todas ellas, mediante un análisis espacial que correlacione todos estos criterios. Los SIG se han convertido en la nueva tecnología que permite no solo crear, organizar, y manipular en forma simultánea bases de datos gráficas y descriptivas, sino que presentan una serie de posibilidades orientadas hacia el análisis multicriterio de dicha información, con el fin de convertirla en elementos de juicio para ayudar a la toma de decisiones.

Cuadro 4 muestra el número de predios adquiridos por municipios así como el número de total de hectáreas, siendo Palizada y Palenque con el mayor número de hectáreas adquiridas para el establecimiento de cultivos.

Cuadro 4. Numero de predios por municipio y cantidad hectárea adquirida

Estado	Municipio	Predios	Hectáreas Predios
Tabasco	E. Zapata	2	901.16
Tabasco	Jonuta	5	189.79
Tabasco	Macuspana	6	2998.39
Chiapas	Palenque	7	4580.18
Campeche	Palizada	7	3257.55
Chiapas	Playas	2	222.44
Total Hectáreas			12149.51

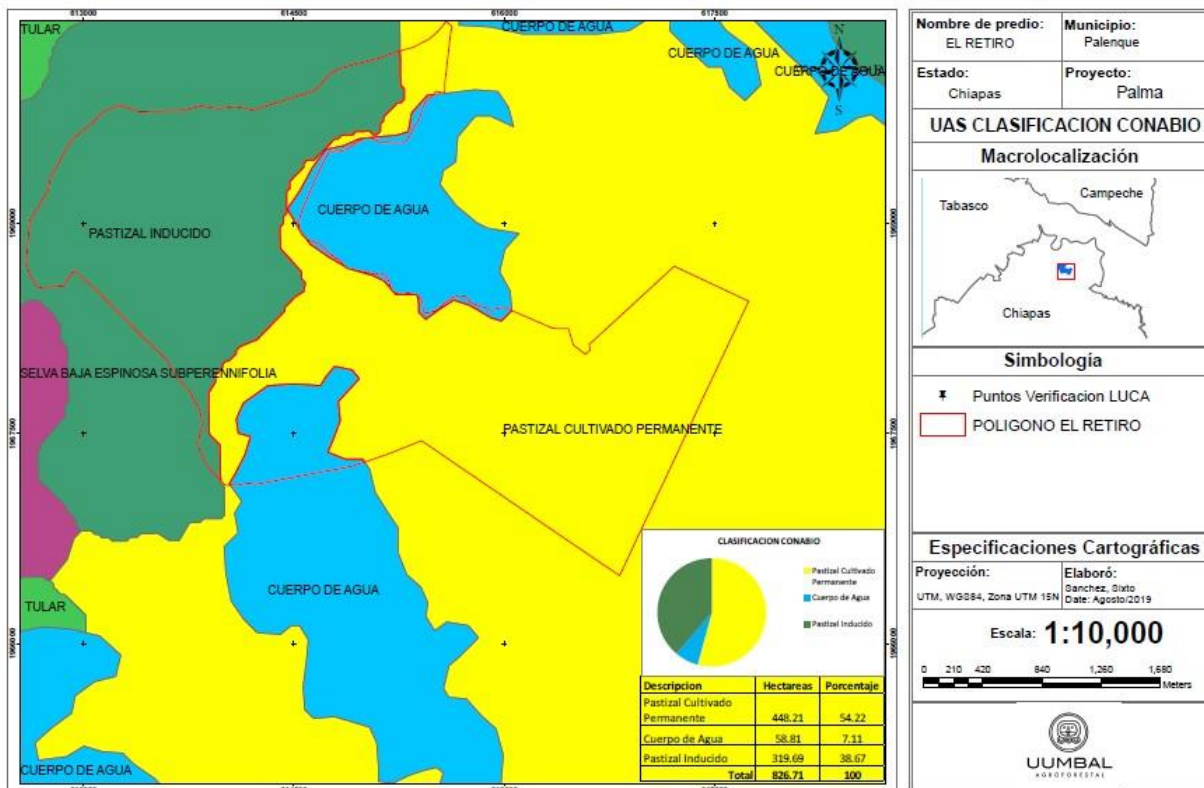


Figura 3 Elaboración de Mapa de Uso de Suelo de terreno prospectado.

