

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN
ESCUELA DE POSTGRADO

**DINÁMICA DEL USO DE LA TIERRA E IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS CRÍTICAS DE LA
REGIÓN DE PLAYA VENADO, PROVINCIA DE LOS SANTOS, REPÚBLICA DE PANAMÁ**

Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Postgrado, programa de Educación para el
desarrollo y la Conservación

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza como requisito parcial para optar al
grado de:

Magíster Scientiae

Por

NOEL TREJOS CASTILLO

TURRIALBA, COSTA RICA

2004.

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del Estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

FIRMANTES:

Sergio Velásquez, M.Sc.
Consejero Principal

Guillermo Navarro, Ph.D.
Miembro Comité Consejero

Diógenes Cubero, Ph.D.
Miembro Comité Consejero

Francisco Jiménez, Dr.Sc.
Miembro Comité Consejero

Glenn Galloway, Ph.D.
**Director Programa de Educación y
Decano de la Escuela de Posgrado**

Noel Trejos Castillo
Candidato

DEDICATORIA

A MI FAMILIA:

A mis padres: José María Trejos y María Inés Castillo de Trejos.

A mis hermanos: Ritzela, Lizbeth, Vilma, Joselin, Edward y María.

Quienes son y representan mi fortaleza, mi razón de ser. Gracias por su apoyo, amor y comprensión.

A mis sobrinos: Alejandro Antonio, Juritsa y Abraham de Jesús, gracias por haberme enseñado a ver el mundo a través de sus ojos y el gran valor que tienen las pequeñas cosas.

A mis tíos y abuelos: quienes nunca se han cansado de confiar y apostar en mí.

A MI AMADO PAÍS PANAMÁ

Un país que va rumbo hacia el futuro, cabalgando el horizonte, con campos llenos de esperanzas y de gente buena que no descansa hasta alcanzar un mejor porvenir.

“Así como las gotas de agua han perforado la roca, no por su fuerza sino por su persistencia, así debemos de cristalizar nuestros esfuerzos para lograr nuestras metas”.

AGRADECIMIENTO

A Dios todo poderoso, por ser mi amigo y cómplice y por haberme iluminado ha tomar las decisiones correctas en el momento adecuado.

A la organización de los Estados Americanos (OEA), por haberme financiado mis estudios y estadía en CATIE.

A los profesores: Sergio Velásquez, Francisco Jiménez, Diógenes Cubero y Guillermo Navarro, por sus acertados comentarios y sugerencias que colaboraron a enriquecer el presente estudio.

A mi amigo Cristian Brenes, a quien considero como otro miembro del comité asesor, gracias por todo tu apoyo.

Al Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) y a la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) de la República de Panamá, por su apoyo logístico.

A mis hermanos del CATIE: Natalia, Ipy, Stella y Mateo. A mis compañeros de la Maestría de Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas 2003-2004 y al resto de la promoción...Nunca los olvidaré...Éxitos!

Y a ti Miros que representas y representarás mucho en mi vida.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE CUADROS.....	XI
LISTA DE FIGURAS	XIII
1.0 INTRODUCCION.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	2
1.2 JUSTIFICACIÓN	3
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	4
2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 INSTRUMENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS	5
2.2 CONFLICTO DE USO DE LA TIERRA.....	6
2.3 CAMBIOS DE USO DE LA TIERRA.....	6
2.4 ANÁLISIS MULTITEMPORAL	9
2.5 CADENA DE MARKOV.....	10
2.6 FACTORES DIRECTRICES DEL CAMBIO DE USO DE LA TIERRA	11
2.6.1 Políticos e institucionales	13
2.6.1.1 Programas de desarrollo	13
2.6.1.2 Ordenamiento Territorial	14
2.6.1.3 Valoración de los recursos forestales.....	14
2.6.1.4 Construcción de infraestructuras viales	14
2.6.1.5 Marco legal	14
2.6.1.6 Política crediticia.....	16
2.6.1.7 Propiedad de la tierra	16
2.6.2 Socioeconómicas.....	17
2.6.2.1 Crecimiento demográfico	17
2.6.2.2 Pobreza	18
2.6.2.3 Educación ambiental	18

2.6.3	Tecnológicos.....	18
2.6.3.1	Transferencia tecnológica.....	18
2.6.3.2	Aprovechamiento forestal.....	19
2.6.3.3	Ganadería.....	20
2.6.3.4	Agricultura.....	21
3.0	MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1	CARACTERIZACIÓN GENERAL.....	23
3.1.1	Ubicación geográfica.....	23
3.1.3	Tenencia de la tierra.....	27
3.1.4	Tipología de los productores predominantes.....	27
3.1.5	Marco Institucional.....	28
3.2	CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO.....	29
3.2.1	Clima.....	29
3.2.2	Fisiografía.....	30
3.2.3	Geología.....	31
3.2.4	Vegetación.....	32
3.3	MATERIALES Y EQUIPO.....	33
3.3.1	Materiales.....	33
3.3.2	Programas.....	33
3.4	PROCEDIMIENTOS.....	34
3.4.1	Determinación de la capacidad de uso de la tierra.....	34
3.4.2	Determinación de los patrones de uso de la tierra.....	34
3.4.3	Factores directrices del cambio de uso de la tierra.....	34
3.4.4	Identificación de las áreas críticas.....	35
3.5	ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN.....	36
3.5.1	Preparación.....	36
3.5.1.1	Recopilación de información biofísica existente sobre el área de estudio.....	36
3.5.2	Elaboración de mapas bases.....	36
3.5.2.1	Modelo de elevación digital.....	36
3.5.2.2	Unidades fisiográficas.....	36
3.5.2.3	Mapa de geología.....	36
3.5.2.4	Mapa de uso actual de la tierra.....	37
3.5.3	Determinación de la capacidad de uso de la tierra.....	38
3.5.3.1	Verificación de los límites de las unidades de mapeo.....	38

3.5.3.2	Medición de los factores determinantes de las unidades de manejo.	38
3.5.3.3	Procesamiento de los parámetros de la evaluación de uso de la tierra	38
3.5.3.4	Integración de los parámetros al mapa de unidades de tierra	38
3.5.3.5	Elaboración del mapa de capacidad de uso.....	39
3.5.4	Determinación de los patrones de uso de la tierra	39
3.5.4.1	Proceso de la información.....	39
3.5.4.1.1	Ortorectificación.....	39
3.5.4.1.2	Fotointerpretación.....	40
3.5.5	Análisis multitemporal.....	43
3.6	FACTORES DIRECTRICES DEL CAMBIO DEL USO DE LA TIERRA.....	46
3.6.1	Situación Inicial.....	46
3.6.2	Percepción de la gente	47
3.6.3	Factores biofísicos.....	47
3.7	IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS CRÍTICAS	49
3.7.1	Grado de protección al suelo	50
3.7.2	Potencial erosivo	51
3.7.3	Identificación de los estados erosivos.....	54
3.7.4	Identificación de divergencias o conflictos de uso.....	54
3.7.5	Identificación de áreas críticas de degradación.....	55
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	57
4.1	USO ACTUAL DE LA TIERRA	57
4.2	CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA.....	60
4.3	PATRÓN DE USO DE LA TIERRA.....	66
4.4	DINÁMICA DE CAMBIOS DE USO DE LA TIERRA.....	72
4.5	DINÁMICA DE CAMBIO DE USO DE LA TIERRA PARA EL PERÍODO 1966-1981.	72
4.6	DINÁMICA DE CAMBIO DE USO DE LA TIERRA PARA EL PERÍODO DE 1981-2001.	78
4.7	FACTORES DIRECTRICES DE LA DINÁMICA DE CAMBIO DE USO DE LA TIERRA	81
4.7.1	Situación inicial	81
4.7.2	Percepciones de la gente	85
4.7.3	Factores biofísicos.....	88
4.7.3.1	Cambio de bosque alto a otros usos	88
4.7.3.2	Cambios de bosque alto a bosque bajo	91
4.7.3.3	Cambios de bosque alto a uso agrícola.....	93

4.8	ZONIFICACIÓN DE LAS ÁREAS CRÍTICAS EN LA REGIÓN DE PLAYA VENADO.....	96
4.8.1	Estado erosivo	98
4.8.2	Conflicto de uso.....	100
4.8.3	Áreas críticas	102
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	105
5.1	BONDADES Y LIMITACIONES	105
5.2	DE LOS RESULTADOS DEL ÁREA DE ESTUDIO	106
5.3	LAS APLICACIONES DEL ESTUDIO	109
6	BIBLIOGRAFÍA.....	111

TREJOS CASTILLO, NA. 2004. Dinámica de uso de la tierra y determinación de las áreas críticas en la Región de Playa Venado, Provincia de Los Santos República de Panamá.

Palabras claves: Dinámica, uso de la tierra, matrices Markovianas de transición, factores directrices de cambio, áreas críticas.

RESUMEN

En este trabajo se analizó la dinámica de uso de la tierra y la degradación del recurso suelo en la Región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá. Cuatro procedimientos se diferencian en el estudio: a) determinación de la capacidad de uso de la tierra, por medio de la metodología descrita por el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica; b) análisis de cambio de uso de la tierra de los períodos 1966-1981 y 1981-2001, a través de las matrices Markovianas de transición; c) determinación de los factores directrices del cambio de uso de la tierra; y d) la zonificación de las áreas críticas, utilizando la metodología descrita por Sáenz, 1997.

En el estudio de capacidad de uso de la tierra se definieron 17 unidades de manejo agrupadas en 6 clases a saber: II, III, IV, V, VI, VIII. Se destaca principalmente la clase de uso VI, la cual cubre un 74% del área de estudio, cuyo principal factor limitante es la pendiente. Las tierras de esta clase son utilizadas para la producción forestal, así como cultivos permanentes tales como frutales y café, aunque estos últimos requieren prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos y aguas.

El análisis de la dinámica de cambio de uso de la tierra del período de 1966-1981, ratificó que el bosque primario fue el emisor principal de cambio hacia las categorías de uso de suelo sin cobertura (2.5%), pastos (20.5%), pastos con árboles aislados (34.1%) y cultivos (2.1%). Por otro lado, tanto la categoría de pastos y pastos con árboles aislados, aparecen como sumideros netos de otras categorías de uso de la tierra. Las matrices Markovianas de transición para el período de 1981-2001, reveló, que la categoría de uso de la tierra que presenta una mayor probabilidad de estabilidad en el tiempo es la categoría de pasto (64%) y la categoría de pasto con árboles aislados (61.8%).

Los usos de la tierra mostraron ser dinámicos los cuales responden principalmente a la cultura de los productores, a las condiciones cambiantes de las políticas estatales, mercados y a las facilidades para la producción ganadera que se presentan en el área de estudio. Adicionalmente, la distancia a caminos y la distancia a ríos tienen mayor poder regulador sobre la transición de bosque alto a otros usos, mientras que para la transición de bosque alto y bosque bajo las variables que presentaron mayor peso fueron la altitud y la pendiente y para la transición de bosque alto a uso agrícola fueron la pendiente y la distancia a caminos.

En la región de Playa Venado, las zonas definidas como críticas cubren el 58% del área total, su concentración se encuentra en las partes altas. Las cuales han sido producto del avance del frente agrícola y ganadero de la región.

Contar con insumos detallados de un área específica como los son: capacidad de uso de la tierra, dinámica de cambio de uso de la tierra y la determinación de las áreas críticas son indispensables en diversos estudios regionales para identificar las áreas más favorables para fines de conservación, ocupación y desarrollo regional. Contar con una cartografía resulta fundamental para hacer operativo una serie de proyectos en regiones específicas y evitar inversiones innecesarias, así como dirigir los esfuerzos a las regiones de mayor demanda.

TREJOS CASTILLO, NA 2004. Land use dynamics and determining critical areas in the Playa Venado Region, Los Santos province, Panama.

Key Words: Dynamic, land use, Markoviana transition matrixes, guideline change factors, critical areas.

ABSTRACT

In this study, land use dynamics and degradation of soil resources were analyzed in the Playa Venado region, Los Santos province, Panama. Four procedures were differentiated in the study: a) land use capacity determination using the methodology described by the Agricultural and Livestock Ministry in Costa Rica; b) land use change analysis for 1966-1981 and 1981-2001 using the Markoviana transition matrixes; c) guideline factor determination for land use change; and d) zoning of critical areas using the methodology described by Saenz, 1997.

The land use capacity study defined 17 management units grouped in 6 classes: II, III, IV, V, VI, and VIII. Principally, class VI stood out and covered 74% of the study area whose principal limiting factor is slope. The land in this class is used for forestry production as well as permanent crops such as fruit and coffee even though coffee crops require intensive soil and water management and conservation practices.

The dynamic land use change analysis for 1966-1981 confirmed that the primary forest was the principal change force toward land use change categories without coverage (2.5%), pastures (20.5%), pastures with isolated trees (34.1%) and crops (2.1%). On the other hand, both the categories of pasture and pasture with isolated trees appeared to be a net drain for other land use change categories. The Markoviana transition matrixes for 1981-2001 revealed that the land use change category which presents a greater probability of stability in time is the pasture category (64%) and the pasture with isolated trees category (61.8%).

The land uses were dynamic and responded principally to the culture of the farmers, changing political conditions, markets and livestock production facilities which are present in the study area. Additionally, the distance to roads and rivers has great regulatory power over the transition from high forest to other uses. For the transition of high to low forest, the most influential variables were altitude and slope; for the transition of high forest to agricultural use the variables were slope and distance to roads.

In the Playa Venado region, the zones defined as critical cover 58% of the total area. Their concentration is found in the high parts, and they have been the product of advances on the agricultural and livestock front in the region.

To count on detailed inputs such as land use capacity, land use change dynamics and determining critical areas in the specific area are indispensable in diverse regional studies to identify the areas most favorable for conservation, occupation and regional development. Counting on cartography is fundamental to implement a series of projects in specific regions and to avoid unnecessary investments as well as to direct efforts in the regions with the greatest demand.

LISTA DE CUADROS

<i>Cuadro 1. Relación entre población bovina y superficie de pastos años 1950, 1960, 1970, 1980 y 1990.....</i>	21
<i>Cuadro 2. Datos poblacionales de los Distritos del Área de Estudio, de la región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá.....</i>	26
<i>Cuadro 3. Productores agropecuarios y superficie en la Provincia de Los Santos, por ocupación principal según, distrito y corregimiento: año 2000.</i>	27
<i>Cuadro 4. Datos pluviométricos de la Provincia de Los Santos por Distrito.....</i>	29
<i>Cuadro 5. Déficit hídrico de la provincia de Los Santos, por Distrito.</i>	30
<i>Cuadro 6. Distribución fisiográfica porcentual de la Región de Playa Venado.....</i>	31
<i>Cuadro 7. Distribución Geológica Porcentual en el área de estudio.....</i>	32
<i>Cuadro 8. Cobertura boscosa a nivel de distrito, de la Provincia de Los Santos.....</i>	33
<i>Cuadro 9. Clasificación convencional de categoría de uso de la tierra.</i>	37
<i>Cuadro 10. Información básica de los escenarios analizados</i>	39
<i>Cuadro 11. Varianza estimada de p (probabilidad de cambio) para la categoría de pastos por número total de puntos.....</i>	41
<i>Cuadro 12. Modelos de la Varianza muestral $\hat{p}(\hat{p})$ en función del tamaño de píxel.....</i>	42
<i>Cuadro 13. Combinación de categorías de uso entre los años X_1 y X_2</i>	45
<i>Cuadro 14. Matriz de transición entre los años X_1 y X_2.....</i>	46
<i>Cuadro 15. Variable consideradas como reguladoras de la dinámica de uso.....</i>	48
<i>Cuadro 16. Matriz de protección al suelo según el tipo de cobertura</i>	51
<i>Cuadro 17. Matriz de niveles de erodabilidad (potencial erosivo).....</i>	52
<i>Cuadro 18. Identificación de los estados erosivos presentes</i>	54
<i>Cuadro 19. Riesgo de degradación en la zona de estudio.....</i>	56
<i>Cuadro 20. Condicionantes para calificar las áreas de intersección de mapa de intensidad de uso de la tierra, Región de Playa Venado, República de Panamá.....</i>	55
<i>Cuadro 21. Área en hectáreas y en porcentaje del uso actual de la tierra en la Región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá.....</i>	58
<i>Cuadro 22 Área en Ha y en porcentaje de las unidades de manejo de la Región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá.....</i>	60
<i>Cuadro 23 Extensión (Ha y %) por categoría de uso de la tierra para los años de 1966, 1981 y 2001, en la Región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá....</i>	66

Cuadro 24. <i>Dinámica de uso en el escenario 1966-1981</i>	73
Cuadro 25. <i>Matriz de transiciones Markovianas para el período 1966-1981.</i>	75
Cuadro 26. <i>Dinámica de uso en el escenario 1981-2001</i>	78
Cuadro 27. <i>Matriz de transiciones Markovianas para el período de 1981-2001.</i>	79
Cuadro 28. <i>Situación inicial: Construcción histórica de los factores que provocaron el cambio de uso de la tierra, en la Región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, república de Panamá</i>	82
Cuadro 29. <i>Análisis de chi cuadrado de las variables dicotómicas de la encuesta</i>	86
Cuadro 30. <i>Caracterización de los grupos de las variables dicotómicas</i>	86
Cuadro 31. <i>Autovalores de los componentes principales</i>	89
Cuadro 32. <i>Autovectores componentes principales</i>	89
Cuadro 33. <i>Autovalores de los componentes principales</i>	91
Cuadro 34. <i>Autovectores componentes principales</i>	91
Cuadro 35. <i>Autovalores de los componentes principales</i>	93
Cuadro 36. <i>Autovectores componentes principales</i>	94
Cuadro 37. <i>Potencial erosivo, Región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá</i>	96
Cuadro 38. <i>Determinación del estado erosivo de la Región de Playa Venado, provincia de Los Santos, República de Panamá</i>	98
Cuadro 39. <i>Distribución de los riesgos de degradación de la región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá</i>	102

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ubicación de la Región de Playa Vendado, Provincia de Los Santos, República de Panamá.....</i>	23
<i>Figura 2. División política de la Región de Playa Venado, provincia de Los Santos, República de Panamá.....</i>	24
<i>Figura 3. Cuencas Hidrográficas del Área de Estudio.....</i>	25
<i>Figura 4. Región del Arco Seco de la República de Panamá.....</i>	26
<i>Figura 5. Comportamiento de la varianza muestral y del modelo de regresión logaritmico $\log Y = a + b \log X$ estimado en función del número de muestras de probabilidad de cambio p.....</i>	41
<i>Figura 6. Representación gráfica del proceso de sobreposición de los escenarios de uso y la captura de atributos tabulados para cada parcela de la muestra $n = 3300$.....</i>	43
<i>Figura 7. Diagrama de reclasificación de categorías y transiciones analizadas.....</i>	48
<i>Figura 8. Proceso metodológico del análisis espacial para la identificación de áreas críticas. Fuente: Saenz et al, 1997.</i>	50
<i>Figura 9. Uso actual de la tierra de la Región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá.</i>	59
<i>Figura 10. Capacidad de uso de la tierra de la Región de Playa Venado, provincia de Los Santos, República de Panamá.....</i>	61
<i>Figura 11. Mapa de uso de la tierra para el año de 1966, Región de Playa Venado, República de Panamá.....</i>	67
<i>Figura 12. Mapa de uso de la tierra para el año de 1981, Región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá.....</i>	68
<i>Figura 13. Mapa de uso actual (2001) de la tierra, Región de Playa Venado, provincia de Los Santos, República de Panamá.....</i>	69
<i>Figura 14. Probabilidades de transición para las distintas categorías de uso en la Región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá, Período de 1966-1981.</i>	77
<i>Figura 15. Probabilidad de transición para las distintas categorías en la Región de Playa Venado, República de Panamá. Período de 1981-2001.</i>	80
<i>Figura 16 Dendograma distancia de Jaccard para los productores.....</i>	87
<i>Figura 17. Biplot componente principal uno vrs. componente principal dos.....</i>	90
<i>Figura 18 Biplot componente principal uno vs. componente principal dos.....</i>	92

<i>Figura 19 Biplot componente principal uno vs. componente principal dos.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 20. Potencial erosivo de la región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 21. Estados erosivos de la Región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá.....</i>	<i>99</i>
<i>Figura 22. Conflicto de uso de la tierra, Región de Playa Venado, República de Panamá</i>	<i>101</i>
<i>Figura 23. Zonificación de las áreas críticas de la Región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá.....</i>	<i>103</i>

1.0 INTRODUCCION

Las decisiones acerca del uso de la tierra han sido siempre parte de la sociedad. Una de las decisiones más antiguas tuvo relación con el interrogante sobre que tierras bajo cobertura forestal podrían desmontarse y convertirse a uso agrícola. Tales decisiones eran tomadas en áreas donde el crecimiento de las poblaciones requerían más tierra para producción de alimentos (FAO, 1985).

La colonización de tierras forestales, la ausencia de un plan minucioso del uso de la tierra, la falta de opciones competitivas de uso sostenido del recurso forestal y las políticas que incentivan el desmonte, conforman los problemas básicos que conducen al cambio de uso y la consecuente pérdida del recurso forestal (FAO, 1985).

En este sentido, surge la interrogante ¿En qué grado el rápido crecimiento poblacional es culpable de la masiva destrucción del bosque tropical y el consecuente cambio del uso de la tierra? Aunque covariaciones temporales y espaciales sugieren una conexión entre población y deforestación (Preston, 1994, citado por la Academia Nacional de Ciencias, 1998), investigaciones sugieren también complejas causas no demográficas. Entre ellas, las deficiencias en los mercados de créditos y capitales y en las instituciones de tenencia de tierra, la pobreza, la mala distribución de la propiedad de la tierra, ciertos hábitos de consumo, la codicia de las compañías multinacionales y la ignorancia del colonizador de la frontera agrícola (Gillis and Reppeto, 1998; Bilsborow and Ogendo, 1992; Myers, 1984; Palloni, 1994).

Una manera confiable para determinar los cambios en el uso de la tierra es a través del estudio de la dinámica espacio temporal de la cubierta vegetal (Berry et al., 1996). Diversos autores han enfatizado la necesidad de cuantificar dicho grado de conversión y expresarlo en términos de los factores desencadenadores del cambio, dando principal énfasis a aquello producto de la acción antrópica. La dinámica de la cubierta vegetal y el cambio de uso de la tierra están íntimamente relacionados y es por eso que esta línea de investigación requiere para su abordaje de disciplinas tanto sociales como naturales. A este tema se le denomina análisis del cambio de uso/cobertura del suelo (Turner y Meyer 1994, Lambin, et al., 2001).

Es por esta razón que el presente estudio, pretende determinar el proceso de deforestación y degradación del recurso suelo en el área de estudio (Región de Playa Venado, provincia de Los

Santos, República de Panamá), a fin de determinar la dinámica de cambios de uso la tierra y analizar al mismo tiempo los factores directrices desde el punto de vista biofísico y socioeconómico que han provocado dichos cambios y el subsiguiente deterioro del recurso forestal en la región. Por otra parte, también se determinará las áreas críticas de la zona, en términos de degradación del suelo, debido al uso inapropiado que se le da a este recurso.

1.1 Antecedentes

El crecimiento demográfico y la demanda de recursos naturales por parte de las sociedades humanas inexorablemente ponen presión en el uso de la tierra. Esta presión es fuerte tanto en los países industrializados, donde el consumo per cápita de los recursos naturales es sumamente alto, aunque las poblaciones no están creciendo rápidamente; como en los países en vías de desarrollo, donde el crecimiento demográfico es extremadamente rápido y la sociedad procura mejorar las condiciones de vida.

Panamá al igual que muchos países en vías de desarrollo, poseía grandes masas boscosas, que a través de los años se han ido reduciendo con gran rapidez. Dicha reducción, indica un proceso de transformación progresiva de uso de la tierra. El proceso de deforestación se inicia principalmente con el acaparamiento de tierras boscosas por agricultores, ganaderos y especuladores de tierras y en menor grado el desarrollo de actividades acuícola y el aprovechamiento forestal (ANAM, 2002).

De manera particular, en la región de Playa Venado, uno de los procesos socioeconómicos y ecológicos más importante ha sido la colonización desordenada y no sostenible de las áreas boscosas, el cual responde a presiones variadas y multifacéticas como la inmigración, la construcción de carreteras y vías de acceso, la expansión ganadera y agrícola y a la especulación de la tierra.

El proceso de degradación ambiental en esta zona, se registra principalmente a nivel de degradación de suelos y deterioro de las principales cuencas hidrográficas de la región. Las prácticas inadecuadas de manejo y uso de los suelos, que incluyen la tala de bosques, quema de la vegetación, el sobre pastoreo intensivo y la selección y establecimiento inadecuado de cultivos en suelos no aptos para la actividad; han provocado y siguen provocando una degradación y deterioro bien marcado de los suelos, donde los procesos

erosivos son cada día más pronunciados, reflejándose en una pérdida de la capacidad productiva de los suelos e incremento de las tasas de sedimentación en los ríos y quebradas.

1.2 Justificación

En la actualidad los estudios sobre los procesos dinámicos de los cambios en el uso de la tierra y la deforestación son importantes y necesarios porque proporcionan la base para conocer las tendencias de los procesos de degradación, desertificación y pérdida de la biodiversidad de una región determinada.

En la República de Panamá, existen estudios a nivel estatal que cuantifican, a groso modo, la pérdida de la cubierta forestal. Sin embargo, por su misma escala, presentan grandes incertidumbres y no permiten un entendimiento adecuado del proceso de cambio de uso del suelo. Por el contrario, estudiar el fenómeno a una escala menor, es decir, a nivel de un área o región específica, puede contribuir con datos más exactos y precisos sobre el proceso de cambio de uso de la tierra y la degradación forestal. A esta escala se puede generar información necesaria para presentar propuestas para la restauración y reforestación de áreas degradadas en la Región de Playa Venado, de una manera más específica y referida a espacios geográficos concretos que puedan ser implementados en dicha área de estudio.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

?? Determinar los patrones de cambio temporal y espacial en el uso de la tierra en la región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá.

1.3.2 Objetivos específicos

?? Determinar el uso actual y capacidad de uso de la tierra de la Región de Playa Venado.

?? Identificar el uso de la tierra en un marco multitemporal de análisis que defina la situación biofísica actual y la dinámica de los cambios en el uso de la tierra de la Región de Playa Venado.

?? Identificar la incidencia de algunos factores biofísicos y socioeconómicos asociados al proceso de cambio del uso de la tierra

?? Identificar las áreas críticas en términos de degradación del suelo de la Región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá.

1.4 Definición del problema

La Región de Playa Venado muestra desde hace décadas un proceso de degradación de la calidad del ambiente en consecuencia del cambio de las tierras de vocación forestal por actividades poco productivas con prácticas de manejo y uso del suelo insostenible.

Entre las actividades de manejo que se dan en el área de estudio, se pueden mencionar la tala indiscriminada de bosques, la agricultura de rosa y quema, el sobre pastoreo intensivo y la selección y el establecimiento inadecuado de cultivos en suelos no aptos para la actividad.

Entre las secuelas de este proceso de degradación de la calidad del ambiente están la degradación y deterioro bien marcado de los suelos, donde los procesos erosivos son cada día más pronunciados, reflejándose en una pérdida de la capacidad productiva de los mismos, el incremento de las tasas de sedimentación en los ríos y quebradas, avance del proceso de desertificación, la desestabilización de las cuencas hidrográficas, la alteración del clima y de los ecosistemas forestales.

Ante toda esta panorámica, se hace notoria la falta de una legislación especial en materia de manejo, uso y conservación de suelos y la aplicación de las normas establecidas en la legislación vigente que regulan el uso y manejo de los recursos forestales y la protección de las cuencas hidrográficas, lo cual incide directamente en los procesos de degradación de suelos y cuencas antes mencionados.

Por otra parte, tal situación se va agravando por la falta de información e identificación de las áreas degradadas, los sistemas de producción bajo las cuales son explotadas y los potenciales de estas para la producción y manejo, las cuales son indispensables para apoyar a diversas tareas vinculadas con la instrumentación de políticas ambientales e identificar las áreas más favorables para fines de conservación, ocupación y desarrollo regional.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Instrumentos para la determinación de la capacidad de uso de las tierras

La utilización correcta de la tierra requiere del conocimiento de las características intrínsecas del ecosistema, así como también de las necesidades o posibles utilidades por parte de los usuarios. Es por esto, que la combinación del clima, relieve y suelo, conduce a los sistemas de clasificación de tierras de los cuales en Costa Rica se implementaron los diseñados por el Centro Científico Tropical (CCT, 1985) y en forma oficial por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG/MIRENEN 1991) siguiendo los lineamientos del sistema de clases agrológicas de los Estados Unidos. En la actualidad el concepto tierra, incluye además de factores socioeconómicos, considerándose que la presencia del hombre puede favorecer o no al potencial de uso de la tierra (Ritchers, 1995).

Es por esto que el Sistema de clasificación del uso de la tierra de Costa Rica, promueve, bajo criterios técnicos específicos, las formas de utilización más intensivas pero sostenibles, de cada porción de la tierra. La estructura de este sistema de clasificación de capacidad de uso de las tierras comprende tres niveles: clases, subclases y unidades de manejo. Este sistema incluye también dentro de su nivel tecnológico, las prácticas de manejo y conservación de suelos especificados para cada clase de capacidad, (Cubero *et al* 1995).

?? Clases de capacidad de uso

Se define como clase a grupos de tierras que presentan condiciones similares en el grado relativo de limitaciones y riesgo de deterioro para su uso en forma sostenible.

?? Subclase de capacidad de uso

Las subclases son grupos de tierras dentro de una clase que tienen limitaciones del mismo tipo.

?? Unidades de manejo

Constituyen una subdivisión de las subclases de capacidad de uso, que indican el o los factores específicos que limitan su utilización en actividades agropecuarias y forestales. Estas tierras son lo suficientemente homogéneas como para requerir sistemas de manejo de conservación similares.

2.2 Conflicto de uso de la tierra

Conflicto de uso de la tierra se define como la problemática que se presenta al ser divergente el uso actual de la tierra con su capacidad de uso. Este último mide el potencial del suelo para soportar actividades agrícolas y forestales a largo plazo, que manejadas adecuadamente su capacidad productiva no se ve reducida. Este conflicto se puede dar por subuso o sobreuso. El subuso se produce cuando algunas actividades productivas menos intensivas se llevan a cabo en tierras que tienen capacidad productiva para una mayor intensidad. Algunos ejemplos de estos son: la actividad ganadera de baja capacidad de carga, o charrales o bosques secundarios en tierras con capacidad agrícola. El sobreuso corresponde a las actividades productivas de mayor intensidad sobre suelos que no tienen la capacidad para sostenerlas a largo plazo: ejemplo de estos son usos agrícolas o ganaderos en tierras de capacidad de uso forestal; usos agrícolas ganaderos en tierras de capacidad de protección; o plantaciones forestales de ciclo corto en tierras de uso forestal, (Academia Nacional de Ciencias, 1998).

En términos generales el subuso es más permisible que el sobreuso, ya que el subuso no degrada la capacidad productiva de las tierras. En términos de sobreuso, las tierras que requieran ser ocupadas más intensivamente deben usar tecnologías adecuadas para hacer frente a las limitantes que pueden presentar las tierras. Sin embargo, eso que se establece en las metodologías y directrices de manejo solo se aplica en casos muy contados.

2.3 Cambios de uso de la tierra

Rocha, (2002), define el término de cambios en el uso de la tierra, como todas las vías en que los seres humanos utilizan la tierra y sus recursos a través del tiempo, provocando patrones de uso que pueden alterar las tasas y dirección de procesos naturales.

En diversos trabajos han reportados estudios en cuanto a la evaluación de los cambios de uso de la tierra. Muchos de ellos están centrados básicamente en ecología de paisajes tales como los realizados por Rocha, (2002), Turner *et al.* (1996), Wear *et al.* (1996), Wu *et al.* (1997), Pearson *et al.* (1999) y Bermúdez (2001). Otros como el Barito (2000) y Turcios (2001), complementan el análisis de la vulnerabilidad con estudios de la dinámica del cambio del uso del suelo.

Todos estos trabajos mencionados anteriormente, se esquematizan en la estimación de modelos que explican la relación funcional entre variables, factores directrices que influyen o determinan dichos cambios. Estos modelos pueden ser determinísticos o estocásticos. Las variables son diversas entre las que incluyen biofísicas, socioeconómicas, institucionales y normativas.

En este sentido, durante los años 1980 aproximadamente 15.4 millones de hectáreas de bosques tropicales fueron perdidos cada año, según estimaciones por la Organización de Agricultura y Alimento de Naciones Unidas (FAO, 1992). A partir de 1990 hasta 1995 la pérdida anual fue estimada en 12.7 millón de hectáreas (FAO, 1997).

Esta preocupación ha conducido a economistas a ampliar sus esfuerzos para modelar ¿por qué?, ¿dónde?, y ¿cómo? se produce el cambio de uso. Kaimowitz, (1998), basado, en una revisión completa de más de 140 modelos, que describen o modelan como productores deciden entre mejorar su calidad de vida o proteger el bosque, sostiene, que dicho modelos simplifican los procesos complejos multidimensionales y destacan sólo algunas de muchas variables y relaciones causales implicadas en el cambio de uso de la tierra. Estos modelos, sin embargo, permiten realmente que piense en la deforestación más sistemáticamente y explore los efectos posibles de la política u otros factores exógenos que se relacionan con el cambio de uso de la tierra.

Lambien, (1994), dice que los cambios de cobertura son de dominio local y se manifiestan en cambios globales y acumulativos en el ambiente humano, además, que contribuyen a cambios ecológicos sistemáticos como la liberación de gases. En este contexto, se ha despertado interés por estudiar los procesos de cambios de cobertura, la deforestación y uso de la tierra, incluyendo varias metodologías y modelos que permitan conocer el porque, donde y cuando ocurrirán. Sin embargo un estudio más completo e integral, requiere la combinación de varios modelos, ya que cada uno tiene propósitos diferentes. Por ejemplo, tomando como punto de partida las cadenas de Markov y agregando otras funciones logísticas para observar las probabilidades de transición de una cobertura a otra o para modelar la contribución de factores exógenos a la transición, el modelo puede ser más realista y práctico.

Por otra parte Briassoulis, (2000), sostiene que la magnitud de los cambios en el uso de la tierra varía con el periodo de análisis y con el área geográfica. Asimismo, las evaluaciones de estos cambios dependen de las fuentes, las definiciones de tipos de uso, las agrupaciones espaciales y los datos usados.

Según Turner *et al* (1996), la cobertura y el uso de la tierra, están íntimamente ligados, ya que un amplio rango de actividades altera los ambientes físicos a través de cambios de cobertura pueden darse de dos formas: a) la que denota una conversión de una categoría de cobertura a otro tipo y b) los que se dan dentro de una categoría que afectan el carácter de la cobertura. Se reconoce de la participación de aspectos socioeconómicos en la introducción de cambios al paisaje a través del tiempo.

En Panamá, como resultado de las actividades de la agricultura migratoria de roza y quema, la ganadería extensiva y la erosión han causado el deterioro de grandes extensiones de terrenos, para convertirlos en tierras semiabandonadas y/o con ciertos grados de degradación (Heckadon, 1993).

Debido a esta situación, según estimaciones de la ANAM, mediante el uso inapropiado de la tierra, en Panamá ya existen aproximadamente dos millones de hectáreas con diferentes grados de degradación (PAFT-PAN, 1990).

Dentro de este contexto, vemos que, en el quinquenio comprendido entre los años 1947-1950, aproximadamente el 70% de la superficie del territorio nacional estaba cubierta de bosques y para 1970, esa cobertura se redujo al 53% (Herrera, 2001).

En el año de 1992 se redujeron a 3,695.160 de hectáreas según cifras del proyecto para el Fortalecimiento institucional del SIG de la ANAM, para la evaluación y monitoreo de los recursos forestales de Panamá-ANAM/OIMT-2000 (proyecto SIF-ANAM/OIMT-2000). En el 2000 la cobertura boscosa era de 3, 364,591 ha, que representan aproximadamente el 45 % del total del territorio del país (Proyecto SIF-ANAM/OIMT, 2000).

Las cifras sobre deforestación indican un proceso de transformación progresiva de uso de la tierra. Además, según los datos de cobertura boscosa y las relaciones entre diferentes periodos demuestran una destrucción anual de alrededor de más de 40,000 hectáreas

(1992-2000) de bosques y reflejan que la cobertura boscosa registra un comportamiento descendiente.

De acuerdo al sistema de clasificación de suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA-SCS) y adaptado a Panamá, alrededor del 25% de los suelos nacionales son de aptitud agropecuaria y aproximadamente el 75% por sus condiciones naturales de topografía, suelo, clima y/o razones socioeconómicas, debería estar destinado preferentemente a actividades agroforestales y forestales. Sin embargo, según el Censo Agropecuario de 1990, el 38.9% (2, 941,582 hectáreas) de las tierras en todo el país se encuentra bajo uso agropecuario, lo cual demuestra que estas actividades se han sobrepasado en un 14% de la capacidad potencial de los suelos para actividades agropecuarias, situación que constituye un evidente indicador del uso inadecuado de los suelos.

Un análisis comparativo sobre la capacidad potencial de los suelos y de su uso actual, se concluye que más del 40% de la superficie total del país ha sido deforestada para el desarrollo de actividades inadecuadas e insostenibles y que aproximadamente dos millones de hectáreas ya muestran características de improductividad y deterioro y que en su mayoría son consideradas como tierras semiabandonadas y/o degradadas.

Más aún, Panamá presenta un consumo estimado de 70-90 mil metros cúbicos anuales de madera, sin considerar otros consumos no registrados como la madera de uso artesanal y la leña. Esta situación sumada a la expansión de la frontera agrícola a través de la colonización desordenada e incontrolada, está conduciendo a reducir nuestros escasos bosques existentes, (ANAM, 2003).

2.4 Análisis multitemporal

Los estudios multitemporales son llevados a cabo con el objeto de detectar cambios entre dos fechas de referencia, deduciendo de ahí la evolución del medio natural o las repercusiones de la acción humana, sobre el medio, y planeando, las medidas adecuadas para evitar su deterioro o asegurar su mejor conservación.

Varios autores hacen referencias a los propósitos del el análisis multitemporal de cambios de uso de la tierra. Primeramente, Gonzáles, (1982), citado por Amarilla, (1999), dice que el

objetivo de los estudios multitemporales es encontrar una forma de combinar o integrar en el proceso varias imágenes correspondientes a diferentes fechas. El mismo autor, afirma que otro aprovechamiento del análisis multitemporal implica el estudio del dinamismo temporal de una determinada zona: espacios urbanos, áreas de agricultura, etc. También permite evaluar fenómenos como inundaciones, incendios forestales, deforestación, así como también seguir la evolución de sus efectos.

Mientras que Briassoulis, (2000), sostiene que los propósitos del análisis multitemporal son:

- a) Explicar porque ocurren los cambios y la descripción de los factores o fuerzas que producen esos cambios directa o indirectamente;
- b) Predicción de cambios y la descripción de los factores o fuerzas que producen estos cambios directa o indirectamente;
- c) Evaluación de impactos ambientales y socioeconómicos en varios niveles espaciales;
- d) Proponer patrones de uso de la tierra para alcanzar un fin determinado (preservación ambiental, prosperidad económica, equidad social, etc.);
- e) Evaluación de cambios en patrones (pasados, presentes o futuros) del uso de la tierra en términos de ciertos criterios como la degradación ambiental, declinación económica o pobreza social. Estas evaluaciones pueden ser usadas para seguir alternativas de uso.

2.5 Cadena de Markov

Según Lambin, (1994), los cambios en el paisaje y los procesos de difusión espacial pueden simularse usando técnicas lineales, estocásticas. Un proceso estocástico - como opuesto a uno determinístico - sólo se gobierna por las variables al azar y se describe solo en términos probabilísticos. Los modelos probabilística en general son apropiados para los procesos de deforestación, dado la complejidad de relaciones entre las variables entrelazadas, del pobre entendimiento de las directrices de la dinámica del cambio uso de la tierra y el carácter impredecible de las consecuencias ecológicas de las decisiones humanas y la innovación tecnológica. Dada las dificultades en la designación de modelos determinísticos de deforestación, es conveniente tratar estos procesos al azar, y para incluirlos de esta forma en algún proceso estocástico describiendo los cambios en la estructura del paisaje. Este acercamiento se ha puesto común en la ecología y geografía, para modelar las sucesiones del paisaje o la difusión espacial usando las cadenas de Markov.

Una cadena de Markov es un modelo matemático que describe un cierto tipo de procesos a través de un juego de estados. Según Bell e Hinojosa, (1977), la probabilidad condicional de

un tipo de uso de la tierra en un tiempo determinado, depende únicamente del uso más reciente y no del primer tipo de uso de la tierra. El mecanismo central de una cadena de Markov es una probabilidad P_{ij} que se refiere a la probabilidad de transición de un tipo de uso inicial i a un tipo de uso j , en un intervalo de tiempo dado, donde i y j son cualquier tipo de uso, para modelar el proceso de difusión espacial o, modelar el proceso de cambio de uso de la tierra, (Castaño, 1970, citado por Lambí, 1994). Para el estudio de los cambios de uso de la tierra, los estados del sistema son definidos como el conjunto de cobertura de la tierra por varios tipos de uso, medidos como porcentajes del área de cada unidad del paisaje.

En estudios de dinámica de uso o cobertura, la matriz Markoviana permite analizar la estabilidad del ecosistema en función de los cambios ocurridos en un periodo de tiempo dado, además de proporcionar información sobre la tendencia de cada categoría de uso o cobertura establecida, en función de las probabilidades de transición entre categorías de uso.

2.6 Factores directrices del cambio de uso de la tierra

La naturaleza intrínseca de los ecosistemas encierra como motor inherente una serie de aspectos dinámicos. Durante las últimas décadas, no obstante, el hombre (originalmente considerado como una especie más y sujeta a la dinámica propia de cada ecosistema) se ha convertido en el principal desencadenador de la actividad transformadora de los ecosistemas. Su impacto global ha sido evaluado desde diversas perspectivas entre las que destacan la pérdida de biodiversidad y el calentamiento global o cambio climático; entre muchas otras consecuencias ambientales de mayor relevancia regional tales como la alteración de ciclos hidrológicos, introducción de especies exóticas y pérdida de hábitat, entre otros (Vitousek et al., 1997, citado por Velásquez, Mas y Palacio, 2002).

Kaimowitz (1996) analiza siete factores causales de la conversión del bosque a pasturas en Centro América entre las décadas de los 70 y 90, los relaciona a aspectos socioeconómicos, específicamente: a) mercados favorables para los productores agropecuarios, b) construcción subvencionada de caminos, c) políticas de arrendamientos de tierra, c) políticas de arrendamiento de tierras, d) cambio tecnológico limitado en ganadería, e) políticas de reducción del valor de la madera, f) niveles reducido de la violencia política, y f) características específicas a la ganadería que la hacen atractivas. Además, considera que otro factor causal del cambio de uso es la especulación continua de la tierra por la extensión

de pasturas de áreas de la frontera agrícola. Indica que existe poca evidencia que el progreso tecnológico en la producción ganadera reduce la tala de árboles.

En este mismo contexto, autores como Bronw y Pearce, (1994) coinciden con Kaimowitz, dado que mencionan causas como la densidad y el crecimiento de la población, el aumento en los ingresos per cápita, el desarrollo de la infraestructura vial y terrestre, expansión agrícola subsidiada por los gobiernos, crecimiento de la demanda externa para productos de bosques tropicales no sostenibles con la oferta del bosque, los niveles del tipo de cambio, y la seguridad de la tenencia de la tierra, han sido los principales factores causales del cambio del uso de la tierra.

Por otra parte, Kaimowitz y Angelsen (1998), clasifica el proceso de cambio de uso de la tierra en tres niveles diferentes: fuentes, causas inmediatas, y causas subyacentes. El primer nivel (fuentes) identifica a los agentes de deforestación (minifundistas, rancheros, madereros, plantación compañías) y su importancia relativa. Las acciones de estos agentes son las fuentes de deforestación.

El próximo nivel (causas inmediatas), se concentra en las decisiones de los agentes, que están basadas en sus propias características (fondo, preferencias, y recursos) y sobre parámetros de decisión tal como precios, tecnología, instituciones, nueva información, y acceso a servicios e infraestructura.

Finalmente, las características de los agentes y los parámetros de decisión son determinados por fuerzas más amplias. Estas causas subyacentes de la deforestación influyen en los agentes decisiones por varios canales: el mercado; la diseminación de nuevas tecnologías e información; el desarrollo de infraestructura; e instituciones, en particular el régimen de propiedad.

Sin embargo, el mismo autor menciona que estos tres niveles, están relacionados entre si, dado que los agentes de decisiones tienen efectos sobre los precios de mercado (efectos de equilibrio generales). Las acciones colectivas de las presiones políticas, y el comportamiento demográfico también afectan las causas subyacentes.

Por otra parte, ANAM, (1999), presenta los factores causales que se identifican con el cambio de uso de la tierra en Panamá. Dichos factores se han dividido en tres tipos: i) Factores Políticos e institucionales, ii) Factores socioeconómicos y iii) Factores tecnológicos. A continuación se detallan cada uno de ellos.

2.6.1 Políticos e institucionales

Al compromiso de la deuda externa y otros sectores se les ha tomado más importancia y prioridad, que a los problemas ambientales. Esta situación que se traduce en una baja asignación presupuestaria y en una limitada conducción de recursos financieros hacia el sector agropecuario y forestal, lo que ha significado poca prioridad en las políticas formuladas para dichos sectores.

Si dichas políticas han estado ausentes, o han sido poca claras, el resultado se traduce obviamente en escasez de programas de desarrollo, ausencia de un dinamismo y estancamiento de ambos sectores.

En este contexto, los bosques siguen considerándose como un depósito de tierra y en las disposiciones gubernamentales se presta escasa atención a la normativa forestal, olvidando los efectos que las políticas, las novedades, las decisiones e instrumentos de otros sectores tienen sobre el mismo.

2.6.1.1 Programas de desarrollo

En décadas pasadas, se establecieron programas dirigidos indirectamente a lograr la conquista de áreas boscosas. Estos carecían de una adecuada planificación y de programas de colonización dirigida, lo que dio como resultado una colonización espontánea y desordenada de las áreas boscosas.

Hasta el momento no ha existido una política de uso suelo según su capacidad agrológica, por ende los campesinos de áreas boscosas no ven al bosque como una alternativa económica.

2.6.1.2 Ordenamiento Territorial

En el marco de las políticas estatales, siempre ha faltado la decisión política para la formulación de un programa de ordenamiento territorial. La baja prioridad y ausencia de políticas institucionales e interinstitucionales, junto con la carencia o poca información geográfica, demográfica y biofísica respecto a la frontera agrícola y las áreas boscosas ha impedido el ordenamiento y manejo de territorio. Por tales motivos aún no existe un programa dirigido a identificar y programar actividades humanas compatibles con el uso y manejo sostenido de los recursos naturales, respetando la capacidad de carga del entorno natural, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

2.6.1.3 Valoración de los recursos forestales

Los recursos forestales no son valorados en su justa dimensión dentro del sistema de cuentas nacionales. Estos son considerados parcialmente. La real contribución, de tales recursos al desarrollo nacional nunca ha sido tomada en cuenta. En consecuencia el sector forestal se encuentra estado de estancamiento y la asignación de recursos al mismo es igualmente escasa, por lo tanto posee una baja capacidad de negociación ante otros sectores.

INRENARE, 1993, afirma que los campesinos que deforestan actúan de manera diferente sobre el bosque, de acuerdo con sus antecedentes culturales y sus expectativas socioeconómicas. En tal caso, los interiórano Santeños, aspiran en convertirse en ganaderos, para mejorar sus ingresos y su status social. Ellos practican la deforestación, siembran cultivos temporales 1 a 2 años y luego establecen pastos o abandonan los terrenos.

2.6.1.4 Construcción de infraestructuras viales

La apertura de caminos de acceso y carreteras permanentes generalmente es aprovechada por colonos campesinos para incursionar en áreas boscosas, mediante la colonización desordenada.

2.6.1.5 Marco legal

La constitución política de la República de Panamá, en el Título III, capítulo 7, faculta el Estado para la conservación y aprovechamiento de los Recursos Naturales Renovables. Tal legislación existente es profusa y dispersa, ya que en su artículo 119, el Estado no permite la

existencia de áreas incultas, improductivas u ociosas, interpretación esta que se traduce en deterioro de los recursos forestales.

La ley N° 37, del 21 de septiembre de 1962, por la cual se forma el código agrario y el decreto Ley N° 39, del 29 de septiembre de 1966, regulan la materia forestal. Igualmente estas leyes constituyen un instrumento que conduce al uso inadecuado de los recursos forestales, en particular a la deforestación. Ya que a pesar que contienen aspectos sobre protección, conservación, explotación y administración de los recursos forestales, la interpretación generalizada de este Código, es indiscutible.

El artículo 456 del Código Agrario, permite que se otorguen permisos a personas de escasos recursos, que derivan sus sustento de la explotación de los bosques, en pequeña escala, para que talen doce árboles de madera finas por año, o veinticuatro árboles por año, si se trata de madera de construcción. Esta disposición permite que otras personas compren esta madera y así eviten trámites burocráticos para extraerlas.

De igual manera, a través de este código se permitió que se legalicen el derecho posesorio, a personas de escasos recursos una vez que se elimina el bosque, en un determinado terreno, mediante un documento en la Reforma Agraria. Dichos títulos de propiedad y de derechos posesorios otorgados se localizan sobre tierras sin bosque, lo que constituye una condición necesaria para que tales título sean otorgados.

En consecuencia la actitud campesina y de los productores agropecuarios, tienden a hacer desaparecer el bosque con el objeto de habilitar la tierra para la adquisición del derecho posesorio o título de propiedad.

La actual ley 41, del 1 de julio de 1998 (Ley general de Ambiente de la República de Panamá), considera que la tala rasa de bosques naturales no es un elemento probatorio para solicitar el reconocimiento del derecho de posesión o titulación de tierras, ya que la misma Ley condiciona el uso del suelo de acuerdo a su vocación y aptitud ecológica y de acuerdo con los programas de ordenamiento ambiental del territorio nacional.

2.6.1.6 Política crediticia

INRENARE, 1993, sostiene que, la política crediticia en el sector agropecuario, también ha tenido un impacto directo en el deterioro de los recursos forestales y por ende el cambio en el uso de la tierra. Si bien, los créditos no han sido dirigidos a financiar actividades que implican la deforestación propiamente, al menos han promovido actividades que para su desarrollo y ampliación requieren de la conservación de bosques en actividades distintas al uso forestal.

Para el otorgamiento de créditos agropecuarios se exigen como condiciones específicas el derecho posesorio o título de propiedad y que la tierra esté habilitada o al menos sin bosques. En consecuencia ésta condición estimula a que al productor o campesino, motivado por el interés de adquirir crédito, provoque deforestación.

La referida política, no impide que nuevas áreas sean deforestadas para que luego sean objeto de titulación u otorgamiento de derechos posesorios, quedando obviamente habilitadas y calificadas para las respectivas tramitaciones de préstamos.

Por otro lado, el criterio planteado en el otorgamiento de préstamos a las actividades agropecuarias, sobre todo aquellos créditos dirigidos a la ganadería, no discrimina si se otorgan en fincas ya establecidas o en nuevas fincas. Basta con que la misma esté acondicionada (sin bosque), independientemente si se trata o no de fincas nuevas o que se localicen en los frentes de colonización.

2.6.1.7 Propiedad de la tierra

La inadecuada distribución de la tierra es un factor que genera condiciones de pobreza e injusticia social, cuyas consecuencias afectan muy directamente al suelo y al bosque.

En Panamá, la estructura tenencial de la tierra muestra la existencia de una significativa concentración de la propiedad en manos de pocos productores y una elevada proporción de campesinos con minifundios o pequeñas propiedades, ocasionando limitaciones para el desarrollo agrícola.

Por un lado, los productores marginados y de subsistencia que no satisfacen sus necesidades básicas, debido a sus sistemas de producción no sostenibles y poseer pocas e

improductivas tierras, se ven obligados a colonizar más tierras, mediante el desmonte y por el otro, los productores desarrollados, en su búsqueda de ampliar sus propiedades, también incursionan sobre los bosques destruyéndolos.

Heckadon, 1981, menciona, que durante el período de colonización, las clases sociales más numerosas en Tonosí, fueron los pequeños ganaderos, con menos de cincuenta hectáreas, y los agricultores. Al consolidarse la frontera, sin embargo al iniciarse la década de 1970, ocurrió una tendencia social dual: la concentración del factor tierra en manos de grandes (más de 200 hectáreas) y medianos ganaderos a costa de los pequeños ganaderos y agricultores; y segundo un proceso paralelo de fraccionamiento, aumentando rápidamente el estrato de minifundistas (menos de cinco hectáreas) y agricultores sin tierras.

2.6.2 Socioeconómicas

El bajo nivel de ingreso en el sector rural, el aumento de la población, la mala distribución de la tierra, la pérdida de la fertilidad de los suelos, la falta de empleos y la búsqueda del ideal de riquezas en las familias campesinas, generan la expulsión de las poblaciones, hacia las ciudades, aumentando los cordones de pobreza hacia zonas rurales boscosas en donde ocurre la deforestación.

Para el año de 1970, en la Región de Playa Venado, la pequeña ganadería fue una clase en proceso de desintegración. Motivo por el cual los pequeños productores vendían sus tierras para emigrar a otras áreas de colonización, y, otros, al fracasar la empresa familiar entran a formar parte de los agricultores minifundistas, o peor aún, del campesinado sin tierras. Una prueba de que la ganadería extensiva primitiva en pequeña escala ya no era factible, fue la rápida disminución de pequeños ganaderos. Igualmente, la rápida destrucción de los bosques convirtió a la agricultura de subsistencia en una actividad económica, forzando a los minifundistas a depender cada vez del trabajo asalariado, (Heckadon, 1981).

2.6.2.1 Crecimiento demográfico

El crecimiento de la población que ha vivido el país a partir de los años 50, hizo que aquellos sectores campesinos de menores ingresos y sin acceso a la tierra, utilizaran la práctica de invasión de tierras, principalmente en áreas bosques, buscando la asignación de parcelas mediante los otorgamientos de derechos posesorios por parte de la reforma agraria.

Este factor representa un factor importante en el proceso de deforestación, pues provoca una mayor presión sobre los bosques y la tierra.

2.6.2.2 Pobreza

En el área rural, el fenómeno de la pobreza, es un aspecto social que condiciona de manera muy directa el estilo de uso de los bosques y la intensidad de su aprovechamiento.