J. F. MASS (2009) México no escapa de las tendencias mundiales ya que dentro de sus casi dos millones de kilómetros cuadrados de superficie se observan una gran cantidad de cambios que en general están por arriba de la media mundial en cuanto a tasas de deforestación, incremento de las áreas de cultivo y pastoreo, expansión urbana y muchos otros bien documentados. El análisis de cambio de cobertura y uso del suelo (ACCUS), por lo tanto, se ha convertido en México un insumo fundamental y las bases de datos tanto de los insumos como las derivadas del mismo análisis, no son perfectas. La evaluación de la calidad de la información es crucial y ocupa hoy día una posición central en las agendas de las instancias que deben su existencia a la generación de insumos propios para elaborar ACCUS. En México, como en la mayor parte del mundo, aún no existe la cultura de someter una base de datos cartográfica a una evaluación rigurosa.

En particular la cobertura de la vegetación original en México, se ha perdido principalmente debido al CUS y en consecuencia también ha cambiado en su

estructura y composición, lo cual se refleja en la presencia de la vegetación secundaria (CONAFOR, 2012). La vegetación secundaria ocupa 29% de la superficie nacional forestal y en particular los bosques de coníferas, latifoliadas y bosque mesófilo de montaña presenta 48% (CONAFOR, 2012), superficie forestal que incluye los sitios de nuestro estudio. (Molina. 2014)

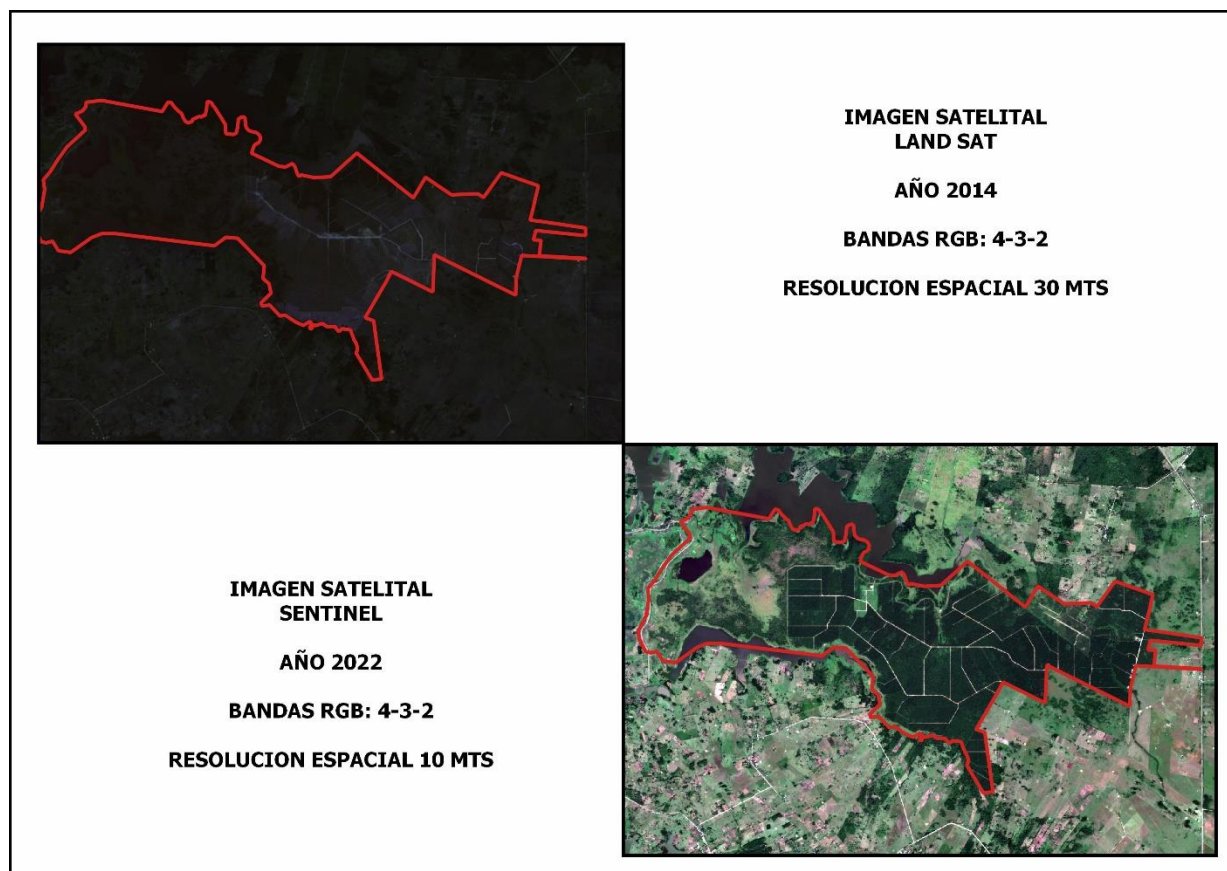


Figura 4 Muestreo de Cambio de uso de suelo, mediante imágenes satelitales un periodo de 2014 a 2022.

En la actualidad, los insumos cartográficos para la elaboración de mapas de uso de suelo y vegetación están disponibles en diversas fuentes institucionales, centros de investigación y en internet, para su posterior aplicación y manejo en un Sistema de Información Geográfica. Estas herramientas permiten identificar y representar espacialmente las superficies más propensas a cambiar, y permitiendo comprender los procesos de cambio y la dinámica que experimentan las diversas cubiertas y usos del suelo de un territorio determinado. (Camacho, 2017).

A partir de los mapas de uso de suelo y vegetación se puede identificar, representar, describir, cuantificar, localizar, analizar, evaluar, explicar y modelar los procesos de cambio y la dinámica que ocurre en las diversas coberturas vegetales y usos del suelo de un espacio geográfico y en un tiempo específico. (Camacho-Sanabria et al. 2015).