Esta realidad responde al hecho de que, al ser la pobreza una condición en la que existe la escasez de recursos en manos de la población pobre, en su lucha por alcanzar mejores condiciones sociales, incursiona sobre los bosques para practicar sistemas de producción, que lejos de ofrecerle la satisfacción de sus expectativas económicas, no solamente la mantienen en igual situación, sino que además, la conducen hacia una condición de mayor pobreza. Eso debido a que la base de recursos naturales cuyo potencial, podría permitirle mejores ingresos mediante sistemas de producción sostenibles, es progresivamente destruida, limitando su propia oportunidad de superar su condición social.

2.6.2.3 Educación ambiental

La falta de desarrollo de una conciencia ambiental proteccionista y de uso sostenido de los recursos naturales en general, así como la inexistencia y la poca efectividad de programas de educación ambiental, la falta de orientaciones técnicas sobre el uso sostenido del recurso suelo, el desconocimiento de los efectos ecológicos, económicos y sociales de la pérdida y deterioro del recurso suelo, son algunos de los problemas que aquejan el sector forestal.

2.6.3 Tecnológicos

2.6.3.1 Transferencia tecnológica

El uso sostenido de los recursos forestales, depende de la utilización y el empleo de métodos de producción racionales, los cuales, para su debida aplicación, deben en primera instancia, adquirirse mediante la investigación y la convalidación de técnicas y en segundo lugar, requieren ser adecuadamente transferidos a los productores y usuarios de los bosques y los suelos. Este proceso exige tiempo y recursos económicos.

La investigación agropecuaria normada mediante Ley N° 51 del 28 de agosto de 1975, esta bajo la responsabilidad del Instituto de Investigación Agropecuarias de Panamá, el cual desarrolla investigaciones en cultivos agrícolas, ganadería, pastos y forraje.

La investigación es insuficiente y no llega a los productores marginales de subsistencia, los cuales representan más del 70% de los productores agropecuarios y que por lo general se localizan en las tierras marginales o poco productivas, con escasa capacidad para la producción agrícola. Esta situación obedece sobre todo a que la investigación agropecuaria está orientada principalmente hacia la producción comercial, (el número de productores beneficiados, es inferior al 30%, con respecto al total de los productores agropecuarios del país).

A pesar de los esfuerzos por transferir tecnologías adecuadas a los productores, se reconoce que existen limitaciones en la transferencia y que éstas responden a factores intra e interinstitucionales, presupuestarios y en gran medida, a la falta de un conocimiento a fondo de las condiciones socioeconómicas de los productores y de sus reales necesidades en materia de producción alimentaria.

En materia forestal la investigación desarrollada es muy limitada y no ha sido lo suficientemente sistematizada ni difundida, lo que ha limitado la consideración formal en las políticas económicas que estimulen la inversión. Aunque existen experiencias incipientes en manejo de bosques tropicales en otros países, éstas no se han convalidado en los bosques de Panamá, a fin de determinar su aplicabilidad y mejorar su utilización.

En el país no existe un Instituto Nacional de Investigación Forestal que se ocupe de los recursos forestales. Hace falta investigación aplicada sobre la potencialidad de la diversidad biológica tropical de los bosques. La investigación forestal en el área de silvicultura de plantaciones forestales se ha orientado más bien hacia especies exóticas potenciales para la reforestación.

2.6.3.2 Aprovechamiento forestal

En la actualidad los bosques de producción se estiman en 350,000 hectáreas (Análisis y estimaciones, ENA, ANAM, 1998). Los mismos no han sido delimitados ni cartográficamente ni a nivel de terreno y no constituyen un patrimonio controlado por el estado.

La industria forestal de Panamá se compone principalmente de aserraderos para el procesamiento de la madera, fabrica de contrachapados, muebles, papel y cartón. La misma

según cifras no actualizadas al año 1999, se compone principalmente de 44 aserraderos antiguos e ineficientes, 3 fabricas de contrachapado y 354 establecimientos de transformación secundaria (Dirección Nacional de Administración Forestal).

El aprovechamiento forestal se realiza en base a concesiones y permisos de áreas específicas y periodos definidos, conforme a normas establecidas por la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM).

Sin duda alguna, los recursos forestales constituyen un elemento importante de activo económico en el desarrollo actual y futuro del país y que fuesen sometidos a una gestión sostenida, permitirían una corriente permanente de beneficios sociales y económicos diversos e importantes de ingresos.

Como se ha mencionado anteriormente, el sector forestal ha sido objeto de notables cambios en las últimas décadas presentando una marcada evolución en la que se tipifican múltiples problemas. Entre estos se destaca la acelerada transformación de los bosques en tierras para la agricultura, ganadería, acción que se realiza mediante la colonización espontánea no controlada. En las zonas de frontera agrícola, los madereros consideran que no es viable proteger al bosque, ante el avance de la colonización. De esta manera se fomentan actividades de extracción de madera que contribuyen a consolidar el proceso de colonización.

2.6.3.3 Ganadería

La mayoría de los sistemas de explotación ganadera que se desarrollan en el país, están caracterizados por demandas significativas de superficies de tierra para el pastoreo de pocas reses y representan actividades que demandan grandes extensiones del recurso suelo para su desarrollo y ampliación, y esta demanda significa la expansión territorial mediante la habilitación de tierras a expensas de los bosques.

La quema de potreros es una práctica que se realiza anualmente en las actividades de ganadería extensiva, con la finalidad de renovar pastos y controlar y eliminar la aparición de malezas, ocasionando problemas de contaminación atmosférica y erosión de suelos.

La ampliación de la ganadería en general se dan en suelos que no son aptos para esta actividad, lo cual, por su fragilidad y baja fertilidad, no permiten una producción pecuaria a largo plazo ni con adecuados rendimientos.

Un aspecto que señala el carácter contradictorio de este tipo de ganadería, es la relación total de la superficie con pastos y el número total de cabezas de ganado. A pesar de que en la década de 1980-1990, la ganadería, como actividad productora de carne y leche, se ha mantenido estática, al no registrar incremento en el número de cabezas de ganado, la ampliación de la superficie con pastos sigue registrando un comportamiento ascendente (ver cuadro1).

Cuadro 1. Relación entre población bovina y superficie de pastos años 1950, 1960, 1970, 1980 y 1990

Año	Área con Pasto (ha)			Rebaño bovino nacional			Cabezas/ha
	Total	Absoluto	%	Total	Absoluto	%	
1950	555,086	-	-	570,023	-	-	1.03
1960	818,157	266,157	48.2	762,987	192,964	33.9	0.93
1970	1,140,795	322,638	39.4	1,259,892	496,905	33.9	1.10
1980	1,300,503	159,703	14.0	1,432,740	172,848	13.7	1.13
1990	1,470,559	170,056	13.1	1,339,487	(93,253)	2.3	0.93

Fuente: MIDA

Para 1980, la superficie bajo pastizales era de 1, 300,503 hectáreas y para 1990, cambio a 1, 470,559 hectáreas.

El hecho de que la superficie de pastos continúe creciendo, cuando la producción de ganado se mantiene casi estática, parece no tener explicación, y lo más preocupante es que esta situación está generando como resultado la deforestación de importantes áreas boscosas, sin que se sometan a la producción pecuaria, situación que equivale a destruir grandes riquezas naturales para destinarlas a la subutilización, restando así su función social y productiva; cuando lo mas estratégico y conveniente, desde la óptica socioeconómica y ecológica, sería destinar tales áreas y sus recursos a un uso de acuerdo a su capacidad potencial, y en el marco de aprovechamiento integral y de largo plazo.

2.6.3.4 Agricultura

ANAM, 1999, afirma que la explotación de la tierra por métodos tradicionales, denota claramente el carácter insostenible de gran parte de los sistemas de producción agrícola,

sobre todo de la agricultura marginal y de subsistencia y de gran parte de la agricultura practicada por productores intermedios.

Este tipo de agricultura, no solamente degrada rápidamente los suelos, sino que además, exige en el corto plazo, nuevas tierras, para lo cual se hace necesario el desmonte. Lo más agravante aún, es que en la actualidad este tipo de agricultura prácticamente se desarrolla en suelos de vocación forestal, que por su fragilidad, no soportan actividades de producción agrícola, al menos con los sistemas actualmente utilizados.

La naturaleza migratoria de la actividad agrícola, ocasionada por el agotamiento de la fertilidad del suelo, obliga al campesino a deforestar áreas nuevas de bosque.

Esta práctica vinculada a severos problemas sociales y a deficiencias en materia de técnicas adecuadas de producción, no solamente está provocando una significativa reducción de los bosques, como resultado de la habilitación de más tierras a la producción, al quedar en condiciones improductivas las ya deforestadas, sino que también, está adicionando al banco de tierras degradadas e improductivas del país, más suelos con severos procesos de deterioro e improductividad.

3.0 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Caracterización general

3.1.1 Ubicación geográfica

El estudio se realizó en la Región de Playa Venado, la cual se encuentra localizada en la Provincia de los Santos, República de Panamá. (Ver figura 1)

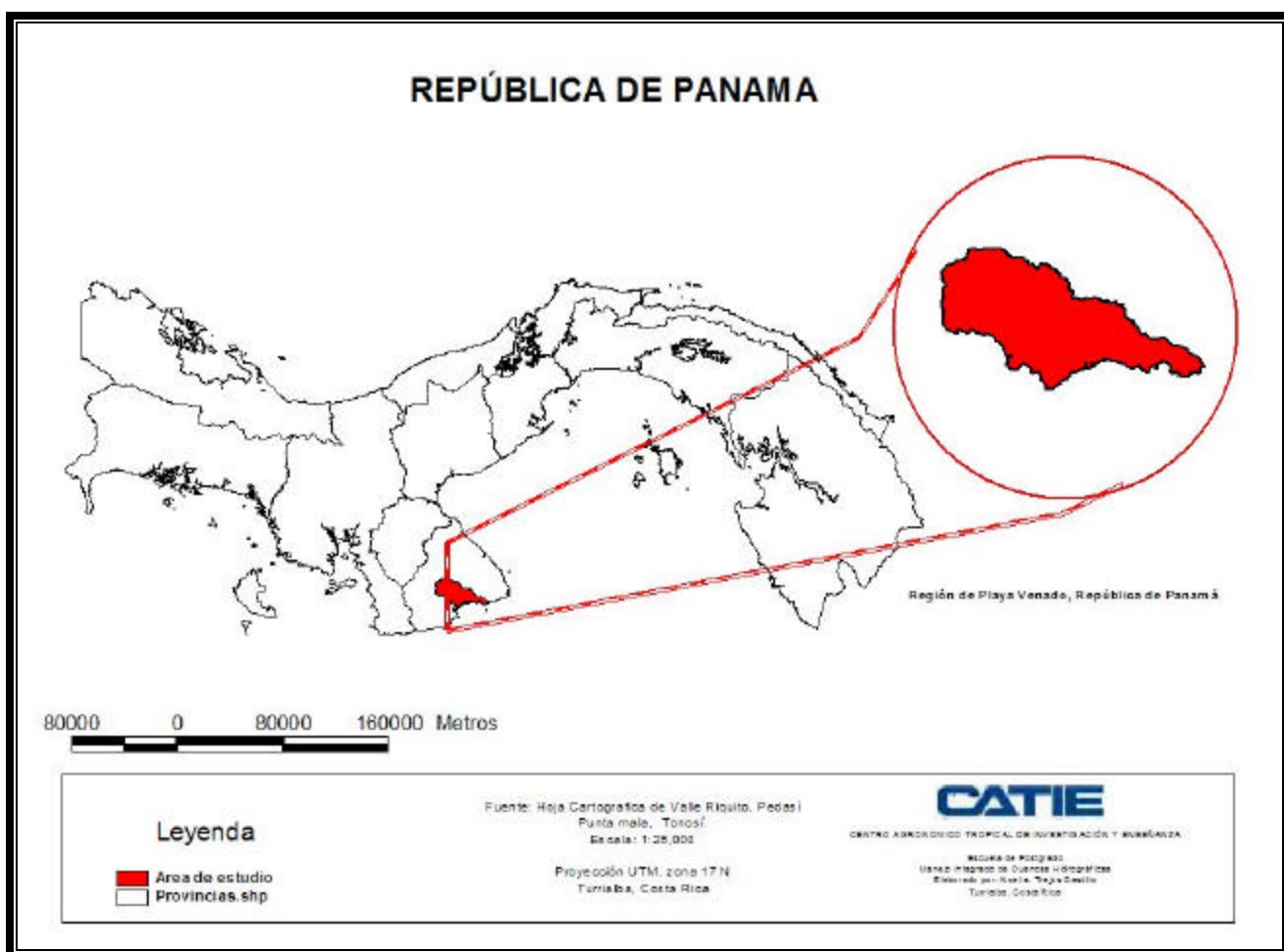


Figura 1. Ubicación de la Región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá.

La región de Playa Venado, comprende el territorio de llanuras y colinas costeras de los distritos de Las Tablas, Pedasí y Tonosí, específicamente los corregimientos de Nuario, La Miel y Bayano (Distrito de Las Tablas); Flores, Cacao, Cañas (Distrito de Tonosí); y Parte de Oria Arriba (Distrito de Pedasí), con una superficie aproximada de 40,839 ha, (figura 2).

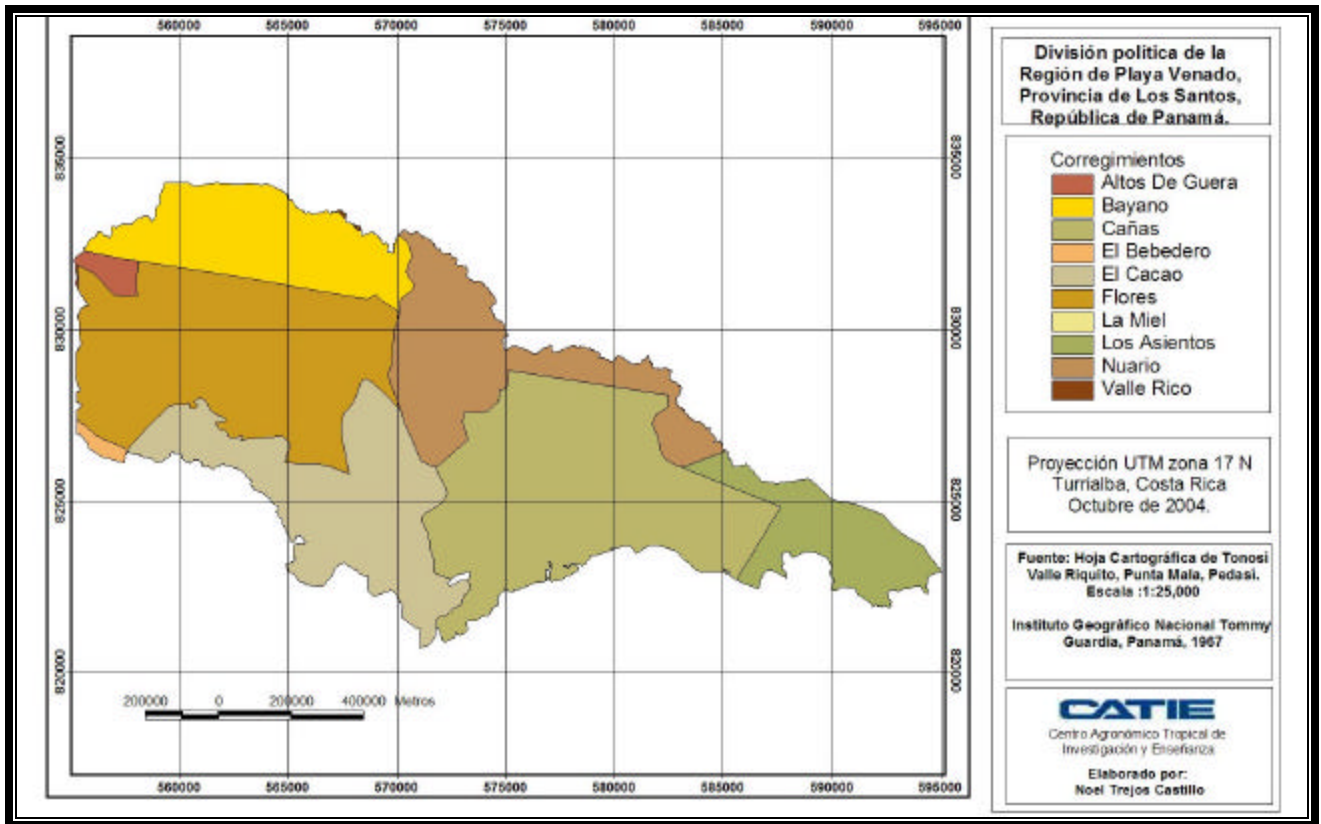


Figura 2. División política de la Región de Playa Venado, provincia de Los Santos, República de Panamá.

Geográficamente la región de Playa Venado se divide en dos: El Valle, de tierras bajas y aluviales, con múltiples ríos pequeños y las tierras altas, al norte, este y oeste del área de estudio. Según el Catastro de Suelos y Aguas de Panamá, dicha área de estudio se encuentra ubicada en la región hidrológica No. 126, la cual está conformada por las Microcuencas de los Ríos Limón, Cañas, y unas pequeñas quebradas (figura 3).

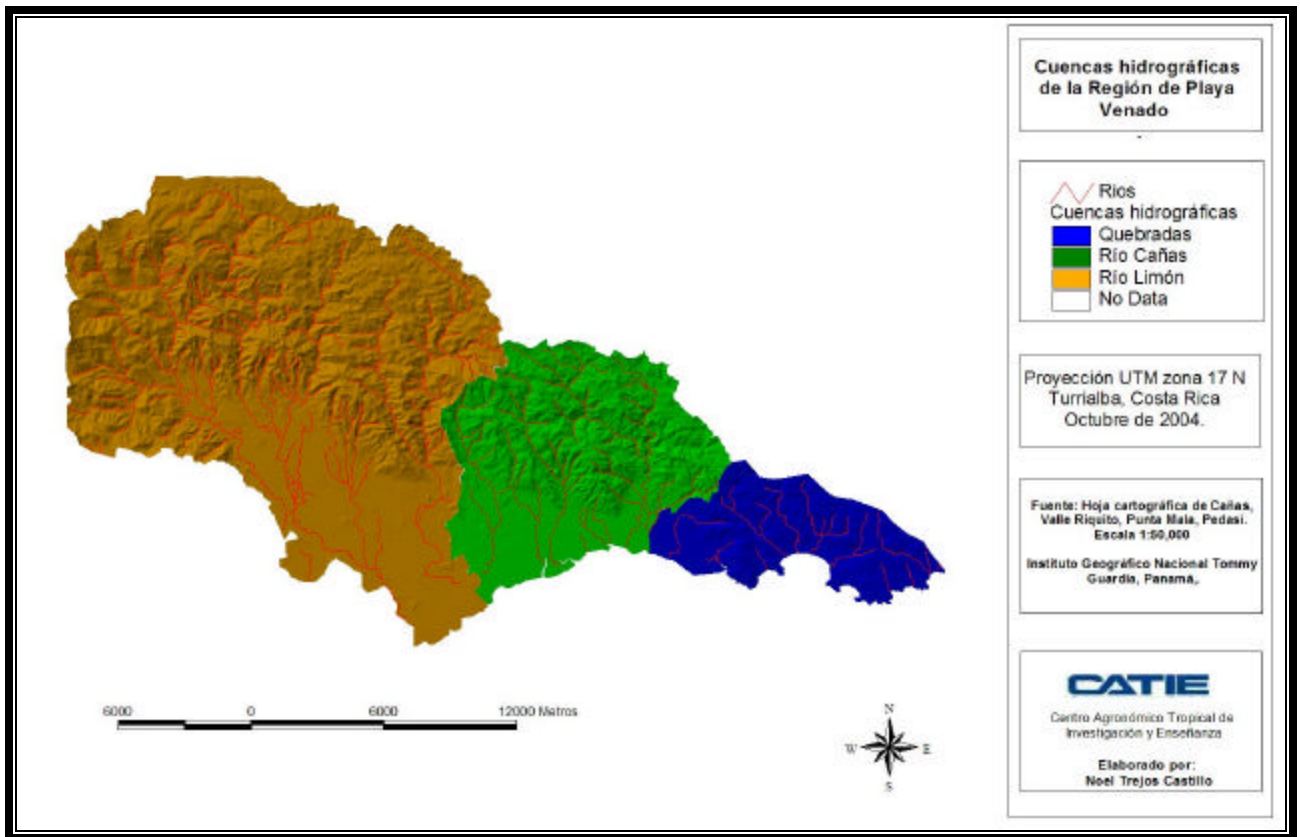


Figura 3. Cuencas Hidrográficas del Área de Estudio.

Por otra parte, la región de Playa Venado, forma parte de la Región del Arco Seco de Panamá, la cual abarca las Provincias de Los Santos, Herrera y Coclé y una pequeña parte de la Provincia de Panamá, desde Punta Chamé en la Provincia de Panamá, hasta Pausilipo en Santa Ana, en la Provincia de Los Santos, con una superficie aproximada de 2,420 Km², (figura 4).

Una de las características comunes que presenta esta región, es el proceso de desertificación y degradación de los recursos naturales presentes.

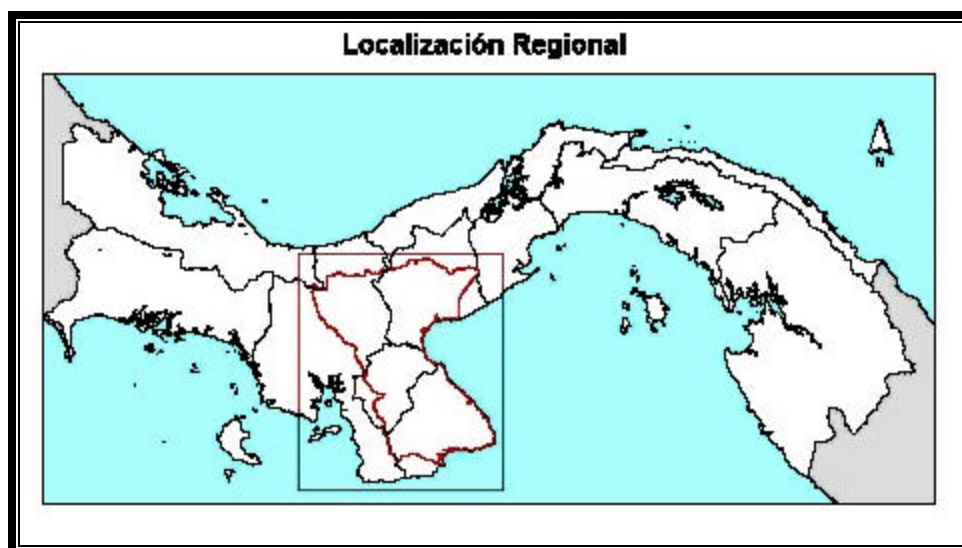


Figura 4. Región del Arco Seco de la República de Panamá

3.1.2 Población

El cuadro 2, presenta los datos de población a partir de los censos poblacionales de 1950, 1960, 1970, 1980, 1990 y 2000.

Cuadro 2. Datos poblacionales de los Distritos del Área de Estudio, de la región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá.

Provincia de Los Santos	Habitantes						Porcentaje de aumento				
	1950	1960	1970	1980	1990	2000	1950 - 1960	1960 - 1970	1970 - 1980	1980 - 1990	1990 - 2000
Distritos	1950	1960	1970	1980	1990	2000	-	-	-	-	-
Las Tablas	18,9	19,3	18,1	18,4	21,1	24,	2.2	-6.3	1.7	14.6	5.67
Pedasí	4,6	5,2	4,1	3,3	3,2	3,6	13.3	-20.7	-20.2	-0.75	9.78
Tonosí	4,1	8,1	10,6	9,2	9,3	9,7	96.1	30.2	-13.2	1.04	4.28

Fuente: Estadística y Censos Nacionales de Panamá.

Del cuadro 2, de censos poblacionales se puede observar que los Distritos de Las Tablas, Pedasí y Tonosí, en términos generales, han experimentado un aumento en la población a través de los años. Sin embargo, para el período de 1960-1970, los distritos de Las Tablas y Pedasí, presentaron un descenso en el porcentaje de aumento de población el cual fue de 6.3% y 20.7%, respectivamente, mientras que el Distrito de Tonosí, para el período de 1970-1980, presentó un descenso de población de 13.2%.

3.1.3 Tenencia de la tierra

Según información publicada por el Sexto Censo Nacional Agropecuario de 2001, en el área de estudio existen alrededor de 525 explotaciones rurales que no poseen título de propiedad, representando el 0.39% del total de explotaciones del país.

En la actualidad se está desarrollando un programa de legalización de tierras que de tener éxito mitigará la restricción para la obtención de financiamiento para la producción agropecuaria.

El tamaño de las explotaciones en el área de estudio representa en el cuadro 3

Cuadro 3. Productores agropecuarios y superficie en la Provincia de Los Santos, por ocupación principal según, distrito y corregimiento: año 2000.

Provincia, Distrito y Corregimiento	Total		Productores Agropecuarios					
	Número de Productores	Superficie (ha)	Agrícola		Pecuario		No agropecuario	
			Número de Productores	Superficie (ha)	Número de Productores	Superficie (ha)	Número de Productores	Superficie (ha)
Las Tablas								
Bayano	204	3,584.04	116	1,910.94	31	1,293.90	57	379
Nuario	10	243.75	2	14	5	218	3	11
La Miel	63	2,513.05	11	422.50	20	1,630.20	32	460
Pedasí								
Oria Arriba	68	2,594.73	35	460.41	22	2,100	11	34
Tonosí								
Cañas	249	6,327.95	114	1,469.77	50	3,789.85	85	1,068
El Cacao	178	3,014.88	56	1,225.93	26	1,332.94	96	456
Flores	133	6,568.76	46	1,691.53	40	4,334.52	47	542

Fuente: Sexto Censo Nacional Agropecuario.

3.1.4 Tipología de los productores predominantes

Según el plan de ordenamiento del Arco Seco, realizado por el Programa de Cooperación Horizontal de las Naciones Unidas para el Desarrollo, se ha podido reconocer las siguientes tipologías de productores predominantes en el área de estudio:

- ?? Productores campesinos, vinculados a las tierras altas, los cuales se caracterizan por realizar una agricultura de subsistencia de tala quema y cultivo.
- ?? Productores ganaderos, vinculados a las tierras VI y VII, a los cuales se le considera una de las tipologías mayoritarias de la región.

?? Productores ganaderos intensivos, vinculados a la producción en confinamiento de ganado bovino porcinos y aviar.

?? Acuicultores, los cuales se encuentran ubicados generalmente en los ambientes costeros asociados a manglares.

3.1.5 Marco Institucional

Según la tradición organizacional del estado en los países latinoamericanos, las instituciones involucradas en la administración de recursos naturales renovables son muy variadas, esta amplitud y diversidad de instituciones hacen que la administración de los recursos naturales renovables no resulte todo lo efectivo que debiera a causa de la complejidad de la coordinación entre todas y cada una de las entidades.

En la República de Panamá existe sin embargo un cambio en el modelo organizacional vigente, en los últimos años se ha diseñado una organización nacional orientada a competencias específicas que satisfagan los objetivos del desarrollo nacional.

En este sentido se ha creado la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) mediante ley No 41 en el año 1998, la misma es la institución rectora del estado en materia de preservación y ordenamiento de los recursos naturales y el ambiente.

El Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) tiene como área de competencia, propiciar la sostenibilidad de la producción del país, fortalecer la producción agrícola nacional y optimizar el aprovechamiento de los recursos naturales.

Esta institucionalidad está sustentada en la organización centralizada que presenta el Estado, la República de Panamá es una república unitaria y el estado nacional tiene representación y jurisdicción en todas las provincias.

Por lo que queda demarcado que las instituciones involucradas en la resolución de los problemas tanto ambientales como en la producción agropecuaria de la región de Playa Venado son las dos antes mencionadas (ANAM y MIDA). Le corresponde a la ANAM velar

por la preservación y ordenamiento de los recursos naturales y el ambiente y al MIDA le corresponde promover las producciones agropecuarias sostenibles que contribuyan al desarrollo integral de la región, a la seguridad alimentaria nacional y al mejoramiento de la economía nacional, a través de la generación de saldos exportables de productos agroalimentarios. Ambas instituciones deben coordinarse con los fines de lograr los objetivos antes mencionados.

3.2 Caracterización del medio físico

3.2.1 Clima

Según el Informe Nacional para la Implementación de la Convención de Las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación, el área de estudio comprende el territorio de Llanuras y Colinas Costeras de la Provincia de Los Santos. Según la clasificación de Köpen, el clima de la zona es tropical de sabana; posee una estación lluviosa que va de mayo o principios de junio hasta finales de noviembre, y una estación seca prolongada que comprende los meses restantes del año. Según el Atlas Nacional de Panamá, la precipitación fluctúa entre 1100 y 1500 mm en promedio a largo plazo distribuidos en forma irregular, caracterizándose las precipitaciones por su alta intensidad y corta duración.

Las lluvias se concentran en la estación húmeda (invierno) que va desde mayo a noviembre, siendo la estación seca, el verano periodo que va de diciembre a abril, en donde se registran temperaturas superiores a los 42 °C. Los datos pluviométricos de la provincia de Los Santos por distrito, según el Plan Nacional de Riego del Ministerio de Desarrollo agropecuario (MIDA) se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Datos pluviométricos de la Provincia de Los Santos por Distrito.

Distrito	Área (km ²)	Lluvia Max. (mm/año)	Lluvia Med. (mm/año)	Lluvia Min. (mm/año)
Guararé	216	1951	1160	772
Las Tablas	698	1539	1267	1065
Los Santos	429	1601	830	429
Macaracas	504	2149	1626	1081
Pedasí	384	1539	1267	1065
Pocrí	280	1539	1267	1065
Tonosí	1249	4305	2159	1302

Fuente: Plan Nacional de Riego, año 1997

Los datos de déficit de agua, según los balances hídricos de los periodos de 1967 a 1999, elaborados por ANAM, se representan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Déficit hídrico de la provincia de Los Santos, por Distrito.

Est. de aforo	Evap. Potencial	Precipitación	Déficit de agua en Verano
Los Santos	1264	1040	390
Guararé	1365	865	500
Las Tablas	1335	1058	405
Pocrí	1332	1252	367
Pedasí	1336	1464	374
La Palma	1337	1210	377
Los Ángeles	1336	1210	403
Las trancas	1332	1179	367

Fuente: Departamento Nacional de Agrometeorología de la Dirección Nacional de Cuencas Hidrográficas, año 1999.

Los datos de los balances hidrológicos de diferentes estaciones de aforo dispersas en la provincia de Los Santos, difiriendo los periodos de estación de aforo, demuestran que salvo pocas excepciones el déficit hídrico durante la estación seca oscila entre los 367 y 500 mm.

A esta situación se agrega la particularidad de que en Panamá el evento El Niño es sinónimo de sequía en la vertiente del Pacífico, caracterizándose por que el régimen de lluvia se ve afectado tanto en número de días, cantidad y distribución, por tanto este evento las precipitaciones son intensas, de corta duración y con poca cobertura espacial.

Los efectos de El Niño dependiendo de su intensidad pueden durar entre 12 y 18 meses, la alteración del comportamiento de las lluvias afecta de manera directa a la agricultura, la ganadería, la acuicultura, la pesca, la producción de energía, la salud pública e indirectamente a los sectores industria y servicios

3.2.2 Fisiografía

Como se mencionó anteriormente, la Región de Playa Venado se divide en dos zonas: el Valle con Tierras Bajas, las cuales poseen pendientes que van de 0 a 3% y las Tierras de Laderas que se ubican al Norte, este y oeste del área de estudio las cuales presentan

pendientes mayores de hasta un 75%. En términos generales la topografía es características de tierras de laderas con una pendiente media es de 23%.

Por otra parte el área de estudio posee una elevación media de 161 msnm, que va desde el nivel del mar hasta 870 m.

En el cuadro 6 se presenta un detalle de la configuración del terreno del área de estudio, derivado del análisis del modelo digital de elevación.

Cuadro 6. Distribución fisiográfica porcentual de la Región de Playa Venado.

Rango de Pendiente (%)	Área (ha)	Área (%)
De 0 a 3	12777.10	31.28
De 3 a 8	1967.67	4.81
De 8 a 15	2610.68	6.39
De 15 a 30	8164.46	19.99
De 30 a 60	10376.30	25.40
De 60 a 75	4343.49	10.63
Mayor que 75	600.03	1.46

3.2.3 Geología

Según el mapa geológico de Panamá (IGNTG, 1991), la composición geológica del área de estudio está mayormente compuesta de la formación K-E s-v, en un 68.88%, la cual consiste principalmente en suelos de origen ígneo extrusivo indiferenciado (depósito en agua), del período cretáceo terciario (sin dividir). La formación K-E ca-ar, que consiste en suelos de origen sedimentario (caliza-arenisca), del periodo cretáceo terciario (sin dividir), cubre un 15.54%. En el resto del área se encuentra la formación F8_I_b en un 6.18%, el cual consiste en suelos con textura predominantes de sedimentos artificial sin consolidar (como arena, grava, piedras o rodados) de origen fluvial de llanura aluvial tipo complejo o poliforme.

También en el área de estudio existen otras formaciones geológicas, pero en un menor porcentaje, (cuadro 7).

Cuadro 7. Distribución geológica del área de estudio

ID	Formación (Nomenclatura)	Descripción	Area (%)
1	K-E s-v	Suelos de origen ígneo extrusivos indiferenciado (deposito en agua), del período cretáceo terciario (sin dividir)	68.88
3	K-E ca-ar	Suelos de origen sedimentario (caliza-arenisca), del periodo cretáceo terciario (sin dividir)	15.54
4	F1 lb	Suelos con textura predominantes de sedimentos artificial sin consolidar (como: arena, grava, piedras o rodados) de origen fluvial de llanura aluvial tipo común con un nivel freático profundo (> 1.50 metros).	2.81
5	F11 lb	Suelos con textura predominante de sedimentos artificial sin consolidar (como: arena, grava, piedras o rodados) de origen fluvial (pantano, manglar), con un nivel freático profundo (> 1.50 metros).	0.048
6	F1 llb	Suelos con textura predominante de sedimentos artificial sin consolidar (como: limo) de origen fluvial de llanura aluvial tipo común, con un nivel freático profundo (> 1.50 metros).	0.45
7	M1 llm	Suelos con textura predominante de arcilla y de origen marino (pantano, manglar), con nivel freático superficial	3.59
8	M2 II i	Suelos con textura predominante en sedimentos sin consolidar (como el limo), de origen marino (cuesta de playa); con un nivel freático intermedio =1.50 metros, de la superficie.	1.20
9	F8 lb	Suelos con textura predominantes de sedimentos artificial sin consolidar (como arena, grava, piedras o rodados) de origen fluvial de llanura aluvial tipo complejo o poliforme, con un nivel freático profundo (> 1.50 metros).	6.18
10	F12 llm	Suelos con textura predominante de sedimentos artificial sin consolidar (como: arcilla) de origen fluvial (ciénega), con un nivel freático superficial.	0.22
11	M2 lb	Suelos con textura predominante de sedimentos artificial sin consolidar (como: arena, grava, piedras o rodados) de origen marino (cuesta de Playa), con un nivel freático profundo (> 1.50 metros).	0.05
12	M5 llm	Suelos con textura predominante de sedimentos artificial sin consolidar (como: arcilla) de origen marino (ciénega-vegetación herbácea únicamente), con un nivel freático superficial.	0.28
13	F12 llm	Suelos con textura predominante en sedimentos sin consolidar (como el limo), de origen fluvial de llanura aluvial (tipo meandro); con un nivel freático superficial.	0.28
14	F4 ll	Suelos con textura predominante en sedimentos sin consolidar (como el limo), de origen fluvial de llanura aluvial (tipo meandro abandonado); con un nivel freático intermedio =1.50 metros, de la superficie.	0.06
15	F9 lb	Suelos con textura predominantes de sedimentos artificial sin consolidar (como arena, grava, piedras o rodados) de origen fluvial de llanura aluvial tipo terraza, con un nivel freático profundo (> 1.50 metros).	0.04
16	F2 lb	Suelos con textura predominantes de sedimentos artificial sin consolidar (como arena, grava, piedras o rodados) de origen fluvial de llanura aluvial tipo meandro, con un nivel freático profundo (> 1.50 metros).	0.0009
24	M3 llb	Suelos con textura predominante de sedimentos artificial sin consolidar (como: limo) de origen marino (llanura costera), con un nivel freático profundo (> 1.50 metros).	0.31

Fuente: Mapa Geológico de Panamá, 1991.

3.2.4 Vegetación

En el cuadro 8 se presenta la superficie boscosa de la Provincia de Los Santos, basado en el en el trabajo elaborado por la Dirección de Cuencas Hidrográficas del Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables, en el año 1992.

Cuadro 8. Cobertura boscosa a nivel de distrito, de la Provincia de Los Santos.

Distrito	Superficie por distrito (km ²)	Superficie boscosa en (km ²)	(%)
Guararé	215,6	0,70	0,32
Las Tablas	698,5	12,15	1,73
Los Santos	428,6	6,44	1,50
Macaracas	504,4	4,51	0,89
Pedasí	384,4	4,70	1,22
Pocrí	279,6	7,14	2,55
Tonosí	1.294,3	260,49	20,12
TOTAL	3.805,5	296,13	7,78

Fuente: Dirección de Cuencas Hidrográficas del Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables, año 1992.

De las estadísticas que se desprenden del informe de cobertura boscosa elaborado por la Dirección de Cuencas Hidrográficas del Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables, en el año de 1992, se observa que la mayoría de la superficie del territorio del área de estudio ha sido deforestada, siendo un gran porcentaje de la misma en la actualidad ocupada por pasturas naturales y mejoradas de uso ganadero.

3.3 Materiales y Equipo

3.3.1 Materiales

- ✍ Hojas cartográficas digitalizadas de 1:50000 del área de estudio.
- ✍ Fotografías aéreas a una escala de 1:40000.
- ✍ Imágenes de satélites.
- ✍ Barreno.
- ✍ Sistema de posicionamiento global (GPS)
- ✍ Computadora portátil

3.3.2 Programas.

- ✍ Sistema de información geográfica, Arc View V. 3.3, Erdas Image V. 8.5, Easy Trace IDRISI 32 V. 2.0, Cartalinx.
- ✍ SIDIAT, 2002. Software para sistema de diagnóstico de las tierras tropicales (SIDIAT), (Cubero *et al* 2002).

3.4 Procedimientos

Para el presente trabajo la parte metodológica se ha subdividido en cinco fases, las cuales definen cada objetivo específico o actividad macro a la cual aportan. Las cinco fases se presentan a continuación.

3.4.1 Determinación de la capacidad de uso de la tierra

Para la determinación de la capacidad de uso de la tierra se utilizó la metodología para la determinación de la capacidad de uso de la tierra de Costa Rica, descrita por el (MAG, 1995), la cual sirvió para corroborar y ajustar la clasificación agrológica del área de estudio, la cual fue realizada por Reforma Agraria y el grupo de Consultores Catapan, en 1967.

En este sistema se reconocieron como factores para definir subclases, limitaciones debidas a erosión, suelo, drenaje y clima.

3.4.2 Determinación de los patrones de uso de la tierra

Para ello se efectuó un análisis multitemporal que se definió en un periodo de 35 años. Se realizó una superposición automática de las distintas capas de uso de la tierra, con la información obtenida de las fotografías aéreas de los años de 1966, 1981 y 2001, mediante la interpretación visual utilizando la digitalización en pantalla.

El traslape de la información contenida en las fotografías aéreas del año de 1966 con las informaciones de las imágenes del año 1981 y 2001, permitió analizar la secuencia de cambios producidos en el uso de la tierra y en la cobertura forestal, en un transcurso de 35 años.

La transición de clases de uso entre los diferentes escenarios fue analizado mediante la generación de matrices Markovianas de transición (Bell, 1998; Barito, 2000), las cuales mostraron las probabilidades de transición entre categorías de un período a otro.

3.4.3 Factores directrices del cambio de uso de la tierra

Para la determinación de los factores directrices relacionados al cambio de uso de la tierra fue necesario realizar una recopilación y análisis de información existente, la cual fue obtenida en las oficinas o agencias de desarrollo, centros de investigación, censos, estudios existentes de la zona, monografías, etc. Luego con la finalidad de corroborar dichos datos

fue necesario realizar una entrevista semiestructurada a los pobladores del área mayores de 45 años.

Por otra parte, se realizaron mapas de elementos físicos, que incluyen carreteras, precipitación, pendientes, modelo de elevación digital y ríos. Posteriormente, a través de un análisis de componentes principales se determinó cuáles de estos factores provocaron los cambios en el uso de la tierra.

3.4.4 Identificación de las áreas críticas

Para ello se utilizó la metodología descrita por Saéenz, *et al.* (1997). El concepto de áreas críticas obedece a las zonas con mayor degradación del suelo producto de la mala utilización que se le da al mismo.

Según Sáenz (1997), la base de esta metodología cualitativa es de origen español y fue adaptada a las condiciones tropicales. Para ello se utilizó una escala de valores, la cual puede se presenta en a mayor detalle, en el acápite 3.7. La información que se buscó generar especialmente fue:

- ?? **Potencial erosivo:** determinado principalmente por la pendiente y el material de origen del suelo de la región. Para ello se clasificarán en términos de alto, medio y bajo de acuerdo al grado de erodibilidad del material del suelo y el porcentaje de inclinación de la pendiente.
- ?? **Protección del suelo:** para esta se le asignarán valores de acuerdo al tipo de cobertura que tenga el suelo en su uso actual y el grado de protección que esta le ofrezca al mismo.
- ?? **Estado erosivo:** esta matriz será creada a partir de la matriz de potencial erosivo y la de protección del suelo antes creada.

Las áreas críticas fueron determinadas con la utilización de la extensión, Spatial Analysis (Seate, 2004), con la cual se sobrepuso topológicamente la información espacial de estado erosivo y conflicto de uso con el objetivo de obtener una cobertura digital de riesgo de degradación.

El resultado final fue mapa donde se observan áreas con diferentes zonas riesgos de degradación, seleccionando como críticas aquellas que obtuvieron niveles de riesgo medio y alto.

3.5 Estrategia de investigación

El trabajo se estructuró en las siguientes etapas.

3.5.1 Preparación

3.5.1.1 Recopilación de información biofísica existente sobre el área de estudio

Esta etapa se realizó con el propósito de obtener un conocimiento general del área del estudio, para ello se efectuó una recopilación y análisis de información existente, la cual fue obtenida en las oficinas o agencias de desarrollo, centros de investigación, el Instituto Geográfico Nacional, censos, estudios existentes de la zona, etc.

3.5.2 Elaboración de mapas bases

3.5.2.1 Modelo de elevación digital

Para la realización del modelo de elevación digital primeramente se georeferenció las hojas cartográficas 4138 I, 4138 II, 4138 III, y 4138 IV, las cuales pertenecen a las áreas de Pedasí, Punta Mala, Tonosí y Valle Riquito, respectivamente. Luego se procedió a efectuar la digitalización de las curvas de nivel a una escala de 1:25,000 y finalmente se procedió a la realización del modelo de elevación digital.

3.5.2.2 Unidades fisiográficas

Para la elaboración del mapa de unidades fisiográficas, se basó en el mapa de capacidad agrológica del área de estudio, confeccionado por Reforma Agraria y supervisado por la Dirección Cartográfica y el grupo de Consultores Catapan en 1967. Para ello se digitalizaron los mapas de Capacidad Agrológica de Valle Riquito, Tonosí, Pedasí y Punta Mala, a una escala de 1:50,000 y 1:20,000.

3.5.2.3 Mapa de geología

Se digitalizaron los mapas de geología y geomorfología de Pedasí, Tonosí, Valle Riquito y Punta Mala, a una escala de 1:50,000. Dichos mapas de Geología y Geomorfología fueron confeccionados por Reforma Agraria, en 1967. Posteriormente se procedió a actualizar los

mapas, con la información obtenida en el Mapa Geológico de Panamá realizado por el Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia, en el 2002.

3.5.2.4 Mapa de uso actual de la tierra

El mapa de uso actual de la tierra se determinó mediante técnicas de interpretación cartográfica o aerofotográfica. Se identificaron y delimitaron los usos actuales de la región a una escala de 1:25,000 y con una escala mínima de mapeo de 500 m². Para la determinación de estos usos se basó en una interpretación y análisis del paisaje en términos de cobertura.

Previo a lo que se puede interpretar y discriminar de las fotografías aéreas a su propia escala, se definieron las categorías de cobertura vegetal de la tierra, estandarizadas con sistemas internacionales. La leyenda uniformizada del tipo de cobertura fue basada y adaptada de acuerdo a la clasificación de la FAO (1996): Hobbs y Wilson, 1998; Morales y Klein, 2001 (Cuadro 9).

Cuadro 9. Clasificación convencional de categoría de uso de la tierra.

ID	Categoría de Uso	Simbología	Descripción
1	Centro Urbano	CU	Áreas de desarrollo urbano
2	Suelo sin cobertura	SSC	Área sin cobertura permanente
3	Pasto	PS	Pasturas sin coberturas o con escasos árboles < del 10% de cobertura
4	Pasto con árboles aislados	PSa	Pasturas con árboles disperso mayor al 10% de cobertura.
5	Cultivos anuales y perennes	C	Cultivos sin cobertura forestal
6	Charral o bosque secundario joven	CH	Posibles tierras de descanso agrícola
7	Bosque primario	BP	Bosque con vegetación arbórea original.
8	Plantaciones	PL	Plantación forestal y agroforestal
9	Manglares	M	Agrupación de árboles que se desarrollan en terrenos anegados.

3.5.3 Determinación de la capacidad de uso de la tierra

El estudio corresponde al tercer nivel de orden (semidetallado). La escala de publicación es de 1:25,000 y una escala mínima de mapeo de 4 ha.

El Ministerio de agricultura y Ganadería (MAG) de Costa Rica (1995) recomienda realizar una densidad de 5 observaciones/km² en cada unidad fisiográfica, pero debido a que ya se cuenta con un mapa de capacidad agrológica del área de estudio, se procedió a realizar las observaciones y muestreos en los puntos ubicados estratégicamente con la finalidad de actualizar y de corroborar los datos de dicho mapa con la metodología de capacidad de uso de la tierra del MAG.

3.5.3.1 Verificación de los límites de las unidades de mapeo

Una vez homogenizados las distintas unidades de tierra, cuya base principal ha sido el mapa de capacidad agrológica de 1967, se procedió a realizar la verificación de los límites de las unidades de mapeo en campo por medio de recorridos por toda el área de estudio, donde se realizaron observaciones y muestreos a través de barrenamientos.

3.5.3.2 Medición de los factores determinantes de las unidades de manejo.

En boletas de campo se anotaron las mediciones realizadas para la obtención de cada uno de los parámetros definidos en el inciso 3.4.1, en los sitios previamente ubicados en el terreno y verificados en campo. Dicha boleta de campo puede ser observada en el anexo 2.

3.5.3.3 Procesamiento de los parámetros de la evaluación de uso de la tierra

Después de haber tomado los datos de campo, se procedió a determinar la clase, subclase y la unidad de manejo según corresponde a cada unidad fisiográfica.

3.5.3.4 Integración de los parámetros al mapa de unidades de tierra

El mapa base, que inicialmente era el mapa de unidades fisiográficas, ahora será temático con la información de los factores limitante en cuanto a suelos, erosión, drenaje y clima. Esto implicó que algunas unidades se unieran o bien se disgregaran en otras. Cada nueva unidad se caracterizará por una clase de capacidad, según la región donde se ubica el sitio en estudio.

3.5.3.5 Elaboración del mapa de capacidad de uso

A cada unidad de tierra identificada en el mapa resultante del proceso anterior, con base en los niveles adoptados por cada factor limitante, se le asignó una categoría de capacidad de uso. El producto resultante es el Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra.

3.5.4 Determinación de los patrones de uso de la tierra

Se analizaron tres escenarios de uso que dependieron de la disponibilidad de información confiable, grado de detalle, espaciamiento temporal uniforme y cobertura total del área de estudio. La cobertura temporal comprendió un periodo de 35 años. No fue posible obtener el material fotográfico aéreo, previo al escenario de 1980, dada a la no disponibilidad del mismo por motivo de daños, por lo que se utilizó un mapa de Uso de la Tierra de 1966, confeccionado por Reforma Agraria y supervisado por la Dirección Cartográfica y el grupo de Consultores Catapan en 1967. Para ello se digitalizó en pantalla los mapas de Uso de la Tierra de Valle Riquito, Tonosí, Pedasí y Punta Mala, a una escala de 1:25,000. (Ver cuadro 10)

Cuadro 10. Información básica de los escenarios analizados

Escenario	Escala	Tipo de Censor	Observaciones
1966	1:50,000	Mapa de uso de la tierra	Facilitado por la Dirección Nacional de Reforma Agraria.
1981	1:40,000	Fotografías aéreas del año de 1981	Instituto Geográfico de Panamá Tommy Guardia
2002	1:20,000	Fotografías aéreas del año de 2001.	Facilitada por la Autoridad Nacional del Medio Ambiente.

3.5.4.1 Proceso de la información

Para la captura de información en el primer escenario (1966) se procedió a la digitalización en pantalla de cada una de las categorías de uso de los Mapas de Uso de la Tierra de Valle Riquito, Pedasí, Punta Mala y Tonosí. Luego fue necesario realizar una reclasificación de acuerdo a las categorías de uso que se han establecido en este trabajo.

3.5.4.1.1 Ortorectificación

Las fotografías aéreas de 1981 fueron escaneadas a una resolución de 450 ppp (puntos por pulgadas) y se procedió a ortorectificarlas utilizando como referencia las fotografías aéreas ortorectificadas del año 2001, facilitada por el departamento de Ordenamiento Territorial de

la Autoridad Nacional del Ambiente, de la República de Panamá. De igual manera, también fueron utilizados los mapas de confluencia de los ríos, picos de elevación e intersección de caminos, lográndose un error RSM máximo de 8.5 m.

3.5.4.1.2 Fotointerpretación

Definición de leyenda: Previo a la interpretación, se definieron las categorías de cobertura vegetal de la tierra, estandarizadas con sistemas internacionales, las cuales sirvieron para homogenizar cada uno de los tres escenarios a analizar.

Estimación de áreas por tipo de uso de la tierra

En donde se analizaron las transiciones de cambio en términos probabilísticos entre escenarios por medio de la cadena de Markov, fue necesario definir el tamaño de la parcela y la población óptima de la muestra. Para ello, se transformó a formato raster de diferente tamaño de píxel (10X10, 20X20, 50X50 y 100X100 m) los mapas vectoriales de uso de la tierra de ambos estados del período, en las cuales se distribuyeron completamente al azar unidades de muestreo (puntos o parcelas) para tamaños de muestra n_i (100, 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000) utilizando la extensión "Random points generador v 1.27, (Genes, J, 2003).

Para cada tamaño de muestra n , de cada tamaño de píxel, se estimó en una categoría de uso (pasto) la varianza estimada de p (probabilidad de cambio) dada por la ecuación (Scheaffer, *et. al* 1987):

$$\hat{p}(\hat{p}) = \frac{\hat{p}(\hat{q})}{n + 1}$$

$\hat{p}(\hat{p})$ Varianza estimada

\hat{p} Probabilidad de cambio

\hat{q} Probabilidad de no cambio;

n Número de parcelas contenidas en cada categoría evaluada (pastos).

Se modeló el comportamiento de la varianza $\hat{p}(\hat{p})$ en función del tamaño de píxel y tamaño de muestra (cuadro 11 y Figura 5) para elegir el tamaño de píxel óptimo.

Cuadro 11. Varianza estimada de p (probabilidad de cambio) para la categoría de pastos por número total de puntos

Número total de puntos	Puntos en pasto (n)	Parcelas sin cambio	Parcelas con cambios	q	p	$\hat{p}(\hat{p}) = \frac{pq}{n-1}$
100	23	9	14	0.3913	0.609	0.010826603
500	114	45	69	0.3947	0.605	0.002114333
1000	241	84	157	0.3485	0.651	0.000946093
1500	345	134	211	0.3884	0.612	0.000690543
2000	458	182	276	0.3974	0.603	0.000524002
2500	582	218	364	0.3746	0.625	0.000403214
3000	706	286	420	0.4051	0.595	0.000341835
3500	825	338	487	0.4097	0.59	0.000293502
4000	23	9	14	0.3913	0.609	0.010826603
4500	114	45	69	0.3947	0.605	0.002114333
5000	241	84	157	0.3485	0.651	0.000946093

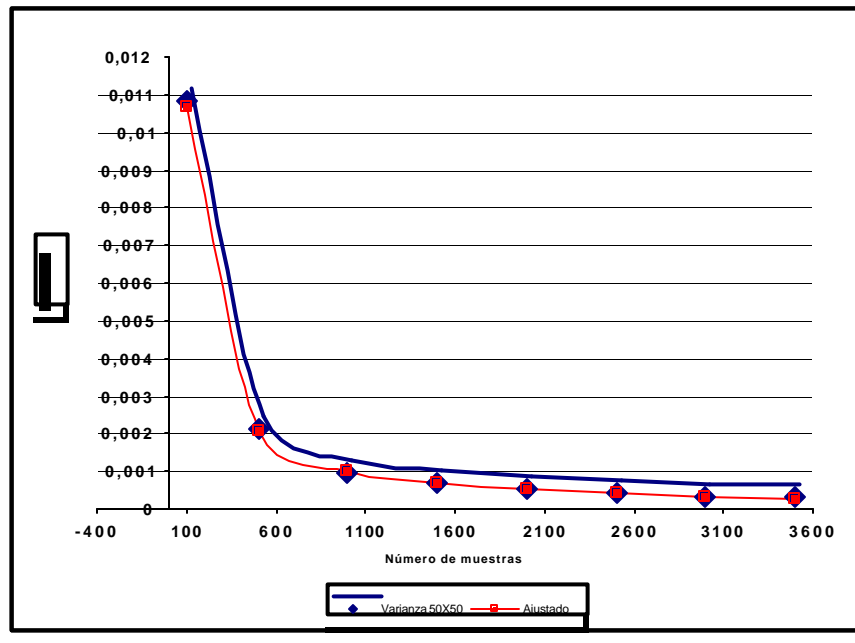


Figura 5. Comportamiento de la varianza muestral y del modelo de regresión logarítmico $\log Y = a + b \log X$ estimado en función del número de muestras de probabilidad de cambio p .