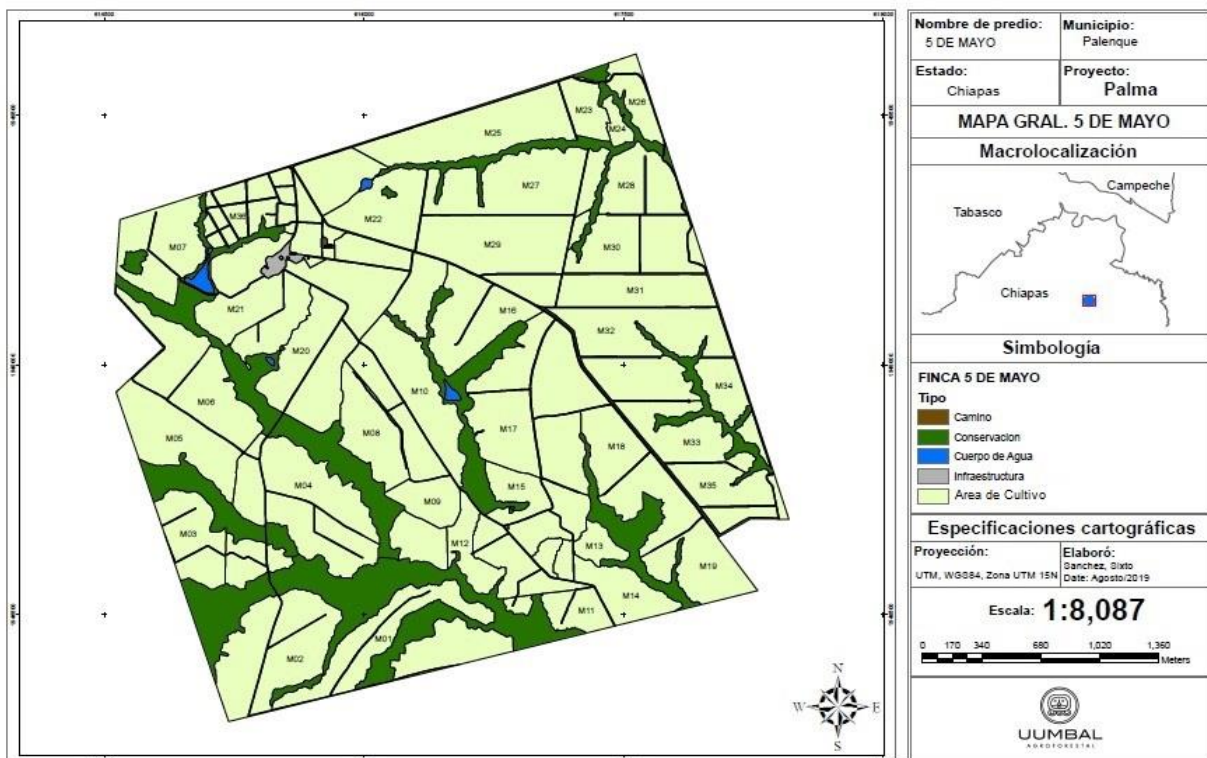


Figura 5 Mapa general, se muestra área de cultivo, caminos, Áreas de conservación e infraestructura.

VI.- CONCLUSIONES

Existe una importante diversidad de usos de suelos en las diferentes áreas de cobertura de muestreo, de acuerdo a la metodología empleada y con los resultados obtenidos, se concluye que:

- Se puede representar cartográficamente cada una de las áreas evaluadas de los municipios de Chiapas, Tabasco y Campeche.
- Permite la identificación de áreas de gran importancia ecológica en cada uno de los municipios de Chiapas, Tabasco y Campeche.
- Es posible cuantificar el uso actual del suelo en cada uno de los municipios de Chiapas, Tabasco y Campeche.
- El uso de los SIG hoy en día representa una herramienta importante para el desarrollo de la agricultura moderna.

VII.- BIBLIOGRAFIA

- Alanís Rodríguez. E, J Jiménez Pérez. 2013. Análisis de la vegetación secundaria del matorral espinoso tamaulipeco, México. Revista Internacional de Botánica Experimental. Instituto de Ecología Aplicada, Universidad Autónoma de Tamaulipas. México.
- Antonio Pérez Navarro. 2011, Introducción a los sistemas de información y geotelemática. Universidad de Girona, Barcelona, España.
- Aranoff S. (1991). "Geographic information systems: a management perspective", WDL Publications, Ottawa, Canadá.
- Berlanga-Robles, CA; Ruiz-Luna. 2007. Análisis de las tendencias de cambio del bosque de mangle del sistema lagunar Teacapan-agua brava, México. Una aproximación con el uso de imágenes de satélite Landsat. Universidad y ciencia, vol. 23 numero 1. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco.
- Borras, J., Delegido, A. 2017. Clasificación de usos del suelo a partir de imágenes Sentinel-2. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Hilario Ascasubi. Laboratorio de Teledetección y SIG. Argentina.
- Carlos A. Guerrero Elemen. 2016. La infraestructura de datos espaciales (IDE) de México. Modelo conceptual. Revista geográfica 157. México.
- Carlos Abargues Casanova, Arturo Beltrán Fonollosa y Carlos Granell Canut. 2010. Extensión y uso de KML para la anotación, georreferenciación y distribución de recursos de tipo MIME.
- Carlos Enrique Guillén-García. 2019 Monitoreo de la producción de caña panelera mediante herramientas de SIG y teledetección, años 2016-2017, Mérida, Venezuela.
- EDWARD ALAN ELLIS · MARISOL MARTÍNEZ BELLO. 2010. Vegetación y uso de suelo. Biodiversidad en el Estado de Veracruz, *Conabio. México*.
- Enrique López Lara. 2000 Los Sistemas de Información Geográfica. I Congreso de Ciencia Regional de Andalucía: Andalucía en el umbral del siglo XXI Universidad de Sevilla, España.
- EOGIS S.L. 2009. Geodesia y cartografía: Los conceptos y su aplicación práctica. https://www.casadellibro.com/geodesia-y-cartografia-los-conceptos-y-su-aplicacion-practica_E1000187764, Consulta en línea, 06 Septiembre 2021.