El número de puntos y la varianza obtenida fueron evaluados en un modelo de regresión logarítmico utilizando el software estadístico SAS. Así, mediante la ecuación lineal que minimiza la varianza,

$$\log Y = a + b \log X$$

se determinó el tamaño óptimo de la muestra n en 3000 parcelas o puntos aleatorios a generar. (Ver figura 5).

El tamaño del píxel se eligió considerando los estimadores de los modelos del comportamiento de la varianza $\hat{\rho}(\hat{p})$ presentados en el cuadro 12, donde se aprecia que utilizando píxeles de 50X50m se logra menor variación, además el modelo explica en 99.91% la variación entre la varianza estimada de p y el tamaño de la muestra n . El tamaño óptimo de la muestra utilizando píxeles de 50X50m para estimar p , es menor que usando “n óptimo” utilizando píxeles de 10x10 m ó 20X20 m.

Cuadro 12. Modelos de la Varianza muestral $\hat{\rho}(\hat{p})$ en función del tamaño de píxel.

Tamaño de píxel (m)	Modelo $\log Y = a + b \log X$	R ²	Desviación estándar	Pr>F
10 X 10	$\log Y = 0.1156 - 1.0121(\log X)$	0.9986	0.003947172	0.0176
20 X 20	$\log Y = 0.2744 - 1.0320(\log X)$	0.9971	0.003943924	0.0180
50X50	$\log Y = 0.1316 - 1.0146(\log X)$	0.9991	0.003608222	0.0159
100X100	$\log Y = 0.1159 - 1.0122(\log X)$	0.9986	0.003608063	0.0160

En el presente trabajo, la unidad básica de información seleccionada fue una parcela o píxel de dimensiones 50X50 m (0.25 ha), definida con la finalidad de mantener la homogeneidad de análisis en cada uno de los periodos a estudiar. En la figura 6, se puede observar la ubicación final de los puntos aleatoriamente generados en el contexto territorial del área de estudio. Mediante la operación extract grid value de la extensión mila grid utilities v.1.3, (Guisard, V, 2001), se pudo extraer de cada uno de los puntos, la información sobre el uso de la tierra en cada escenario analizado, la cual era indispensable para la realización del análisis multitemporal a través de la cadena de Markov.

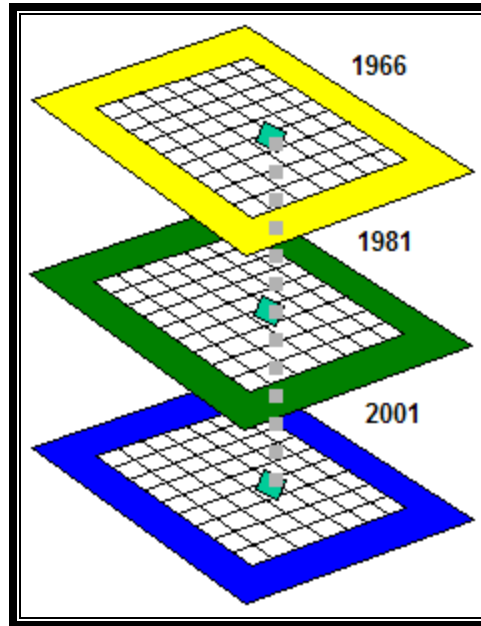


Figura 6. Representación gráfica del proceso de superposición de los escenarios de uso y la captura de atributos tabulados para cada parcela de la muestra $n = 3000$.

3.5.5 Análisis multitemporal

A partir de los resultados de mapas de uso de la tierra de los períodos de 1966, 1981 y 2001, se han construido dos matrices de transición, una para cada combinación de mapas (1966-1981, 1981-2001).

Hay que tener en cuenta que se considera una cadena de Markov cuando:

- ?? Cada resultado pertenece a un número finito de resultados $\{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ llamado estado espacial del sistema; si el resultado del n -ésimo es a_i , entonces podemos decir que el sistema está en estado a_i en el tiempo n o en el n -ésimo paso.
- ?? El resultado de cualquier proceso depende directamente del proceso inmediatamente precedente y no de otros resultados previos; cada par de estados $(a_i$ y $a_j)$ nos proporciona la probabilidad de p_{ij} de a_j ocurra inmediatamente después de a_i .

Este proceso estocástico se llama cadena (finita) de Markov (Lipschutz, 1968, citado por Peña, 2001). Los números p_{ij} se llaman probabilidades de transición, y se ordenan en una matriz cuadrada (filas = columnas) llamada matriz de transición.

$$P = \begin{Bmatrix} P_{11}, P_{12} \dots P_{1m} \\ P_{21}, P_{22} \dots P_{2m} \\ \dots \dots \dots \\ P_{m1}, P_{m2} \dots P_{mm} \end{Bmatrix}$$

De este modo, a cada estado a_i le corresponde la i -ésima fila ($P_{i1}, P_{i2} \dots P_{im}$) de la matriz de transición P ; si el estado está en el a_i , entonces este vector fila representa todas las probabilidades del siguiente proceso y por tanto, esto es un vector de probabilidad.

La matriz de una transición P de una cadena de Markov es una matriz estocástica si se cumple que:

- ?? Cada una de las entradas P es no negativa.
- ?? La suma de cada fila es 1.

La entrada p_{ij} de una matriz de transición P de una cadena de Markov es la probabilidad de que el sistema cambie del estado a_i al estado a_j en un paso: $a_i \rightarrow a_j$. Entonces el n -ésimo paso de la matriz de transición es igual a la n -ésima potencia de P , es decir $P^{(n)} = P^n$.

En este contexto está dado que para un determinado instante (t_n) el uso de la tierra es estática y la variabilidad encontrada en el paisaje es espacial. Asimismo, descritas las clases de uso discriminadas como Unidades de Tierra UT , las posibles transiciones de UT_i a UT_j entre dos instantes (t_n, t_{n+1}), generara una matriz con dimensiones $i = 1, 2, 3, \dots, I$ filas y $j = 1, 2, 3, \dots, J$ columnas, compuestas por $m^2 = I * J$ posibles combinaciones de cambios de estado. En esta n_{ij} representa la frecuencia con la que ocurre cada evento de transición y dado que la transición de una clase de uso en el sistema t_{n+1} depende del uso previo en t_n , la

probabilidad condicional ($P_{j/i}$) será: $P_{(ij)} = \frac{n_{ij}}{n_i}$

Para construir la transición de los cambios de uso de la tierra es necesario utilizar un cuadro (cuadro 13) en el cual se comparen los datos cuantitativos de superficies (píxeles o hectáreas) entre dos mapas de usos de diferentes edades.

Cuadro 13. Combinación de categorías de uso entre los años X_1 y X_2

		Categoría de uso del año X_2									Área años	X_1
		CU	SSC	PS	Psa	C	CH	BP	PF	M	(Ha)	(%)
Categoría de uso del año X_1	CU	a ₁₁	a ₁₂	a ₁₃	a ₁₄	a ₁₅	a ₁₆	a ₁₇	a ₁₈	a ₁₉	-	-
	SSC	a ₂₁	a ₂₂	a ₂₃	a ₂₄	a ₂₅	a ₂₆	a ₂₇	a ₂₈	a ₂₉	-	-
	PS	a ₃₁	a ₃₂	a ₃₃	a ₃₄	a ₃₅	a ₃₆	a ₃₇	a ₃₈	a ₃₉	-	-
	PSa	a ₄₁	a ₄₂	a ₄₃	a ₄₄	a ₄₅	a ₄₆	a ₄₇	a ₄₈	a ₄₉	-	-
	C	a ₅₁	a ₅₂	a ₅₃	a ₅₄	a ₅₅	a ₅₆	a ₅₇	a ₅₈	a ₅₉	-	-
	CH	a ₆₁	a ₆₂	a ₆₃	a ₆₄	a ₆₅	a ₆₆	a ₆₇	a ₆₈	a ₆₉	-	-
	BP	a ₇₁	a ₇₂	a ₇₃	a ₇₄	a ₇₅	a ₇₆	a ₇₇	a ₇₈	a ₇₉	-	-
	PF	a ₈₁	a ₈₂	a ₈₃	a ₈₄	a ₈₅	a ₈₆	a ₈₇	a ₈₈	a ₈₉	-	-
	M	a ₉₁	a ₉₂	a ₉₃	a ₉₄	a ₉₅	a ₉₆	a ₉₇	a ₉₈	a ₉₉	-	-
	Área año X_2	(Ha)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

CU: Centros urbanos **PSa:** Pastos con árboles aislados **BP:** Bosques primarios
SSc: Suelos sin cobertura **C:** Cultivos **PF:** Plantación forestal
PS: Pastos **CH:** Charral **M:** Manglar

Una vez cumplidos estos datos tienen que ser convertidos a probabilidades y cumplir las condiciones necesarias para ser una matriz estocástica (cuadro 14).

Cuadro 14. Matriz de transición entre los años X_1 y X_2 .

		Categoría de uso del año X_2								
		CU	SSC	PS	Psa	C	CH	BP	PF	M
Categoría de uso del año X_1	CU	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19
	SSC	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29
	PS	P31	P32	P33	P34	P35	P36	P37	P38	P39
	PSa	P41	P42	P43	P44	P45	P46	P47	P48	P49
	C	P51	P52	P53	P54	P55	P56	P57	P58	P59
	CH	P61	P62	P63	P64	P65	P66	P67	P68	P69
	BP	P71	P72	P73	P74	P75	P76	P77	P78	P79
	PF	P81	P82	P83	P84	P85	P86	P87	P88	P89
	M	P91	P92	P93	P94	P95	P96	P97	P98	P99

CU: Centros urbanos **PSa:** Pastos con árboles aislados **BP:** Bosques primarios
SSc: Suelos sin cobertura **C:** Cultivos **PF:** Plantación forestal
PS: Pastos **CH:** Charral **M:** Manglar

Finalmente, se tiene que tener presente en la matriz de transición que todas las entradas tienen que ser probabilidades no negativas, es decir positivas o cero, y que la suma de las entradas de cada fila tiene que ser 100. Así se tendrán las probabilidades de transición de un periodo de tiempo a otro. Por ejemplo, el valor P12, es la probabilidad de transición de la categoría de uso de centros urbanos a la categoría de suelo sin cobertura.

3.6 Factores directrices del cambio del uso de la tierra

La determinación de los factores directrices se basó en la utilización de tres tipos de fuentes de información:

3.6.1 Situación Inicial

Tal como se explico en el acápite 3.4.3, se realizó una recopilación y análisis de información existente acerca de los factores políticos y sociales que han provocado el cambio de uso de la tierra, ya que de ningún modo el crecimiento poblacional es la única causa directa de dicho cambio

Para ello, se realizaron consultas a monografías de los diferentes municipios, las cuales fueron obtenidas en las distintas oficinas o agencias de desarrollo, centros de investigación, censos, estudios existentes de la zona, monografías.

3.6.2 Percepción de la gente

Para validar o corroborar la información antes mencionada se procedió a realizar una serie de encuestas semiestructurada a los productores mayores de 45 años del área de estudio.

Posteriormente se procedió a analizar o a visualizar los patrones de asocio entre las variables, se recurrió a la técnica del análisis de conglomerados, cuya representación básica está dada por el dendograma.

3.6.3 Factores biofísicos

Como solo interesa identificar cuales han sido los factores directrices que han llevado al cambio de uso de la tierra de la categoría de bosque primario a los otros usos u categorías (centros urbanos, pastos, pastos con árboles aislados, cultivos, charral, plantaciones forestales), para tal efecto, se creó una variable sintética o transformada donde en lugar de tener todos los tipos de transición ($9 \times 9 = 81$), se obtuvieron solo tres (transición unidireccional entre las cuatro categorías, la persistencia del bosque primario (no cambio), no fue tomado en cuenta para dicho análisis).

Las cuatro categorías resultantes fueron:

- ?? Bosque alto: conformado por los bosques primarios.
- ?? Bosque bajo: conformado principalmente por el charral.
- ?? Uso Agrícola: conformado por las categorías de pastos, pastos con árboles aislados, cultivos y plantaciones forestales.
- ?? Otros usos: conformado por las categorías de suelo sin cobertura y centro urbanos.

La figura 7 explica la reclasificación de las categorías de uso y su respectiva reasignación.

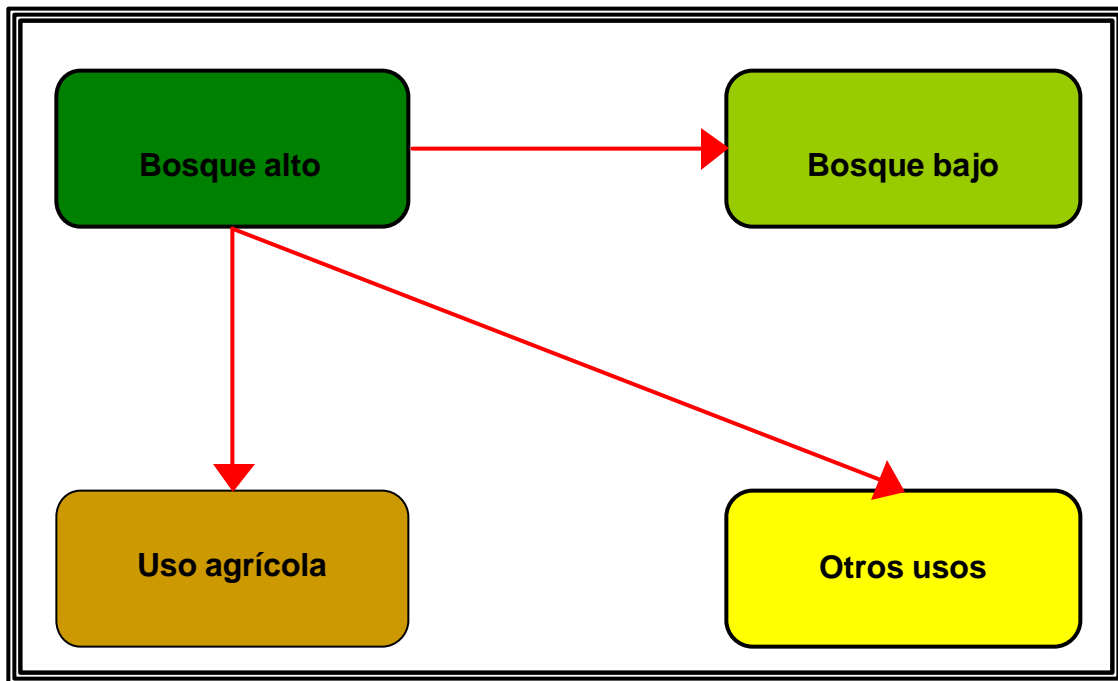


Figura 7. Diagrama de reclasificación de categorías y transiciones analizadas.

Utilizando la muestra representativa de $n = 3000$ puntos, distribuidos completamente al azar, se identificaron las variables asociadas a cada punto de muestreo, consideradas como directrices de cambio en el presente estudio. Se analizaron las relaciones de interdependencias entre variables métricas por medio de la técnica estadística de Componentes Principales.

Vale destacar que los cambios en el uso de la tierra se han determinado entre los escenarios de 1966 y el 2001. Para ello se realizó una superposición de los mapas de uso de 1966 y 2001, y mediante la extensión “Change Detection” (Chandrasekhar, 1999), de Arc View, se identificaron las áreas con cambios. De igual manera, las variables biofísicas y socioeconómicas correspondientes a cada punto de muestreo se identificaron en los mapas respectivos.

Para este estudio se utilizaron aquellas variables cuya naturaleza intrínseca las convierte en espacialmente representables. Las variables tanto biofísicas como socioeconómicas a considerar se observan en el cuadro 15.

Cuadro 15. Variables consideradas como reguladoras de la dinámica de uso.

Tipo de Regulador	Variable	Unidades	Especificaciones	Fuente
-------------------	----------	----------	------------------	--------

Biofísicas	Pendiente	Porcentaje	Inclinación del Terreno	Modelo de elevación digital, elaborado en el presente estudio.
	Altitud	msnm	Metros sobre el nivel del mar	Modelo de elevación digital, elaborado en el presente estudio.
	Cercanía a los Ríos	Metros		Hojas cartográficas de Valle Riquito, Tonosí, Punta Mala, Pedasí. Escala 1:25,000. Instituto Nacional Geográfico, Tommy Guardia.
	Precipitación	Milímetros		Estadística Situación meteorológica. Panameña, Física
Socioeconómica	Distancia al poblado más cercano.	metros		Hojas cartográficas de Valle Riquito, Tonosí, Punta Mala, Pedasí. Escala 1:25,000. Instituto Nacional Geográfico, Tommy Guardia.
	Distancia de caminos	Caminos/Km ²	Caminos por unidad de área	Hojas cartográficas de Valle Riquito, Tonosí, Punta Mala, Pedasí. Escala 1:25,000. Instituto Nacional Geográfico, Tommy Guardia.

3.7 Identificación de áreas críticas

La metodología se compone de tres partes:

- a. Revisión de fuentes de información sobre el área de estudio.
- b. Reconocimiento de campo.
- c. Trabajo de laboratorio, donde se procesó, manejó y analizó la información obtenida utilizando el SIG. La figura 8 muestra un esquema de todos los pasos.

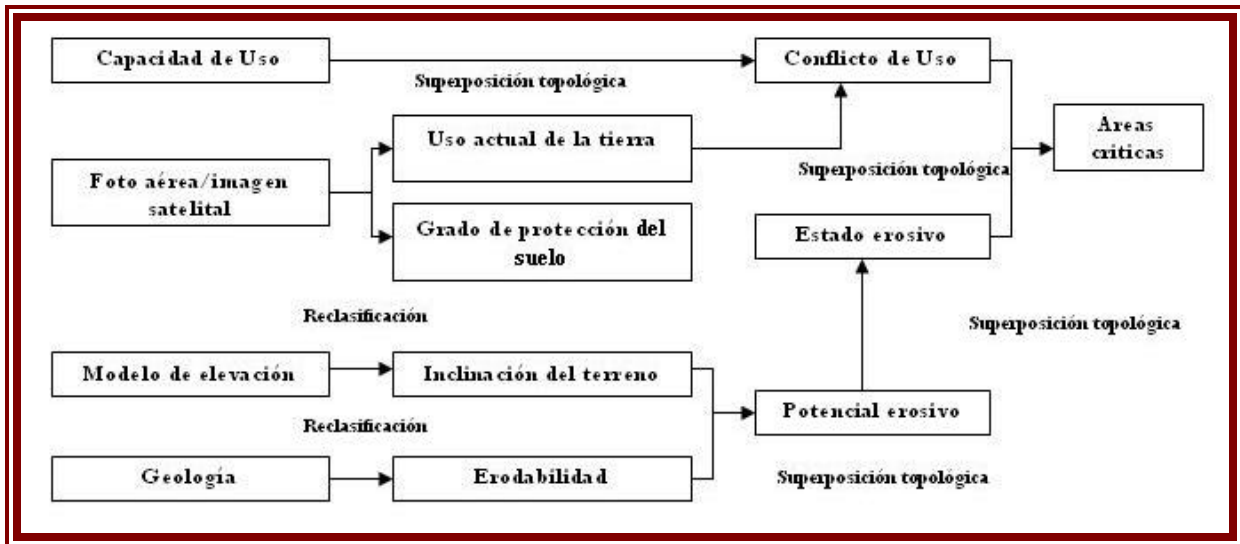


Figura 8. Proceso metodológico del análisis espacial para la identificación de áreas críticas.
 Fuente: Sáenz et al, 1997.

Como se mencionó en el inciso 3.4.4, la información que se buscó generar espacialmente fue:

- ?? Estado erosivos presentes.
- ?? Conflictos de uso de la tierra.
- ?? Identificación de áreas críticas de degradación de los suelos.

Los parámetros que determinaron las tres anteriores cartografías resultantes se estimaron cualitativamente a través de su interacción en matrices de doble entrada. La asignación cualitativa en cada caso se hizo en consulta permanente con expertos en geología, pedología, uso del suelo y geografía y por consulta bibliográfica.

En esta metodología se usó cartografía tanto físicas como digitales (coberturas), tales como mapas físicos a escala de 1:20,000 y 1:50,000; mapa de uso actual de la tierra a escala 1:25,000, modelo de elevación digital del área de estudio y mapas de la geología de los suelos de la zona de estudio.

3.7.1 Grado de protección al suelo

En esta fase se utilizó un mapa en formato digital del uso actual de la tierra a escala de 1:25,000. A través de consulta a expertos y revisión de literatura se realizó una matriz de doble entrada donde se le asignaron los índices de protección del suelo. Estos últimos se

definieron cuantitativamente con los parámetros del Centro de Investigación de la Agricultura Tropical (CIAT, 1984), (cuadro 16).

Cuadro 16. Matriz de protección al suelo según el tipo de cobertura

Tipo de Cobertura / Categoría de Uso	Índice de Protección al Suelo	Grado de Protección
Centros Urbanos	0.10	Bajo
Suelos sin cobertura	0	Muy Bajo
Pastos	0.3	Medio
Pastos con árboles aislados	0.7	Medio
Cultivos (anuales o perennes)	0.2	Bajo
Charral	0.4	Medio
Bosque primario	1	Muy alto
Plantación forestal	0.6	Medio
Manglar	-	ND

Fuente: CIAT, 1984 y consulta a expertos.

3.7.2 Potencial erosivo

Para ello se utilizó un mapa de la geología de los suelos del área de estudio en formato digital, así como también de un mapa de pendientes, el cual fue generado a partir del modelo de elevación digital. A través de consulta a expertos y revisión de literatura se realizó una matriz donde se calificó los niveles de erodabilidad o (potencial erosivo) del suelo, (cuadro 17).

Cuadro 17. Matriz de niveles de erodabilidad de suelo (potencial erosivo).

Formación (Nomenclatura)	Descripción	Categorías de Pendientes						
		0-3%	3-8%	8-15%	15-30%	30-50%	50-75%	Más de 75%
K-E s-v	Suelos de origen ígneo extrusivos indiferenciado (deposito en agua), del periodo cretáceo terciario (sin dividir)	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio
K-E ca-ar	Suelos de origen sedimentario (caliza-arenisca), del periodo cretáceo terciario (sin dividir)	Bajo	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
F1 lb	Suelos con textura predominantes de sedimentos artificial sin consolidar (como: arena, grava, piedras o rodados) de origen fluvial de llanura aluvial tipo común con un nivel freático profundo (> 1.50 metros).	Bajo	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
F11 lb	Suelos con textura predominante de sedimentos artificial sin consolidar (como: arena, grava, piedras o rodados) de origen fluvial (pantano, manglar), con un nivel freático profundo (> 1.50 metros).	Bajo	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
F1 llb	Suelos con textura predominante de sedimentos artificial sin consolidar (como: limo) de origen fluvial de llanura aluvial tipo común, con un nivel freático profundo (> 1.50 metros).	Bajo	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
M1 llm	Suelos con textura predominante de arcilla y de origen marino (pantano, manglar), con nivel freático superficial	Bajo	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
M2 ll i	Suelos con textura predominante en sedimentos sin consolidar (como el limo), de origen marino (cuesta de playa); con un nivel freático intermedio =1.50 metros, de la superficie.	Bajo	Medio	Alto	Alto	Alto	-	-
F8 lb	Suelos con textura predominantes de sedimentos artificial sin consolidar (como arena, grava, piedras o rodados) de origen fluvial de llanura aluvial tipo complejo o poliforme, con un nivel freático profundo (> 1.50 metros).	Bajo	Medio	Alto	Alto	Alto	-	-
F12 llm	Suelos con textura predominante de sedimentos artificial sin consolidar (como: arcilla) de origen fluvial (ciénega), con un nivel freático superficial.	Bajo	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	-
M2 lb	Suelos con textura predominante de sedimentos artificial sin consolidar (como: arena, grava, piedras o rodados) de origen marino (cuesta de Playa), con un nivel freático profundo (> 1.50 metros).	Bajo	-	-	-	-	-	-
M5 llm	Suelos con textura predominante de sedimentos artificial sin consolidar (como: arcilla) de origen marino (ciénega-vegetación herbácea únicamente), con un nivel freático superficial.	Bajo	Medio	Alto	Alto	Alto	-	-
F12 llm	Suelos con textura predominante en sedimentos sin consolidar (como el limo), de origen fluvial de llanura aluvial (tipo meandro); con un nivel freático superficial.	Bajo	Medio	Alto	Alto	-	-	-
F4 ll i	Suelos con textura predominante en sedimentos sin consolidar (como el limo), de origen fluvial de llanura	Bajo	Medio	Alto	Alto	Alto	-	-

	aluvial (tipo meandro abandonado); con un nivel freático intermedio =1.50 metros, de la superficie.							
F9 Ib	Suelos con textura predominantes de sedimentos artificial sin consolidar (como arena, grava, piedras o rodados) de origen fluvial de llanura aluvial tipo terraza, con un nivel freático profundo (> 1.50 metros).	Bajo	Medio	Alto	Alto	-	-	-
F2 Ib	Suelos con textura predominantes de sedimentos artificial sin consolidar (como arena, grava, piedras o rodados) de origen fluvial de llanura aluvial tipo meandro, con un nivel freático profundo (> 1.50 metros).	Bajo	-	-	-	-	-	-
M3 IIb	Suelos con textura predominante de sedimentos artificial sin consolidar (como: limo) de origen marino (llanura costera), con un nivel freático profundo (> 1.50 metros).	Bajo	<i>Medio</i>	<i>Alto</i>	<i>Alto</i>	<i>Alto</i>	<i>Alto</i>	-

Fuente: Consulta a expertos y revisión de literatura.

3.7.3 Identificación de los estados erosivos

Haciendo una superposición topológica de la cobertura de niveles de protección del suelo con la del potencial erosivo, se deriva una cobertura que integra aspectos relativos al suelo y sus características, con el papel que desempeña la vegetación de protección al mismo (cuadro 18).

Cuadro 18. Identificación de los estados erosivos presentes

Potencial erosivo	Grado cualitativo de protección		
	Alto	Medio	Bajo
Muy Bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
Bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo
Medio	Bajo	Medio	Bajo
Alto	Medio	Alto	Alto
Muy alto	Medio	Grave	Grave

Fuente: Generación Propia

3.7.4 Identificación de divergencias o conflictos de uso

El mapa de conflicto de uso se elaboró por el sistema de sobreposición de mapas. Para este análisis se utilizó el mapa de capacidad de uso de la tierra y el mapa de cobertura y uso de la tierra, en donde por medio de un proceso electrónico de sobreposición, se obtuvo el mapa resultante con las áreas de intersección. El cuadro 19 muestra los parámetros o condicionantes de interpretación de las áreas de intersección de mapa resultante.

Cuadro 19. Condicionantes para calificar las áreas de intersección de mapa de intensidad de uso de la tierra, Región de Playa Venado, República de Panamá

Categorías de Uso	Capacidad de Uso							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Cu	Subuso	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto	Sobreuso	Sobreuso
SSc	Sobreuso	Sobreuso	Sobreuso	Sobreuso	Sobreuso	Sobreuso	Sobreuso	Sobreuso
PS	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto	Sobreuso	Sobreuso	Sobreuso
PSa	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto	Sobreuso	Sobreuso	Sobreuso
C	Correcto	Correcto	Correcto	Sobreuso	Sobreuso	Sobreuso	Sobreuso	Sobreuso
CH	Subuso	Subuso	Subuso	Subuso	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto
BP	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto
PF	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto	Sobreuso	Sobreuso
Manglar	correcto	correcto	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Cu: Centros urbanos

SSc: Suelos sin cobertura

PS: Pastos

PSa: Pastos con árboles aislados

C: Cultivos

CH: Charral.

PF: Plantación Forestal

3.7.5 Identificación de áreas críticas de degradación

Para ello se realizó una superposición entre la cobertura de estados erosivos con la de conflictos de uso, con el propósito de obtener una cobertura digital de riesgo de degradación. Esta cobertura nos ayudó a identificar las zonas de degradación, según el estado erosivo presente y según el conflicto de uso provocado por las actividades humanas.

Al finalizar esta etapa se obtuvieron en zonas con diferentes riesgos de degradación, seleccionando como críticas aquellas que presentaron niveles de riesgo medio y alto, (cuadro 20).

Cuadro 20. Riesgo de degradación en la zona de estudio

Conflictos de Uso	Estados erosivos			
	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Uso correcto	Bajo	Bajo	Muy bajo	Sin riesgo
Sobreuso	Alto	Alto	Medio	Bajo
Subuso	Medio	Medio	Bajo	Muy bajo

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Uso actual de la tierra

Diversos estudios han señalado que los productores de la Región de Playa Venado se caracterizan principalmente por su idiosincrasia o cultura de potrero, por la agricultura de subsistencia migratoria con prácticas agrícolas y pecuarias insustentables (tala y quema), (INRENARE, 1993, Heckadon, 1981).

Tal situación es el reflejo de que actualmente un 64.0% de los suelos del área de estudio, se encuentran utilizados por la ganadería, la cual se subdivide en suelos bajo cobertura de pastos (34.2%) y pastos con árboles aislados (29.8%). Ver figura 9 y cuadro 21.

De igual manera, una área importante de la zona de estudio se encuentra bajo cobertura de bosque (18.8%), el cual está compuesto principalmente de bosque primario (12.9%) y bosque secundario o charral (5.9%).

La parte baja y plana casi en forma exclusiva presenta una cobertura de cultivos (6.90%); en este caso para el cultivo del arroz, maíz y en época de verano sandía y melón.

Los Manglares, que ocupan un área de 5.3 % del área de estudio, se definieron como una forma exclusiva de cobertura (la cual por sus características pudo haberse enmarcado dentro de la categoría de bosque). Es notoria en esta área la presencia de la agricultura y la ganadería.

Por otra parte, en el área de estudio también se puede observar otras categorías de uso como los son suelos sin cobertura (3.3%), que podrían ser suelos en preparación para la producción de algún cultivo en específico, por lo cual no se puede inferir acerca de que pueden ser suelos en pleno proceso de desertificación. De igual manera se observan áreas que se encuentran bajo la categoría de centros urbanos (1.3%), los cuales por su superficie, son pequeños poblados que se encuentran en el área de estudio.

Cuadro 21. Área en hectáreas y en porcentaje del uso actual de la tierra en la Región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá.

Categoría de uso	Area	
	ha	%
Centros urbanos	555.50	1.35
Suelos sin cobertura	1,377.74	3.37
Pastos	13,982.43	34.20
Pastos con árboles aislados	12,194.37	29.83
Cultivos anuales y perennes	2,822.31	6.90
Charral	2,432.52	5.95
Bosque primario	5,282.55	12.92
Plantación forestal	24.06	0.05
Manglar	2,204.27	5.39

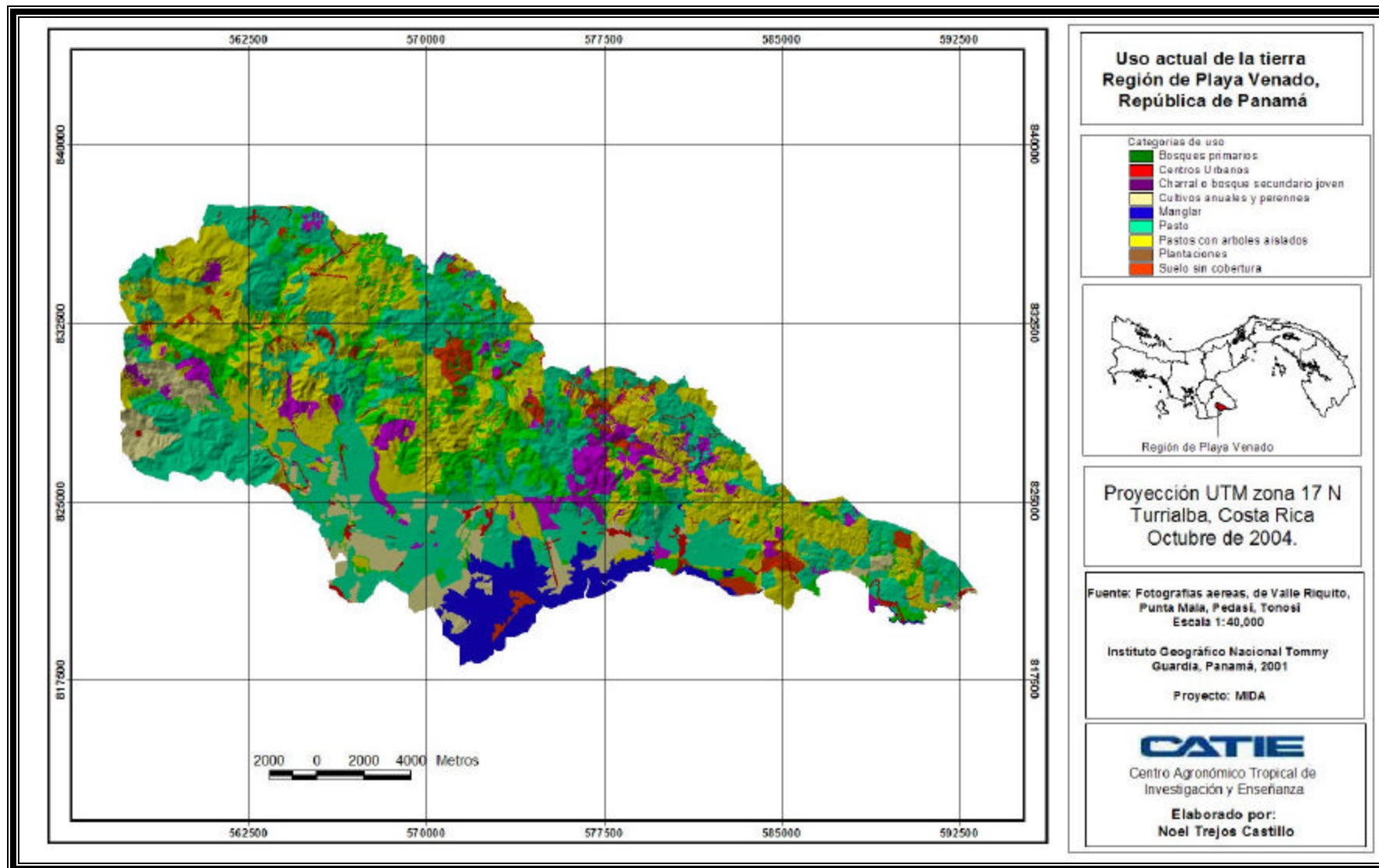


Figura 9. Uso actual de la tierra de la Región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá.

4.2 Capacidad de uso de la tierra

Debido a la gran variabilidad en el orden de importancia de los parámetros de pendiente, erosión sufrida, texturas, profundidad efectiva, fertilidad, drenaje, se delimitaron seis clases de Capacidad de Uso de las Tierras de las cuales se desprenden 17 Unidades de Manejo (cuadro 22 y figura 10).

Vale resaltar que para la realización de las observaciones y muestreo para la evaluación de las tierras, se tomó como base, la clasificación agrológica del área de estudio, realizada por Reforma Agraria y el grupo de Consultores Catapan en 1967. Posteriormente se ajustó y actualizó dicho mapa, de acuerdo a la metodología para la determinación de la capacidad de uso de Costa Rica, descrito por el (MAG, 1995).

Cuadro 22 Área en ha y en porcentaje de las unidades de manejo de la Región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá.

Unidad de manejo	Subclase	Área (ha)	Área (%)
II s ₁₂	II s	11.72	0.03
III e ₁₂ s ₁₂ d ₁	III esd	70.51	0.17
III e ₂ s ₁₂	III es	4900.16	12.03
III e ₂ s ₁₂ d ₁	III esd	395.65	0.97
III e ₂ s ₁₂ d ₁₂	III esd	959.22	2.35
III s ₁₂₃ d ₁	III sd	67.44	0.17
III s ₁₂ d ₁	III sd	438.98	1.08
IV e ₁ s ₁₂	IV es	276.53	0.68
V e ₁₂ s ₁₂	V es	56.57	0.14
V e ₁₂ s ₁₂₄	V es	37.08	0.09
V e ₁ s ₁₂	V es	1083.53	2.66
V e ₂ s ₁₂₃₄	V es	90.33	0.22
V e ₂ s ₁₂ c ₃	V esc	53.84	0.13
V s ₁₂ d ₁	Vsd	102.11	0.25
VI e ₁₂ s ₁₂₄ d ₁	VI esd	30373.8	74.56
VIII s ₁₂₄₆ d ₁₂	VIII sd	1787.98	4.39
VIII s ₁₂ d ₁₂	VIII sd	29.54	0.07

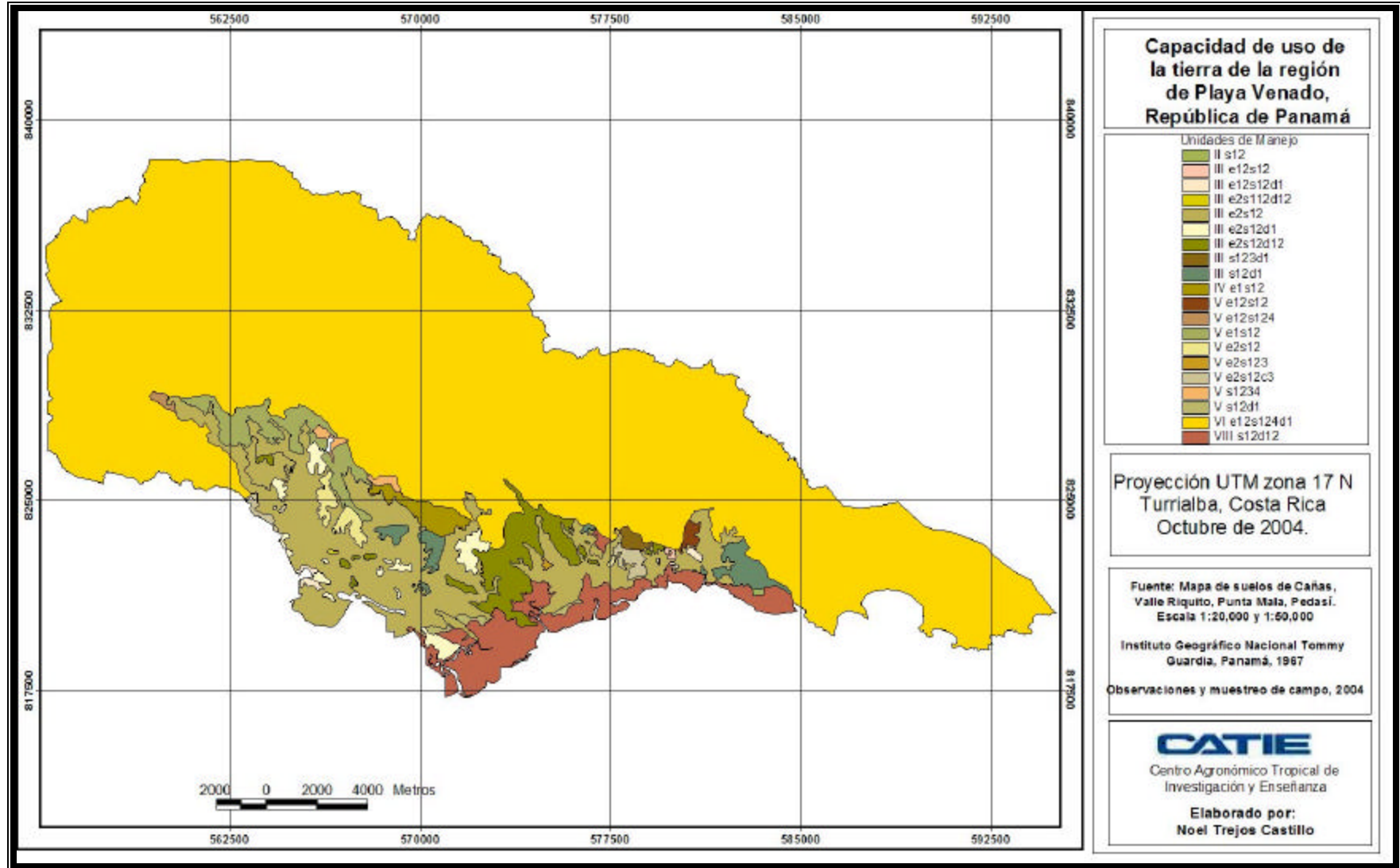


Figura 10. Capacidad de uso de la tierra de la Región de Playa Venado, provincia de Los Santos, República de Panamá.

Las unidades de manejo se describen a continuación:

II S₁₂ Esta unidad representa 11.72 hectáreas o sea el 0.03% del total del área estudiada. Las variables definitorias están dadas por la profundidad efectiva, catalogada como profunda y por la presencia de texturas moderadamente finas.

III e₁₂ s₁₂ d₁ Representa a áreas en donde las limitantes definitorias están dadas por ser suelos de profundidad efectiva moderada y de texturas finas. Otras limitantes de menor relevancia lo son pendiente ligeramente ondulada, una erosión sufrida leve y un drenaje moderadamente lento.

Esta unidad se encuentra ocupando un área de 70.51 hectáreas que representan un 0.17% del área de estudio.

III e₂ s₁₂ En esta unidad, la limitante que define la clase está dada por la profundidad efectiva moderada y por la presencia de textura finas. Otra limitante de menor relevancia es la erosión sufrida leve.

Esta unidad se encuentra ocupando 4900.16 hectáreas correspondiente al 12.0% del área total.

III e₂ s₁₂ d₁ En esta unidad la limitante que define la clase está dada por la profundidad efectiva moderada. Otras limitantes dentro de esta unidad corresponden a texturas moderadamente finas, erosión sufrida leve y drenaje moderadamente lento.

Esta unidad comprende un área de 395.65 hectáreas correspondientes al 0.97 % del total.

III e₂ s₁₂ d₁₂ En esta unidad la limitante que define la clase está dada por ser suelos moderadamente profundos con riesgo a inundación moderado. Otras limitantes dentro de esta unidad corresponden a la presencia de

erosión sufrida leve, textura moderadamente fina y un drenaje moderadamente lento.

Esta unidad comprende un área de 959.22 hectáreas, correspondientes a un 2.3% del área total estudiado.

III s₁₂₃d₁

En esta unidad la limitantes que define la clase está dada tanto por una profundidad y pedregosidad moderada. Otras limitantes dentro de esta unidad corresponden a una textura moderadamente fina y un drenaje moderadamente lento.

Esta unidad se encuentra ocupando 67.44 hectáreas correspondiente al 0.1% del área.

III s₁₂d₁

En esta unidad las limitantes que definen la clase están dadas por una textura fina. Otras limitantes dentro de esta unidad corresponden a suelos profundos de drenaje moderadamente lento.

Esta unidad se encuentra ocupando un área de 438.98 hectáreas correspondientes al 1.0% del área estudiada.

IV e₁s₁₂

Representa a áreas en donde la limitante definitoria está dada por las pendientes onduladas. Otras limitantes de menor relevancia lo son una, profundidad catalogada como moderada con texturas finas.

Esta unidad comprende un área de 276.53 hectáreas equivalentes al 0.6 % del área estudiada.

V e₁₂s₁₂

Representa áreas en donde la limitante determinante está dada por ser suelos poco profundos. Otras limitantes de menor relevancia lo son una pendiente ondulada con una erosión sufrida leve y de ser suelos con texturas finas.

Esta unidad se encuentra ocupando un área de 56.57 hectáreas que corresponden al 0.1% del área de estudio.

Ve₁₂S₁₂₄

Unidad muy semejante a la anterior en donde la limitante definitoria está dada por ser suelos pocos profundos. Otras limitantes de menor relevancia lo son una pendiente ondulada con una erosión sufrida leve, suelos con texturas finas y de fertilidad baja.

Esta unidad comprende un área de 37.08 hectáreas correspondiente al 0.1 % del área.

Ve₁S₁₂

Unidad muy semejante a la anterior en donde la limitante definitoria está dada por ser suelos poco profundos. Otras limitantes de menor relevancia lo son una pendiente fuertemente ondulada de texturas finas.

Esta unidad se encuentra ocupando 1083.53 hectáreas equivalentes al 2.6% del área estudiada.

Ve₂S₁₂₃₄

Representa a áreas en donde las limitantes definitorias están dadas por ser suelos pocos profundos y muy pedregosos. Otras limitantes de menor relevancia lo son una erosión sufrida leve, suelos de textura moderadamente fina y de fertilidad baja.

Esta unidad se encuentra ocupando 90.33 hectáreas equivalentes al 0.2% del área estudiada.

Ve₂S₁₂

Representa a áreas en donde la limitante definitoria está dada por ser suelos poco profundos. Otras limitantes de menor relevancia lo son una erosión sufrida de leve a moderada y son suelos de textura moderadamente finas.

Esta unidad se encuentra ocupando 53.84 hectáreas equivalentes al 0.1% del área estudiada.

V s₁₂d₁ Representa a las áreas en donde la limitante definitoria está dada por ser suelos de textura fina. Otras limitantes de menor relevancia lo son suelos profundidad catalogada moderada y de drenaje moderadamente lento.

Esta unidad se encuentra ocupando un área de 102.11 hectáreas correspondientes al 0.2% del total.

VI e₁₂s₁₂₄d₁ Representa a las áreas fuertemente ondulado de la Región de Playa Venado. Otras limitantes de menor relevancia es que son suelos de una profundidad y erosión sufrida moderada, texturas moderadamente finas y con un drenaje excesivo.

Esta unidad se encuentra ocupando 30373.8 hectáreas equivalentes al 74.5% del área estudiada.

VIII s₁₂₄₆ d₁₂ Unidad en donde la limitante definitoria está dada por ser suelos con un drenaje nulo. Otras limitantes de menor relevancia lo son suelos pocos, profundos, de texturas finas, fertilidad baja, salinidad alta y son suelos con riesgo de inundación moderada.

Esta unidad se encuentra ocupando 1787.98 hectáreas equivalentes al 4.3% del área.

VIII s₁₂ d₁₂ Representa a áreas en donde las limitantes definitorias están dadas por ser suelos superficiales. Otras limitantes de menor relevancia lo son suelos de texturas moderadamente finas, drenaje moderadamente lento y con riesgo de inundación leve.

Esta unidad se encuentra ocupando 29.54 hectáreas correspondientes al 0.07 % del área estudiada.

4.3 Patrón de uso de la tierra

El avance del tiempo ha ido configurando cambios del paisaje, afectando en gran manera a la proporción de los usos. Para mostrar cuantitativamente los cambios, se ha construido el cuadro 23, que contiene los resultados de la superficie ocupada en hectáreas por cada categoría de uso en los diferentes escenarios estudiados (1966, 1981 y 2001).

Además, para tener una idea visual de los cambios en el uso de la tierra, en el tiempo se ha confeccionado los mapas que se muestran en las figuras 11, 12 y 13.

Cuadro 23 Extensión (Ha y %) por categoría de uso de la tierra para los años de 1966, 1981 y 2001, en la Región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá.

Clase de uso	Escenario 1966		Escenario 1981		Escenario 2001	
	ha	%	ha	%	ha	%
Centros urbanos	5.62	0.01	19.45	0.04	555.50	1.35
Suelos sin cobertura	36.75	0.09	884.77	2.61	1,377.74	3.37
Pastos	9,380.17	22.97	11,269.36	27.62	13,982.43	34.20
Pastos con árboles aislados	6,385.80	15.63	12,495.01	30.62	12,194.37	29.83
Cultivos anuales y perennes	518.66	1.27	2,586.03	6.33	2,822.31	6.90
Charral	4,171.19	10.21	1,115.21	2.73	2,432.52	5.95
Bosque primario	18,059.32	44.22	10,169.93	24.92	5,282.55	12.92
Plantación forestal	0	0	0	0	24.06	0.05
Manglar	2,276.50	5.57	2,254.86	5.52	2,204.27	5.39

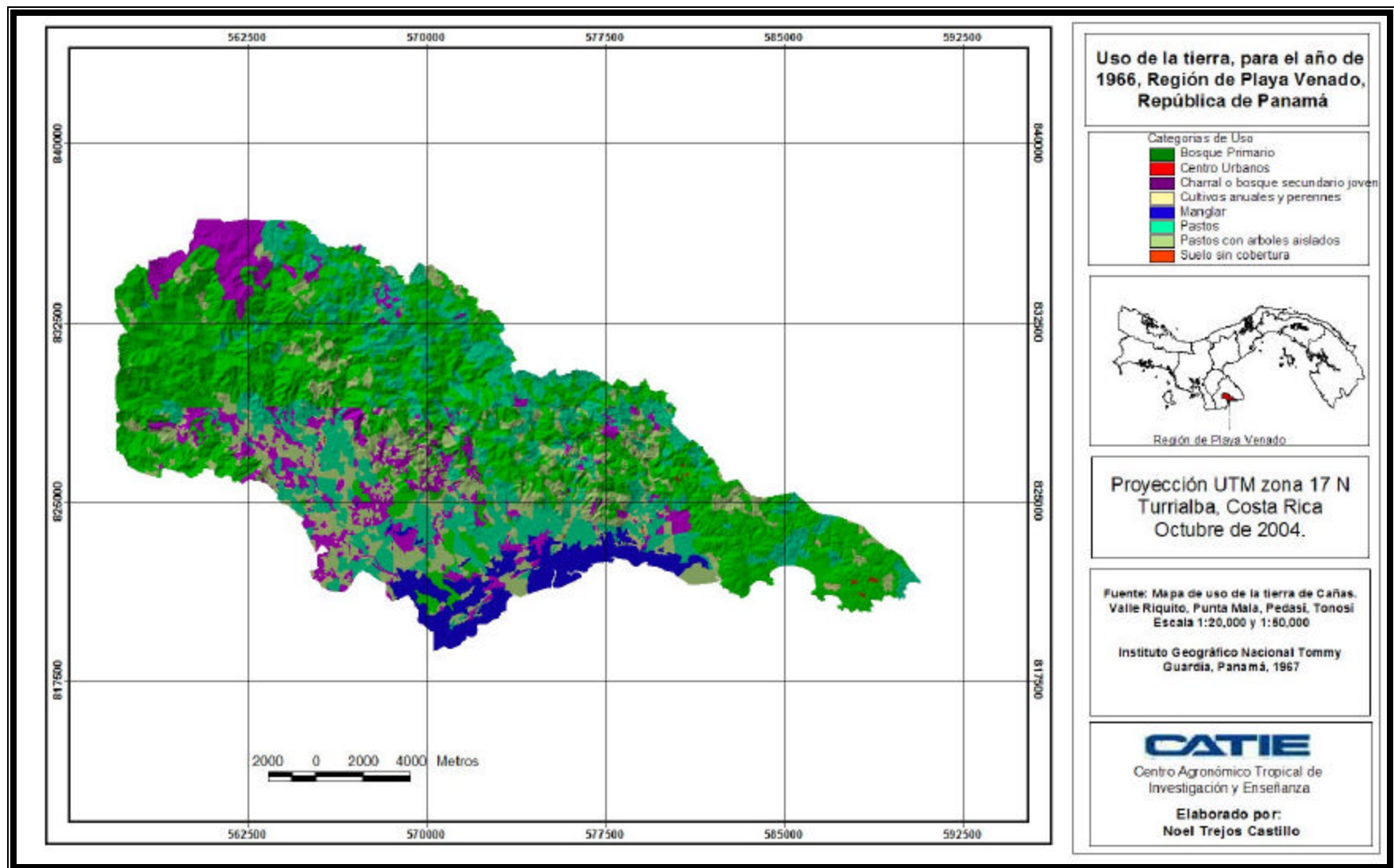


Figura 11. Mapa de uso de la tierra para el año de 1966, Región de Playa Venado, República de Panamá.

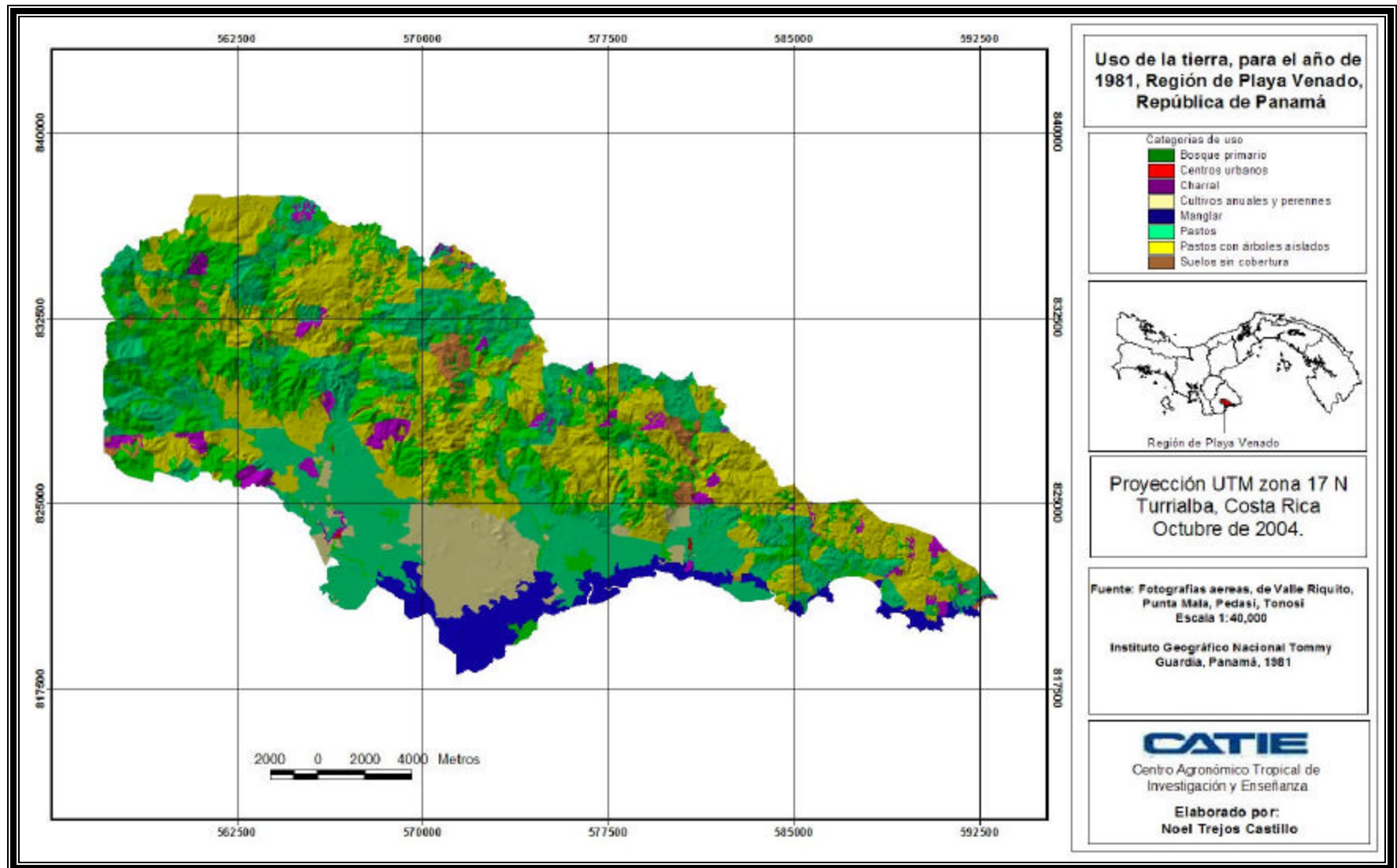


Figura 12. Mapa de uso de la tierra para el año de 1981, Región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá.