- Eva Aurora Bautista Calderón. 2018. Sistemas agroforestales de café en Veracruz, México: identificación y cuantificación espacial usando SIG, percepción remota y conocimiento local. Terra Latinoam vol.36 no.3 Chapingo. México.
- Fernando A. Rosete-Vergés, José Luis Pérez-Damián, Mariano Villalobos-Delgado², Eida N. Navarro-Salas³, Eduardo Salinas-Chávez⁴ y Ricardo Remond-Noa⁴. 2014. El avance de la deforestación en México 1976-2007. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. Ciudad de México.
- Franz Pucha-Cofrep, Andreas Fries, Fulgencio Cánovas-García, Fernando Oñate-Valdivieso, Víctor González-Jaramillo, Darwin Pucha-Cofrep. 2017. Fundamentos del SIG, Aplicación de ArcGis. Universidad Técnica Particular de Loja, Departamento de Geología y Minas e Ingeniería Civil. Ecuador.
- Gerardo Bocco. 2000. El desarrollo de sistemas de información geográfica en la frontera norte de México. Investigaciones geográficas, Boletín del instituto de geografía UNAM, Pp. 40-47 Morelia, México.
- HÉCTOR GÓMEZ-DOMÍNGUEZ, MIGUEL ÁNGEL PÉREZ FARRERA. 2015. LISTADO FLORÍSTICO DEL PARQUE NACIONAL PALENQUE, CHIAPAS, MÉXICO. Herbario Eizi Matuda, Instituto de Biología, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
- Hernández, I. U., Ellis, E. A., Gallo, C. A. 2013. "Aplicación de teledetección y sistemas de información geográfica para el análisis de deforestación y deterioro de selvas tropicales en la región Uxpanapa, Veracruz", GeoFocus (Informes y Aplicaciones), nº 13, p.1-24. ISSN: 1578-5157.
- Inafed. 2021. (En Línea). Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. (<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM04campeche/mediofisico.html>).
- INEGI 2001. (En línea). Vegetación Primaria de México. (http://mapserver.inegi.gob.mx/map/datos_basicos/vegetacion/descripcion.cfm).
- INEGI 2017. Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta de Uso y Vegetación escala 1:250 000 Serie III (Conjunto Nacional), en formato digital.
- INEGI. 2014. Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación: escala 1:250, 000: serie VI / Instituto Nacional de Estadística y Geografía.-- México: INEGI, c2017.

- INEGI. 2016. Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta de Uso y Vegetación escala 1:250 000 Serie III (Conjunto Nacional), en formato digital.
- J. M. Santos Preciado. 2004. Sistemas de Información Geográfica. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid, España. Consulta en línea 30 de enero del 2022.
- Javier Domínguez Bravo. 2000. Breve Introducción de la cartografía y a los sistemas de información geográfica (SIG). Ministerio de Ciencia y Tecnología. Madrid, España.
- Jean-François Mas, Alejandro Velázquez y Stéphane Couturier. 2009. La evaluación de los cambios de cobertura/ uso del suelo en la República Mexicana. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Michoacán, México.
- José Imaña Encinas, Ricardo Campos da Nóbrega. 2019 SIG Delimitation of an area of the ecoregion Humid Chaco to the right bank of the Paraguay river. Universidad de Brasilia, Brasilia, Brasil. Pp. 54-64.
- Juan Peña Llopis. 2006. Sistemas de información geográfica aplicados a la aplicación del territorio. Universidad de Alicante, San Vicente, España.
- Lucila González Molina, Miguel Acosta Mireles, Fernando Carrillo Anzures. 2014. Cambios de carbono orgánico del suelo bajo escenarios de cambio de uso de suelo en México. INIFAP. Estado de México, México.
- Luis Eduardo Mejía Pedrero. 2011. Aplicación de los sistemas de información geográfica para la toma de decisiones. Caso CONAGUA Estado de México. México. Pp. 30-47.
- M. P. GARCÍA RODRÍGUEZ y M. E. PÉREZ GONZÁLEZ. 2001. DISCRIMINACIÓN DE GYPSISOLES MEDIANTE EL SENSOR ETM+ DEL SATÉLITE LANDSAT-7 Dep. Análisis Geográfico Regional y Geografía Física. Fac. Geografía e Historia Univer. Complutense de Madrid. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid. Pp. 25-36.
- Marcia Harumi Ito, Homero Fonseca Filho, Luís Américo Conti. 2016. Uso do software libre QGIS (Quantum GIS) para ensino de Geoprocessamento em nível superior. Revista Cartográfica 94. Sao Paulo, Brasil.
- Marisol Andrades Rodríguez. 2020. Enseñanza de sistemas de información geográfica (SIG) en un estudio de grado y posgrado en la Universidad de la Roja: principios teóricos y ejercicios prácticos. España.