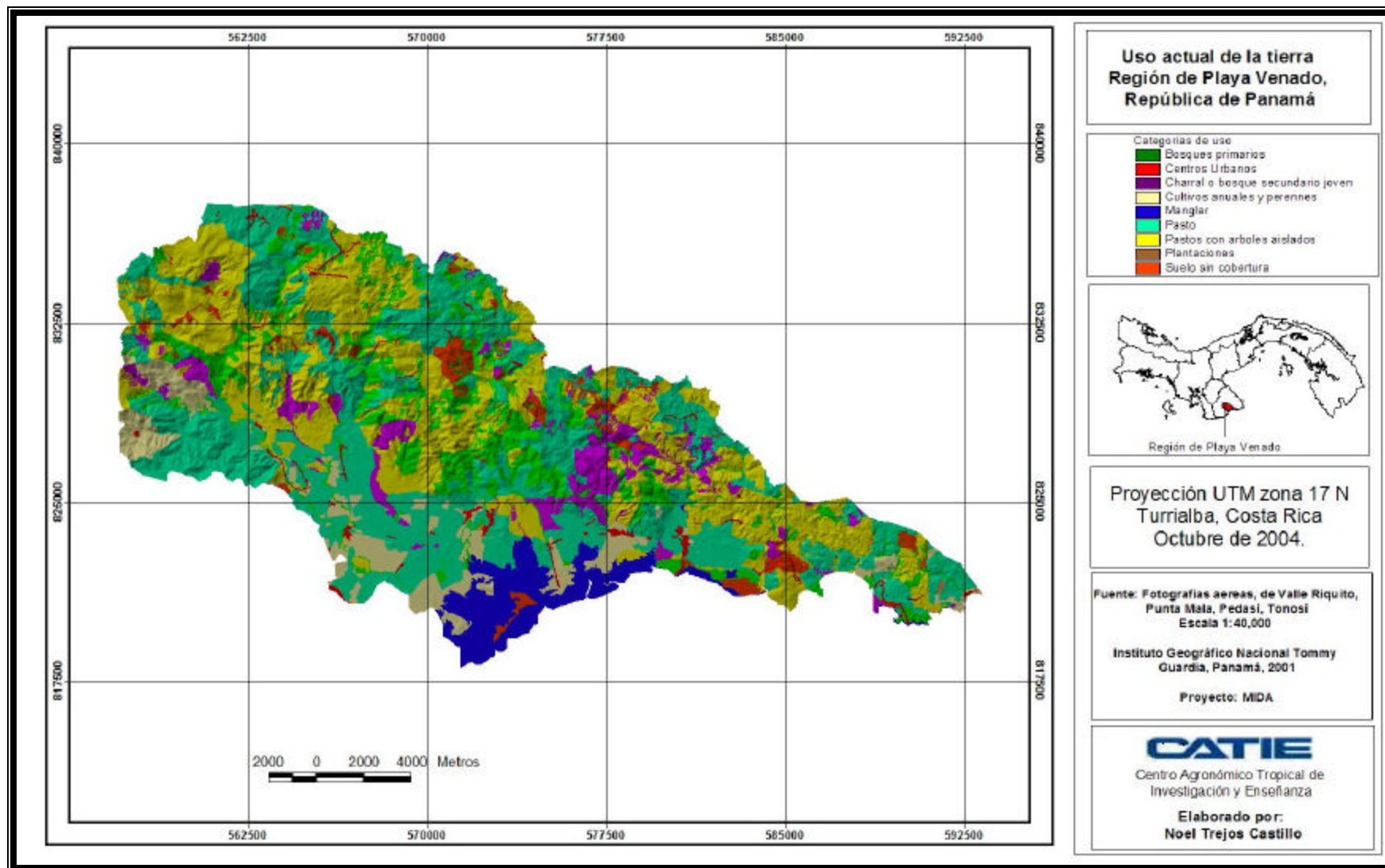


Figura 13. Mapa de uso actual (2001) de la tierra, Región de Playa Venado, provincia de Los Santos, República de Panamá

A partir de dichos resultados se puede deducir que los cambios en el uso de la tierra han sido un proceso dinámico, producto del manejo antrópico del suelo bastante intenso. Ante los recientes episodios de cambios en los aprovechamientos del suelo, se plantea la posibilidad de una ordenación, que ponga en marcha medidas de protección y regulación de los usos del mismo, para garantizar un uso más sensato del mismo.

A pesar de que en el área de estudio los manglares han sido sometidos a muchas presiones por las actividades humanas, como lo son el desarrollo urbano, la ganadería, el cultivo del arroz y la acuicultura. Estos han permanecido estables en el tiempo, tal como se puede observar en las figuras 11, 12 y 13.

Es muy importante destacar que para los años 1966 y 1981, no había plantaciones forestales en la Región de Playa Venado. Esto pese a los programas de investigación biológica de la FAO de finales de la década de los 60 y la década de los 70, lo cuales buscaban sitios promisorios para el establecimiento de especies forestales, tanto nativas como exóticas (ANAM, 2000).

La existencia del uso o categoría de uso de la tierra en plantación forestal en la actualidad (0.05%, del área total), de la Región de Playa Venado, se puede explicar en base a la creación de la Ley No 24, del 23 de noviembre de 1992. El Estado panameño se vio en la necesidad de ofrecer a los inversionistas beneficios para promover e incentivar las actividades de reforestación y así apoyar al desarrollo del sector forestal, generando empleo en las áreas rurales del país y recuperación del ambiente (ANAM, 2002). Sin embargo, a través de visitas al campo, se pudo corroborar que dichas plantaciones (en este caso, Teca), no cuentan con un manejo adecuado.

También, es destacable el declive progresivo de los bosques primarios que en 1966, conformaban el 44.2% del territorio, y han ido disminuyendo progresivamente al 24.9% en 1981 y ahora solo representa 12.9%. Según el Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables, 1993, en el informe de la Comisión Interinstitucional y Multidisciplinario sobre la deforestación, está relacionada con:

?? La inexistencia en Panamá, de un programa de colonización de tierra, por lo que esta es desordenada y agresiva.

- ?? La apertura de caminos de acceso y carreteras, lo cual, estimula una agresiva colonización.
- ?? Agricultores sin tierras, de escasos recursos, los cuales colonizaban los bosques, lograban una primera cosecha y según sus distintas motivaciones vendían la tierra o ampliaban la finca para instalar una actividad ganadera.
- ?? La naturaleza migratoria de la actividad agrícola, ocasionada por el agotamiento de la fertilidad del suelo, la cual obliga al agricultor a deforestar áreas nuevas del bosque.
- ?? Los frentes de colonización, donde se desarrolla la expansión de la ganadería de pastoreo y se acaparan tierras con bosques, para su posterior tala y quema.
- ?? La presencia de especuladores de tierras que deforestan para establecer pastizales y vender la tierra posteriormente.

El suelo urbano, ha tenido un crecimiento muy fuerte en 35 años, ha pasado de un 0.01% (1966), a 0.04% (1981), a 1.3% (2001), aunque sigue siendo un porcentaje muy bajo. Ante esta proliferación de los asentamientos rurales, es necesario que se cuente con un plan de ordenación regional que frene la urbanización descontrolada y que conforme un programa adecuado y ordenado de las actividades urbanísticas en el territorio.

También es necesario señalar el comportamiento de la categoría de uso de charral o bosque secundario joven, la cual se define como, posibles tierras en descanso agrícola. En 1966, se puede observar que ocupaba una superficie de 10.2% del área total, de 2.7% para el año de 1981 y 5.9% en la actualidad. Algunos agricultores permiten el desarrollo del bosque secundario, para continuar con la agricultura años después. Esto con la finalidad que el suelo recupere la fertilidad, para lo cual se debe permitir períodos largos de descanso, mayores de 10 años.

En cuanto al comportamiento de la categoría de pastos y pastos con árboles aislados en la Región de Playa Venado, se puede observar un incremento a través del tiempo, en el caso de los pastos, ocupaban un área de 22.9% para el año de 1966, 27.6% para el año de 1981 y de 34.0% en la actualidad. De igual manera, para el pasto con árboles aislados, para el año de 1966 presentó un área de 15.6%, para el año de 1981 presentó un área de 30.6% y para el año de 2001 un área de 29.8%.

4.4 Dinámica de cambios de uso de la tierra

Los propósitos específicos de algunos modelos de vegetación como las cadenas de Markov, son la identificación de los procesos claves en el cambio de la vegetación y el cálculo de las probabilidades y el lapso de tiempo para las transiciones entre diferentes estados de vegetación, (Wiegand, *et al.* 1998, citado por Peña, 2001). Por otra parte, Childress *et al.*, 1998, sostiene, que los modelos Matriciales de Markov pueden utilizarse para simular gran variedad de sistemas ecológicos dinámicos, como lo son comunidades vegetales o paisajes y cambio en el uso de la tierra.

Conviene resaltar, que las tendencias de cambios, tal y como se entienden en las Matrices de Markov, son meras aproximaciones teóricas y muchas veces no se ajustan mucho a la realidad. Se necesitan modelos realistas de cambios de usos para integrar las diferentes escalas espaciales y sus procesos específicos, con el fin de que sea posible simular los cambios de usos en el terreno como respuestas a cambios en sus procesos biofísicos y económicos (Veldkamp, *et al.*, 1996).

4.5 Dinámica de cambio de uso de la tierra para el período 1966-1981.

El cambio entre dos estados temporales de una categoría se puede expresar en dos formas:

- a. Como porcentaje referido al área total de la cuenca.
- b. La diferencia de áreas entre dos estados expresada como porcentaje de la cobertura del primer estado.

El cuadro 24 presenta el tránsito entre los distintos tipos de uso. Los datos contenidos en el interior de las celdas, representa el área en hectáreas, por categoría de uso de los dos escenarios temporales evaluados, en dicho cuadro la sumatoria de columnas corresponde a categorías de 1981 y las filas corresponden al año de 1966.

Cuadro 24 Dinámica de uso en el escenario 1966-1981

		Categoría de uso de 1981								Área años	1966	
		CU	SSC	PS	Psa	C	CH	BP	PF	M	(Ha)	(%)
Categoría de uso de 1966	CU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
	SSC	0	0	0.25	0.5	0	0.25	0.5	0	0	1.5	0.18
	PS	0	6.5	76.75	63.5	20	1.5	25.8	0	0.75	194.5	23.70
	PSa	0	1.75	37	36.5	11	3.25	23	0	5.5	118.25	14.41
	C	0	0	3.5	1	2.5	0.75	0	0.25	0	8	0.97
	CH	0	0.25	22.5	29.5	6.8	4	14.8	0	3	80.75	9.84
	BP	0	9.5	75.5	125.5	8	13.3	130	0	6.5	367.75	44.81
	PF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
	M	0	0	8	0.25	5.5	0.25	1.25	0	34.8	50	6.09
Área 1981	(Ha)	0	18	223.5	256.8	54	23.3	195	0.25	50.5	820.75	100.00
	(%)	0	2.19	27.23	31.28	6.55	2.83	23.73	0.03	6.15	100	

CU: Centros urbanos
SSc: Suelos sin cobertura
PS: Pastos

PSa: Pastos con árboles aislados
C: Cultivos
CH: Charral

BP: Bosques primarios
PF: Plantación forestal
M: Manglar

Cabe mencionar, que para el análisis del escenario de 1966, por falta del material aéreo fotográfico de ese año, se utilizó el mapa de uso actual de la tierra de la Región de Playa Venado, elaborado por Reforma Agraria y supervisada por la Dirección Cartográfica y el grupo de Consultores Catapan en 1967. Los posibles rangos de error que se presenten en el análisis de dicho período, se atribuyen, principalmente a la escala y a la metodología empleada para la elaboración de dicho mapa, ya que para 1981, se fotointerpretó a escala de 1:25,000 y la digitalización se realizó en pantalla con ortofotos, mientras que el mapa de uso de la tierra para el escenario de 1966, se encontraba a una escala de 1:20,000 y a 1:50,000.

A partir del cuadro 26 se puede resaltar algunos puntos de interés. Por ejemplo, la recuperación de áreas sin cobertura (suelos sin cobertura) a pastos (0.25 ha), a pastos con árboles (0.5 ha), a charral (0.25 ha) y a bosque primario (0.5 ha).

De igual manera, se observa transiciones de categorías de suelo sin cobertura (9.5 ha), pastos (75.5 ha), pastos con árboles aislados (125.5 ha) y charral (13.3 ha) a bosque primario. Dicha transición no es posible, ya que, se considera que un bosque primario es aquel que ha existido sin perturbaciones humanas significativas u otros disturbios durante períodos que exceden el largo normal de la vida de los árboles maduros (de 60 años a 80 años, según FAO, citado por Wadsworth, 2000). Sin embargo, el mismo autor afirma que

algunos tipos de bosque secundarios se asemejan o toman características similares a los bosques primarios dado a que las condiciones de clima, suelo y el cese de las perturbaciones humanas, favorecen su crecimiento y desarrollo.

Basado en lo anteriormente expuesto, se puede atribuir el hecho de las transiciones de suelo sin cobertura, pastos, pastos con árboles aislados y charral a bosques primarios a dos razones que se detallan a continuación:

- a. A la utilización de un mapa ya clasificado (mapa de uso de la tierra de 1966, elaborado por Reforma Agraria y supervisada por la Dirección Cartográfica y el grupo de Consultores CATAPAN en 1967) para el análisis del escenario de 1966.
- b. Al error de interpretación al elaborar el mapa de uso de la tierra de 1981, donde posiblemente fue clasificado el bosque secundario como bosque primario debido a la similitud de los mismos.

El aumento considerable en la cobertura de pasto, principalmente a costa de las categorías de suelo sin cobertura (6.5 ha), pastos con árboles aislados (63.5 ha), cultivos (20 ha), charral (1.5 ha), bosque primarios (25.8 ha) y manglar (0.75 ha), puede considerarse desde un punto de vista lógico, por la existencia de la posibilidad, que durante este período (1966-1981), tanto la oferta de mercado como políticas crediticias y programas de desarrollo, favoreciera a la cría del ganado o se dieran condiciones de cambios sucesionales entre agricultura a pastos y viceversa, dándose la condición que cuando se capturo la fotografía aérea en 1981, esta favoreciera a los pastos.

Por otra parte, luego de haber obtenido el cuadro de dinámica de cambio de uso de la tierra, se convierte los datos de superficie (hectáreas) a probabilidades. (Lipshutz, 1968, citado por Peña, 2001). De esta forma, en el mismo contexto y bajo un ambiente de análisis probabilísticos, se presenta la matriz de transición Markoviana. Esta se deriva del análisis de frecuencia de la muestra de 3,000 puntos aleatorios. La suma de todas las celdas de una fila debe ser igual a 100 (cuadro 25).

Cuadro 25. Matriz de transiciones Markovianas para el período 1966-1981.

Categoría de uso de 1966	Categorías de uso de 1981									
	CU	SSC	PS	Psa	C	CH	BP	PF	M	
CU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SSC	0.00	0.00	16.67	33.33	0.00	16.67	33.33	0.00	0.00	0.00
PS	0.00	3.34	39.46	32.65	10.15	0.77	13.24	0.00	0.39	0.00
PSa	0.00	1.48	31.29	30.87	9.51	2.75	19.45	0.00	4.65	0.00
C	0.00	0.00	43.75	12.50	31.25	9.38	0.00	3.13	0.00	0.00
CH	0.00	0.31	27.86	36.53	8.36	4.95	18.27	0.00	3.72	0.00
BP	0.00	2.58	20.53	34.13	2.18	3.60	35.21	0.00	1.77	0.00
PF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
M	0.00	0.00	16.00	0.50	11.00	0.50	2.50	0.00	69.50	0.00

CU: Centros urbanos **PSa:** Pastos con árboles aislados **BP:** Bosques primarios
SSc: Suelos sin cobertura **C:** Cultivos **PF:** Plantación forestal
PS: Pastos **CH:** Charral **M:** Manglar

Los valores que se presentan en dicha matriz corresponden a probabilidades de transición de una categoría de uso del año de 1966 a otra categoría de uso del año de 1981, las cuales, tal como se mencionó anteriormente, se leen en sentido horizontal. Las celdas sombreadas en sentido diagonal, representa la probabilidad de la estabilidad de las categorías de uso en el tiempo.

Se observa, que después de los cuerpos de agua (en este caso manglar) con una probabilidad de estabilidad del 69.5%, la categoría de pasto (39.4%), la categoría de bosque primario (35.2%), la categoría de cultivos (31.2%) y la categoría de pastos con árboles aislados (30.8%), es la más estable, aunque, como se puede observar, dicha probabilidad de estabilidad no es muy alta en ninguno de los casos.

La figura 14 muestra un diagrama simplificado del proceso de cambio de uso de la tierra en la Región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá, en el período de 1966-1981. En negritas se muestran las transiciones dominantes según su probabilidad de cambio. Se observa a simple vista, que el bosque primario es un emisor neto hacia suelo sin cobertura, pastos, pastos con árboles aislados y cultivos. Por otro lado, tanto la categoría de pastos y pastos con árboles aislados, aparecen como sumideros netos de otras categorías de uso de la tierra.

De igual manera, también se observan transiciones de cambios entre las categorías de pastos, pastos con árboles aislados, presentando mayor relevancia el cambio de la categoría

de uso de cultivos a la categoría de pastos (43.78%), destacando así el gran auge de la ganadería en este periodo.

El programa Centroamericano de Población de la Universidad de Costa Rica (1998) afirma que el auge de la ganadería para las décadas de los 70 y 80 se debían principalmente por factores como el “boom” de la carne (originados principalmente en mercados internacionales), la cual produjo políticas de créditos que favorecían a la ganadería. Además otros factores importantes relacionados al avance de la frontera ganadera lo constituyen las políticas que premia al desmonte y la desigualdad en la tenencia de la tierra.

En un menor porcentaje de transición se observó una dinámica de cambio de la categoría de cultivos a la categoría de plantaciones forestales (3.13%), la cual es consistente con los datos publicados del Servicio Nacional de Desarrollo y Administración Forestal, ANAM, 2003, donde para la década de los 80, señala a la provincia de Los Santos como la provincia con menor superficie reforestada (23 Ha) de Panamá.

En resumen, la tendencia dominante en el cambio de uso del suelo ha sido el crecimiento de la frontera agrícola (pastos, pastos con árboles aislados y cultivos), sobre los bosques primarios, charral y los manglares, existentes en el período de 1966-1981.

En el análisis del período antes mencionado, no se observó ninguna tendencia de cambio hacia las categorías de centros urbanos, por lo que se decidió no incluirlos en el esquema de las probabilidades de transición de uso de la tierra.

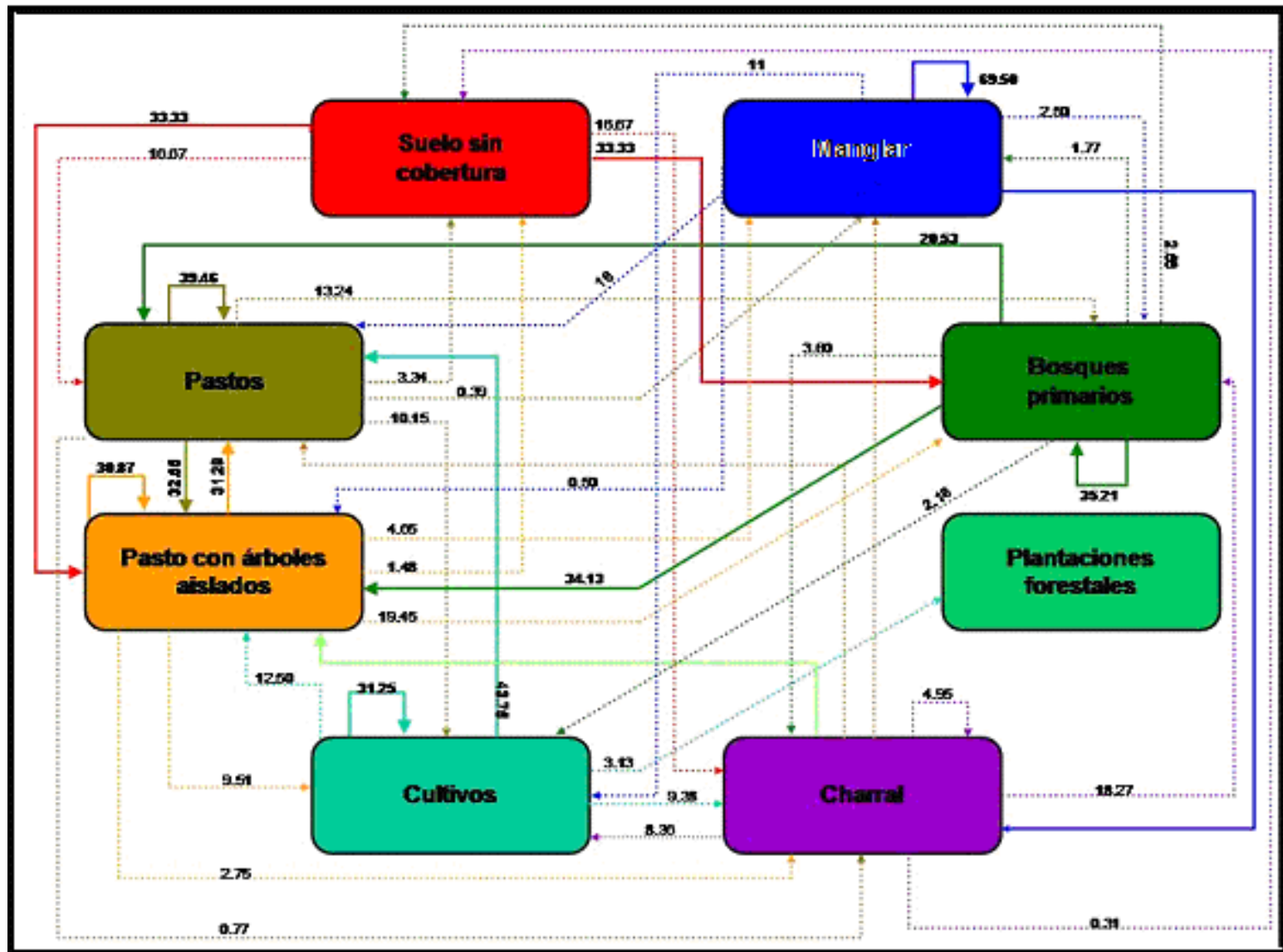


Figura 14. Probabilidades de transición para las distintas categorías de uso en la Región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá, Período de 1966-1981.

4.6 Dinámica de cambio de uso de la tierra para el período de 1981-2001.

Es muy claro que algunas de las condicionantes mencionadas en el acápite anterior prevalecen para explicar la dinámica de este período. Sin embargo, es de especial interés, recalcar el aumento considerable de área bajo la categoría de centros urbanos.

Heckadon (1981) señala que la Región de Playa Venado no solo fue colonizada por los campesinos sin tierras, sino también por el pequeño propietario, tanto agrícola como pecuario con poca tierra, buscando fronteras donde expandirse. Por otra parte también afirma que la apertura de caminos trajo grandes cambios al área: a) facilitó la entrada a grandes ganaderos de los pueblos de otros distritos de Los Santos, que veían en Tonosí, por su mayor humedad, una región ideal para establecer potreros de verano; y b) el origen del gran mercado de las tierras, fenómeno conocido localmente como el “negocio del rastrojo”.

En el cuadro 26 se observa nuevos puntos de interés, los cuales pueden palpase al revisar la matriz Markoviana del período de 1981-2001.

Cuadro 26. Dinámica de uso en el escenario 1981-2001

		Categoría de uso de 2001									Área de 1981	
		CU	SSC	PS	Psa	C	CH	BP	PF	M	ha	%
Categoría de uso de 1981	CU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	SSC	0.50	10.75	3.00	1.00	1.75	0.50	0.50	0.00	0.00	18.00	2.19
	PS	4.25	6.25	144.50	29.00	22.25	7.50	6.00	0.00	3.75	223.50	27.25
	PSa	3.50	6.50	65.25	158.75	1.50	13.50	7.50	0.00	0.00	256.50	31.27
	C	1.50	0.25	26.25	0.25	10.50	0.25	1.50	0.00	13.25	53.75	6.55
	CH	1.00	0.50	7.00	3.50	2.25	7.50	1.50	0.00	0.00	23.25	2.83
	BP	0.00	4.75	26.75	63.00	9.75	14.50	75.50	0.00	1.25	195.50	23.83
	PF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	M	0.50	3.00	2.50	0.75	7.00	0.00	5.75	0.00	30.25	49.75	6.07
	Área 2001	ha	11.25	32.00	275.25	256.25	55.00	43.75	98.25	0.00	48.50	820.25
	%	1.37	3.90	33.56	31.24	6.71	5.33	11.98	0.00	5.91		

CU: Centros urbanos

SSc: Suelos sin cobertura

PS: Pastos

PSa: Pastos con árboles aislados

C: Cultivos

CH: Charral

BP: Bosques primarios

PF: Plantación forestal

M: Manglar

Cuadro 27. Matriz de transiciones Markovianas para el período de 1981-2001.

		Categoría de uso de 2001								
		CU	SSC	PS	Psa	C	CH	BP	PF	M
Categoría de uso 1981	CU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	SSC	2.78	59.72	16.67	5.56	9.72	2.78	2.78	0.00	0.00
	PS	1.90	2.80	64.65	12.98	9.96	3.36	2.68	0.00	1.68
	PSa	1.36	2.53	25.44	61.89	0.58	5.26	2.92	0.00	0.00
	C	2.79	0.47	48.84	0.47	19.53	0.47	2.79	0.00	24.65
	CH	4.30	2.15	30.11	15.05	9.68	32.26	6.45	0.00	0.00
	BP	0.00	2.43	13.68	32.23	4.99	7.42	38.62	0.00	0.64
	PF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	M	1.01	6.03	5.03	1.51	14.07	0.00	11.56	0.00	60.80

CU: Centros urbanos **PSa:** Pastos con árboles aislados **BP:** Bosques primarios
SSc: Suelos sin cobertura **C:** Cultivos **PF:** Plantación forestal
PS: Pastos **CH:** Charral **M:** Manglar

Con respecto al uso pecuario, se observa que la categoría de pasto presenta una probabilidad de estabilidad de 64.65% (en relación a 39.46% del período anterior). De igual manera la categoría de pasto con árboles aislados (61.89%) presenta un aumento en este aspecto. La categoría de uso de cultivos presentó un descenso en la probabilidad de persistencia del 19.53% con respecto al período de 1966-1981 el cual fue de 31.25%. Los resultados anteriormente expuestos comprueban las afirmaciones de muchos autores (Heckadon 1981, INRENARE, 1993, ANAM, 1999) los cuales sostienen que en el área de estudio, el frente ganadero no solo conquistó el último refugio selvático, sino que también la ganadería fue eliminando paulatinamente la agricultura de subsistencia.