Nacional Nevado de Toluca, México, en el periodo 1972-2000. Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de México (CICAUAE Mex). Toluca, México.

Natoli, SJ, Boehm, R., Kracht, JB, Lanegran, DA, Monk, JJ y Morrill, RW. 1984. Directrices para la educación geográfica: escuelas primarias y secundarias, DC: Asociación de Geógrafos Estadounidenses y Consejo Nacional para la Educación Geográfica. Washington, EU.

NESTOR SAENZ SAAVEDRA. 2022. Los sistemas de información geográfica (SIG) una herramienta poderosa para la toma de decisiones (En línea). (<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4902930>) (Consultada el 30 de enero del 2022).

ONU. 1991. Inventarios y cuentas del patrimonio natural en América Latina y el Caribe. Naciones Unidas. Santiago de Chile, Chile. Pp. 288-303.

Palma-López D. J., J. Cisneros D., E. Moreno C. y J.A. Rincón-Ramírez. 2007. Suelos de Tabasco: su uso y manejo sustentable. COLEGIO DE POSTGRADUADOS-ISPOTAB-FUNDACION PRODUCE TABASCO. Villahermosa, Tabasco, México.

Ramos-Reyes, Rodimiro, Palma-López, David J., Ortiz-Solorio, Carlos A., Ortiz-García, Carlos F., Díaz-Padilla, Gabriel Cambios de uso de suelo mediante técnicas de sistemas de información geográfica en una región cacaotera. Terra Latinoamericana [en línea]. 2004, 22(3), 267-278[fecha de Consulta 7 de Marzo de 2022]. ISSN: Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57322303>.

RAMSAR. 2006. La Convención Ramsar y los ecosistemas de Manglar. Margarita Astrálega Consejera Principal para las Américas Secretaría de la Convención Ramsar 28 rue Mauverney, 1196 Gland, Suiza.

Raquel Pachas L. 2009. El levantamiento topográfico: Uso de Gps y estación Total. Laboratorio de topografía, Departamento de Ingeniería. Universidad de los andes. Venezuela.

Raúl Camacho-Sanabria, José Manuel Camacho-Sanabria. 2017. Cambios de Cobertura y uso de Suelo: estudio de caso en Progreso Hidalgo, Estado de México. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México.

Sectur. 2020. (En Línea) Palenque Chiapas (<https://www.gob.mx/sectur/articulos/palenque-chiapas>).

Sergio Franco Mass. 2005. Cambio de uso del suelo y vegetación en el Parque

- Sevilla M.J. 1999. Introducción histórica a la Geodesia. Instituto de astronomía y geodesia. Facultad de ciencias matemáticas. Universidad complutense de Madrid, España.
- SILVIA DIANA MATTEUCCI. 2002. METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN. Universidad de Buenos Aires (UBA). Buenos Aires, Argentina
- SNIEG. 2015. Sistema Nacional de Estadística y Geografía. [Http://www.Snieg.gob.mx/#3](http://www.Snieg.gob.mx/#3). Consulta en línea, 25 Agosto 2021.
- Todd C. Patterson (2007) Google Earth as a (Not Just) Geography Education Tool, *Journal of Geography*, 106:4, 145-152. Publicación en línea 2007. Carolina del Sur, Estados Unidos.
- Treitz, P. M., P. J. Howarth y P. Gong. 1992. Application of satellite and GIS technologies for land-cover and land-use mapping at the rural-urban fringe: a case study. *Earth-Observations Laboratory, Institute for Space and Terrestrial Science, Department of Geography, University of Waterloo. Canadá.* Pp. 439-448.
- Trejo, Irma; Hernández, Josefina. 1996. Identificación de la selva baja caducifolia en el estado de Morelos, México mediante imágenes de satélite. *Investigaciones Geográficas, Instituto de Geografía. México.* Pp. 11-18.