También se observa que en este período de análisis, la categoría de Manglares (60.80%) muestran un descenso en su probabilidad de persistencia (69.50% en relación al periodo anterior).

La figura 15 muestra un diagrama simplificado del proceso de cambio de uso de la tierra en la Región de Playa Venado, provincia de Los Santos, República de Panamá, en el período de 1981-2001. En negritas se muestran las transiciones dominantes según su probabilidad de cambio

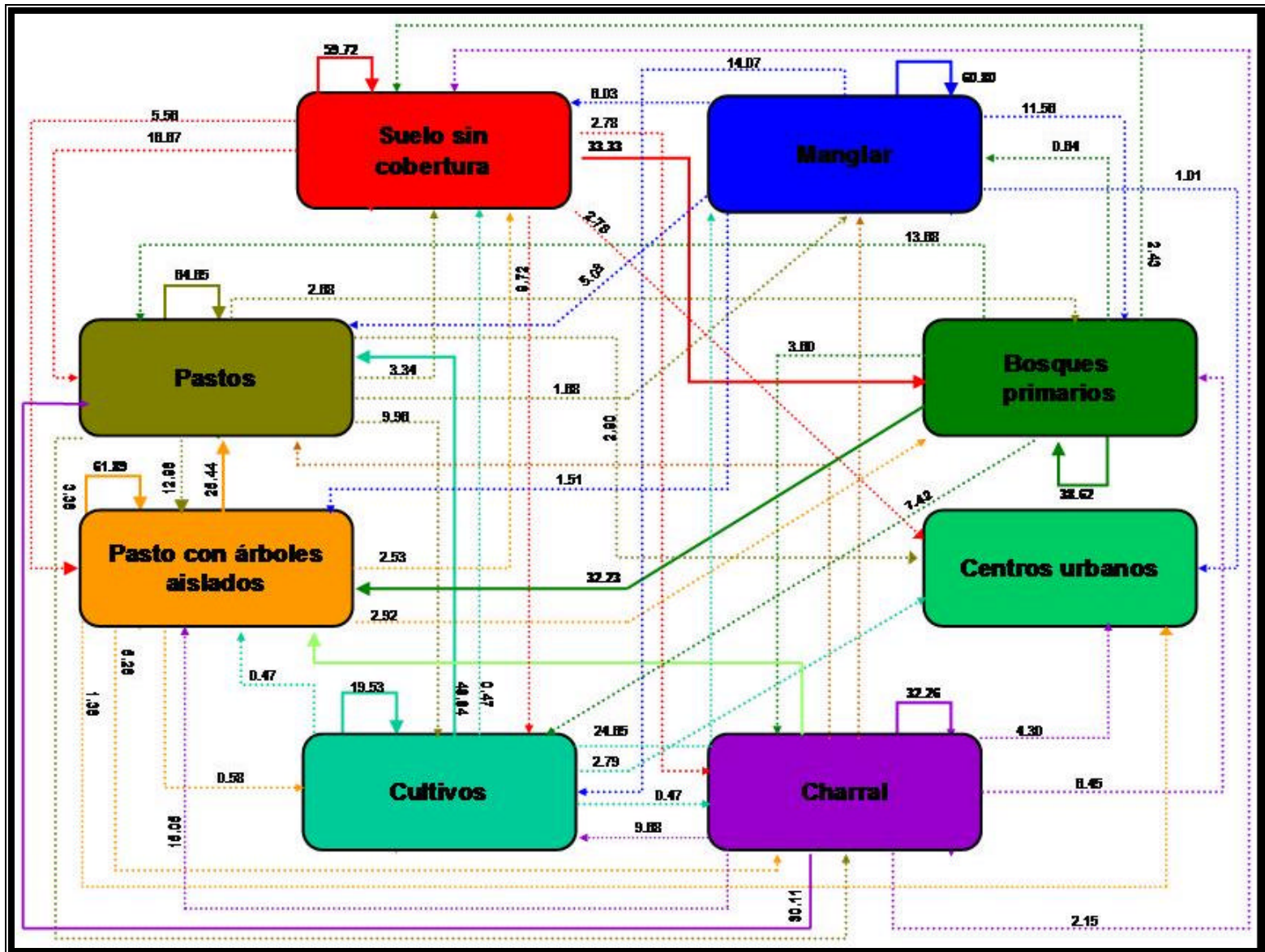


Figura 15. Probabilidad de transición para las distintas categorías en la Región de Playa Venado, República de Panamá. Período de 1981-2001.

4.7 Factores directrices de la dinámica de cambio de uso de la tierra

El objetivo de la identificación de los factores directrices fue de conocer y comprender la experiencia de las acciones tanto sociales como políticas e institucionales desarrolladas en la Región de Playa Venado, relacionadas a la dinámica de cambio de uso de la tierra.

La información se dividió en tres puntos de interés: a) Situación inicial: construcción histórica, b) Percepción de la gente: factores de decisión que motivaron a los pobladores al cambio de uso de la tierra y c) Factores biofísicos: Variables biofísicas que presentan mayor peso o poder regulador sobre la dinámica de cambios de uso de la tierra.

4.7.1 Situación inicial

En base a la investigación desarrollada se puede decir que los factores que intervienen tanto directa como indirectamente en el cambio de uso de la tierra en la Región de Playa Venado son múltiples y operan como una intrincada cadena de causas y consecuencias muy interrelacionadas e interactuantes.

El cuadro 28 resume y ordena la información recopilada para los tres periodos de análisis (1966, 1981 y 2001), con base a entrevistas y en bibliografía.

Cuadro 28. Situación inicial: Construcción histórica de los factores que provocaron el cambio de uso de la tierra, en la Región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, república de Panamá.

Etapas	Características	Efecto sobre el cambio de uso de la tierra
<p>Tonosí Fruit Company (1924-1950).</p> <p>??1924-1930, Cuando la compañía adquirió la mayoría de las tierras del Valle.</p> <p>??1930-1950, Cuando la empresa por causas financieras sale del área.</p>	<p>??Establecimiento infructuoso de grandes plantaciones de banano.</p> <p>??La empresa retiene sus propiedades hasta el año de 1950, cuando pasan hacer tierras nacionales.</p>	<p>??Provocó Intenso desplazamiento de los campesinos a las tierras altas.</p> <p>??Se inicia la colonización por inmigrantes de distritos aledaños, dándose inicio al avance del frente ganadero.</p>
<p>Creación de la Ley No. 37, de 1962, por la cual se crea el Código Agrario y el decreto Ley No 39, la cual regulan la materia forestal.</p>	<p>??El decreto Ley No. 39 contiene aspecto sobre protección, conservación explotación y administración de los recursos forestales.</p> <p>??El Código Agrario, permite legalizar el derecho posesorio, una vez que se elimina el bosque en un determinado terreno, mediante un documento expedido por Reforma Agraria.</p>	<p>??Con respecto al otorgamiento de los derechos posesorios sobre tierras sin bosque, induce a que el acto de eliminar el bosque sobre un terreno determinado, confiere al deforestador el inminente derecho posesorio. En consecuencia, la actitud campesina y de los productores agropecuarios, tienden a deforestar el bosque, con el objeto de habilitar la tierra para la adquisición del derecho posesorio.</p>
<p>Construcción de la Carretera Las Tablas–Tonosí (1964-1965).</p>	<p>??La construcción de la carretera entre 1964-1965, trajo grandes cambios en el área de estudio. Entre estos, facilitó la entrada de ganaderos de pueblos de otros distritos de Los Santos. Los cuales veían en la región, que era propicia para el establecimiento de potreros en verano. Fue esta clase social, la que produjo los cambios sociales más profundos.</p>	<p>??Durante la construcción de la carretera y por algunos años después, se originó un intenso mercado de tierras, fenómeno conocido como el: “negocio del rastrojo”. El cual consistía en que los campesinos demarcaban un área determinada, la desmontaban para sembrar cultivos el primer año. Luego entraban grandes ganaderos a comprar los derechos posesorios de esas parcelas desmontadas o rastrojos.</p> <p>??Una vez adquirido un derecho posesorio, el gran ganadero lo utilizaba como una entrada, para extenderse hacia las tierras nacionales colindantes.</p>
<p>Política crediticia (1970-1980)</p>	<p>??Los créditos internacionales para el sector agropecuario durante los años de 1970 y 1980, fueron dirigidos en su mayor parte al desarrollo ganadero, lo cual motivo la expansión de forma acelerada la frontera ganadera.</p>	<p>??El criterio planteado para el otorgamiento de préstamos a las actividades ganaderas, no discriminan si se otorgan en fincas ya establecidas o en nuevas fincas. Basta que la misma sea condicionada (sin bosque).</p>
<p>Programas de desarrollo</p> <p>??Programa “Área de desarrollo integral del distrito de</p>	<p>??El programa de Áreas de desarrollo integral del distrito de Tonosí, involucraba salud,</p>	<p>??Estos programas estaban dirigidos indirectamente a lograr la conquista de áreas boscosas. Estos</p>

<p>Tonosí" (1975).</p> <p>??Programa de repoblación ganadera, BDA, (finales de la década de los 80 y década de los 90.</p>	<p>educación, desarrollo agropecuario y Reforma agraria.</p> <p>??El programa de repoblación ganadera estaba dirigido más que nada a los productores de mayor poder adquisitivo. Se basaba principalmente, en el mejoramiento genético del hato ganadero.</p>	<p>carecían de una adecuada planificación y de programas de colonización dirigida, lo que dio como resultado una colonización espontánea y desordenada de las áreas boscosas.</p>
<p>Creación de la Ley No. 24, del 24 de noviembre de 1992.</p>	<p>??El estado le ofreció a los inversionistas, beneficios para promover e incentivar las actividades de reforestación y así apoyar al desarrollo al sector forestal.</p> <p>??Instituciones gubernamentales divulgaron a los productores, los beneficios de la reforestación con Teca.</p>	<p>??Basado en el mapa de uso actual de la tierra de la Región Playa Venado, el 0.05% del área total, esta reforestado. Como se mencionó anteriormente, a través de visita de campo, se corroboró que dichas plantaciones no cuentan con un manejo adecuado.</p>
<p>Propiedad de la tierra</p>	<p>??Según el censo agropecuario de 2000, en la Región de Playa Venado, la estructura tenencial de la tierra muestra la existencia de una gran concentración de la propiedad en manos de pocos productores y una elevada proporción de campesinos con minifundios o pequeñas propiedades, ocasionando limitaciones para el desarrollo agrícola y/o ganadero. Ver cuadro 3</p>	<p>??La inadecuada distribución de la tierra es un factor que genera condiciones de pobreza e injusticia social, cuyas consecuencias afectan muy directamente al bosque y al suelo.</p> <p>??Según informantes calificados, entrevistados en el área de estudio, otro problema que queda enmarcado en este punto, es el tamaño de las explotaciones, las cuales en su gran mayoría corresponde a categorías de minifundios, esta situación dificulta las tareas de ordenamiento ambiental por la necesidad de parte de los productores de usar el máximo los recursos, a su vez las posibilidades de reconversión productiva de estos productores se observa como complicada en virtud de los requerimientos de economías de escala que plantea insertarse en forma competitiva en la economía alimentaria global, que solo podrá resolverse con la asociación de los productores pequeños.</p>

Los factores que llevaron al cambio del uso de la tierra en la Región de Playa Venado, se encuentran enmarcados principalmente en aspectos de políticos e institucionales, socioeconómico y tecnológicos.

En las décadas de 1960, 1970 y 1980, las políticas del Código Agrario que otorgaban el derecho posesorio de áreas donde el bosque ha sido eliminado, los programas de desarrollo y las políticas crediticias que incentivaban a la colonización del frente ganadero, fueron los principales factores que incidieron en el cambio de uso de la tierra.

Con respecto a la legislación Panameña en materia forestal ha estado ausente, o ha sido poco clara, dando como resultado, la escasez de programas de desarrollo, ausencia de un dinamismo y estancamiento del sector.

Es precisamente el caso del sector forestal, donde la tónica principal ha sido la ausencia de una política explícita de desarrollo y de uso ordenado y potencial de estos estratégicos recursos. En este contexto, los recursos forestales son objetos de un proceso de pérdida y degradación, para dar lugar a actividades no sostenibles, donde se desarrolla una conversión de bosques en actividades de producción de baja productividad y subutilización de los recursos forestales.

Los bosques siguen considerándose como un depósito de tierra y en las deposiciones gubernamentales se presta escasa atención a la normativa forestal, olvidando los efectos que las políticas, las novedades, las decisiones y los instrumentos de otros sectores tienen sobre el sector forestal.

Basado en lo anteriormente expuesto, se puede mencionar que existe un vacío de información, experiencia técnica y de investigación, en el manejo aprovechamiento de los bosques y de los programas de reforestación, que limita el uso a largo plazo de los bosques y tierras forestales. La investigación agropecuaria se enfoca hacia la producción comercial, mientras que la investigación para pequeñas fincas, la agroforestería y la conservación de suelos, es muy escasa. La poca tecnología disponible no se transfiere adecuadamente.

4.7.2 Percepciones de la gente

Como se mencionó en el inciso 3.6.2, para validar o corroborar la información sobre los factores que incidieron en el cambio de uso de la tierra, se procedió a realizar una serie de encuestas semiestructurada a los productores mayores de 45 años de la Región de Playa Venado (Ver anexo No1). En dicha encuesta se trató de determinar cuales fueron los factores que motivaron a los productores del área de estudio a desmontar los bosques y posteriormente a establecerse y dedicarse al sistema productivo agropecuario.

En este sentido se realizó un análisis de conglomerados donde las variables dicotómicas de respuestas determinadas fueron:

- ?? Agricultura de subsistencia.
- ?? Idiosincrasia o cultura de potrero¹
- ?? Políticas crediticias
- ?? Otorgamiento del derecho posesorio

Para la realización del cluster se utilizó la distancia de Jaccard, la cual, indica el índice de similitud o disimilitud de los productores. También se utilizó el método de agrupación de Ward, el cual conforma grupos donde la varianza dentro de los grupos es la mínima y entre grupos la máxima. En base a esto se conformaron tres grupos. Luego para caracterizar los grupos se realizó una prueba de *Chi cuadrado* de las variables originales y los grupos conformados, siendo la hipótesis nula.

Ho: No hay asociación entre las variables y los grupos.

En el cuadro 29 se observa que las variables dicotómicas que más discriminan los grupos son: a idiosincrasia, las políticas crediticias y el otorgamiento de los derechos posesorios, todas con una probabilidad de <0.001 , mientras que la agricultura de subsistencia muestra una probabilidad de 0.0739.

¹ Idiosincrasia o cultura de potrero: Se refiere al complejo de instituciones sociales cuya forma de vida se basa en la ganadería tecnológicamente tradicional y a la agricultura de roza.

Cuadro 29. Análisis de chi cuadrado de las variables dicotómicas de la encuesta.

Variable	Probabilidad (Chi- cuadrado)
Agricultura de subsistencia	0.0779
Idiosincrasia	<0.0001
Políticas crediticias	<0.0001
Reforma Agraria	<0.0001

En el cuadro 30 y en la figura 16, se puede observar el comportamiento de los grupos

Cuadro 30. Caracterización de los grupos de las variables dicotómicas.

VARIABLES DICOTÓMICAS	Grupos		
	% de respuestas afirmativas		
	1	2	3
Agricultura de subsistencia	0	40	50
Idiosincrasia o cultura de potrero	100	30	100
Políticas crediticias	0	75	0
Otorgamiento del derecho posesorio	100	70	0
Número de individuos	7	20	12

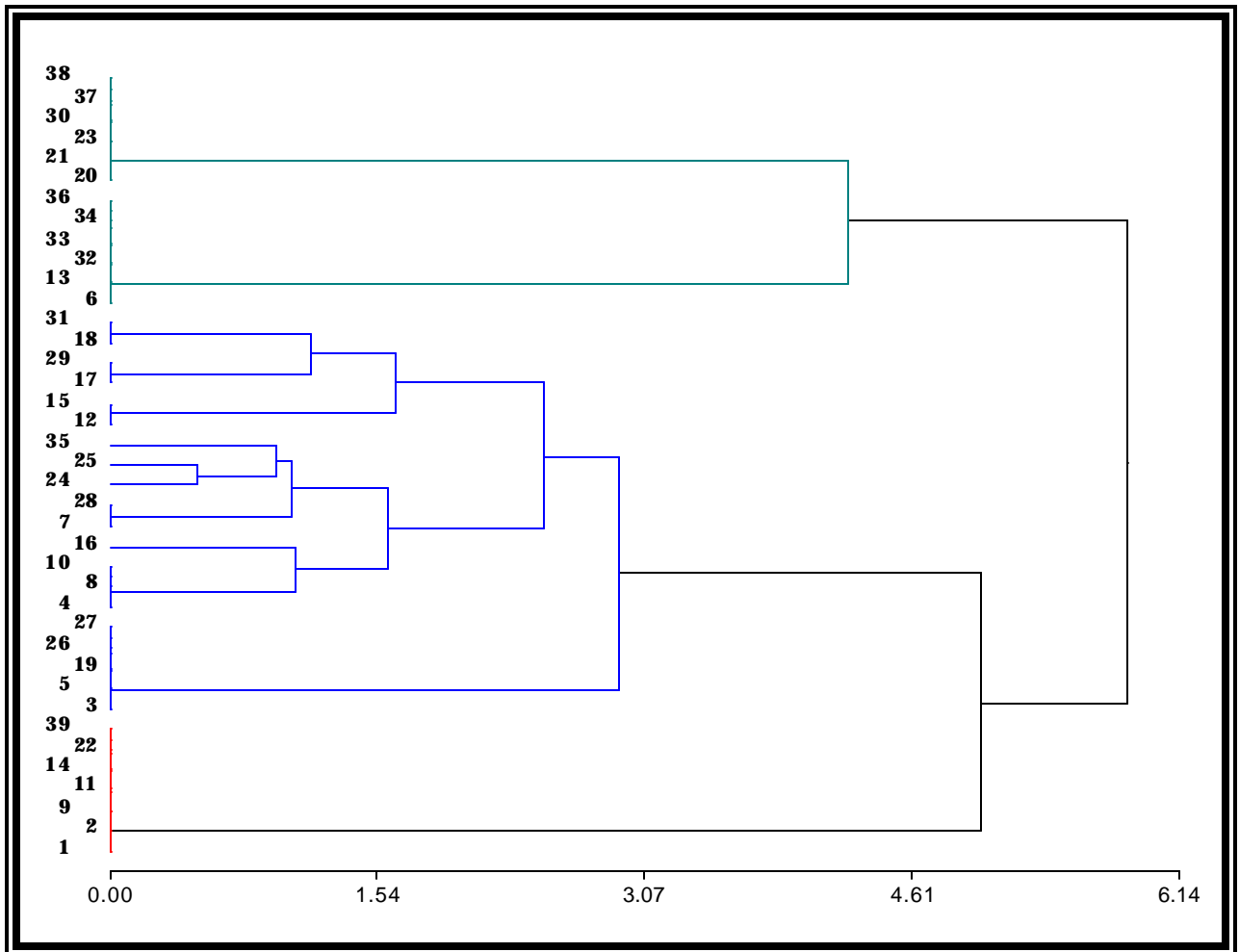


Figura 16 Dendrograma distancia de Jaccard para los productores

Grupo 1: son aquellos individuos los cuales desmontaron los bosques, motivados por la idiosincrasia o cultura de potreros y por el otorgamiento del derecho posesorio, por Reforma Agraria.

Grupo2: son aquellos individuos los cuales desmontaron los bosques, motivados por todas las variables (agricultura de subsistencia, Idiosincrasia o cultura de potrero, políticas crediticias y el otorgamiento del derecho posesorio).

Grupo3: se caracteriza porque ha sido formado por aquellos individuos, los cuales desmontaron los bosques motivados por la agricultura de subsistencia y la idiosincrasia o cultura de potreros.

En términos generales se puede observar que las causas principales que motivaron al cambio de uso de la tierra fueron: la idiosincrasia o cultura de potrero y la reforma agraria.

4.7.3 Factores biofísicos

Se considera oportuno resaltar que para la determinación de los factores biofísicos que han influido en el cambio de uso de la tierra, solo fue de interés evaluar el cambio de uso de la categoría de bosque alto (bosque primario) a las categorías de uso agrícola (pastos, pastos con árboles aislados, cultivos y plantaciones forestales), bosque bajo (charral) y a otros usos (centros urbanos y suelo sin cobertura). Para esto, se aplicó un análisis de componentes principales con el fin de determinar en cuáles de las variables, los productores presentaron menos variabilidad, de esta forma, identificando los factores que más influyeron en el cambio. Las variables que se consideraron fueron: pendiente, altitud, distancia de caminos, distancia de poblados y distancia a ríos.

4.7.3.1 Cambio de bosque alto a otros usos

Los autovalores indican que el componente principal I explicó el 30% de la variabilidad y el componente principal II el 27% de la variabilidad, acumulando ambos componentes un 57% de la variabilidad total (cuadro 31).

El primer componente principal indica que las transiciones o cambios de la categoría de bosque alto a la categoría de otros usos están explicadas principalmente por la distancia a caminos y la distancia a ríos, ya que los coeficientes de los autovectores de estas variables en componente I presentan los valores más bajos (menor variabilidad). Mientras que el componente principal II, indica que las transiciones o cambios de la categoría de bosque alto a la categoría de otros usos están explicadas principalmente por la altitud, ya que la misma presenta el coeficiente del autovector del componente II más bajo, (menor variabilidad) (cuadro 32).

Cuadro 31. Autovalores de los componentes principales.

Lambda	Valor	Proporción	Prop Acum
1	1.50	0.30	0.30
2	1.34	0.27	0.57
3	1.11	0.22	0.79
4	0.78	0.16	0.95
5	0.27	0.05	1.00

Cuadro 32. Autovectores componentes principales.

Variables	e₁	e₂	e₃
Pendiente	0.41	0.27	-0.44
Altitud	0.74	-0.09	0.13
Distancia a caminos	-0.28	0.49	0.61
Distancia poblados	0.35	0.67	0.21
Distancia a ríos	0.29	-0.49	0.61

En la figura 17 se observa distintas tendencias de aglomeración, denotando una baja integración entre las variables de distancia a caminos y distancia a ríos, en lo que respecta al componente principal I; mismas que guardan una alta asociación y formación de conglomerados cada una. Siendo lo contrario de las demás variables (Pendiente, altitud, distancia a poblado), cuya fuerza asociativa las agrupó en un solo conglomerado. Esperándose por lo tanto, que estas II variables tengan el mayor peso o poder regulador sobre las existencias encontradas en el escenario actual y sobre la dinámica de cambios de uso de la tierra.

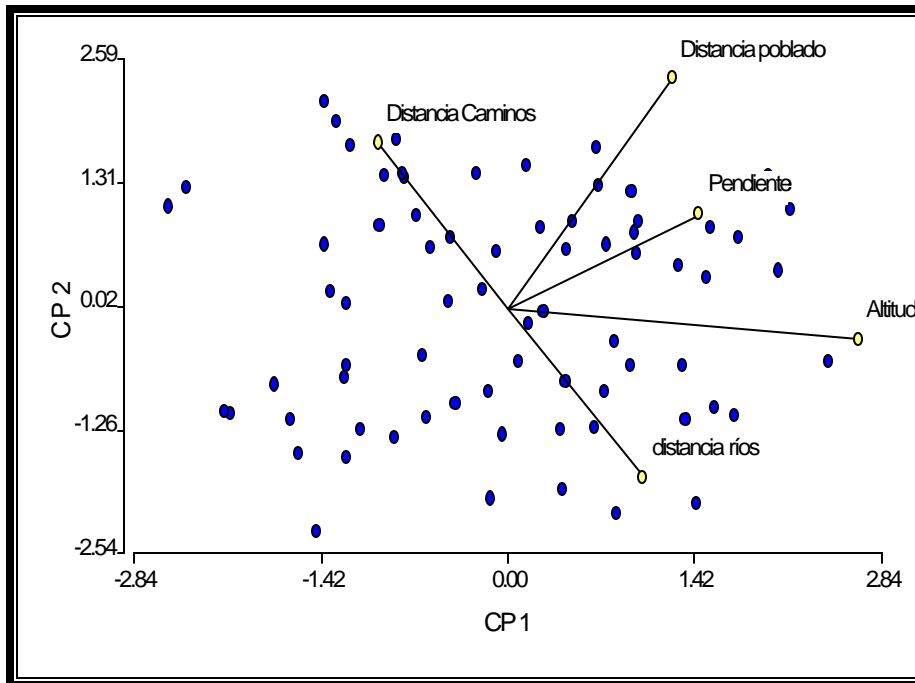


Figura 17. Biplot componente principal uno vs. componente principal dos.

Dichos resultados explican claramente las afirmaciones realizadas por informantes entrevistados del área de estudio, los cuales sostenían, que antes de la construcción de la carretera Las Tablas-Tonosí, los pobladores utilizaban los ríos, a pesar de que estos eran pocos navegables, como rutas naturales de tránsito y además, estos, representaban sitios propicios para el establecimiento de viviendas. Iniciándose así, el patrón de población lineal disperso en la Región de Playa Venado, donde los sitios poblados se compone de las casas de un grupo de familiares, distantes unos de otros, y diseminados a lo largo de un curso de agua.

Posteriormente, siguiendo el patrón tradicional Santeño, en que el individuo se establecía donde tenía familiares, compadres y amigos, lo cual era indispensable para conocer las ventajas del área y como fuente de ayuda mutua en los difíciles años iniciales de la colonización.

4.7.3.2 Cambios de bosque alto a bosque bajo

Los autovalores indican que el componente principal I explico el 43% de la variabilidad y el componente principal II el 24% de la variabilidad, acumulando ambos componentes un 67% de la variabilidad total (cuadro 33).

El primer componente principal indica que las transiciones o cambios de la categoría de bosque alto a la categoría de bosques bajos están explicadas principalmente por la altitud y la pendiente, ya que los coeficientes de los autovectores de éstas variables en componente I presentan los valores más bajos (menor variabilidad). Mientras que el componente principal II, indica que las transiciones o cambios de la categoría de bosque alto a la categoría de bosques bajos están explicadas principalmente por la distancia a caminos, ya que la misma presenta el coeficiente del autovector del componente II más bajo, (menor variabilidad). (Ver cuadro 34)

Cuadro 33. Autovalores de los componentes principales.

Lambda	Valor	Proporción	Prop Acum
1	2.13	0.43	0.43
2	1.19	0.24	0.67
3	1.09	0.22	0.88
4	0.38	0.08	0.96
5	0.21	0.04	1.00

Cuadro 34. Autovectores componentes principales.

Variabes	e ₁	e ₂	e ₃
Pendiente	-0.55	0.22	0.25
Altitud	-0.45	0.61	-0.09
Distancia a caminos	0.60	0.23	0.12
Distancia poblados	0.25	0.45	0.72
Distancia a ríos	0.25	0.56	-0.63

En la figura 18, se observa distintas tendencias de aglomeración, denotando una baja integración entre las variables de pendiente y altitud, en lo que respecta al componente principal 1; mismas que guardan una alta asociación y formación conglomerados cada una. Siendo lo contrario de las demás variables (distancia a ríos, distancia a poblado, distancia a caminos), cuya fuerza asociativa las agrupó en un solo conglomerado. Esperándose por lo tanto, que estas dos variables tengan el mayor peso o poder regulador sobre las existencias encontradas en el escenario actual y sobre la dinámica de cambios de uso de la tierra.

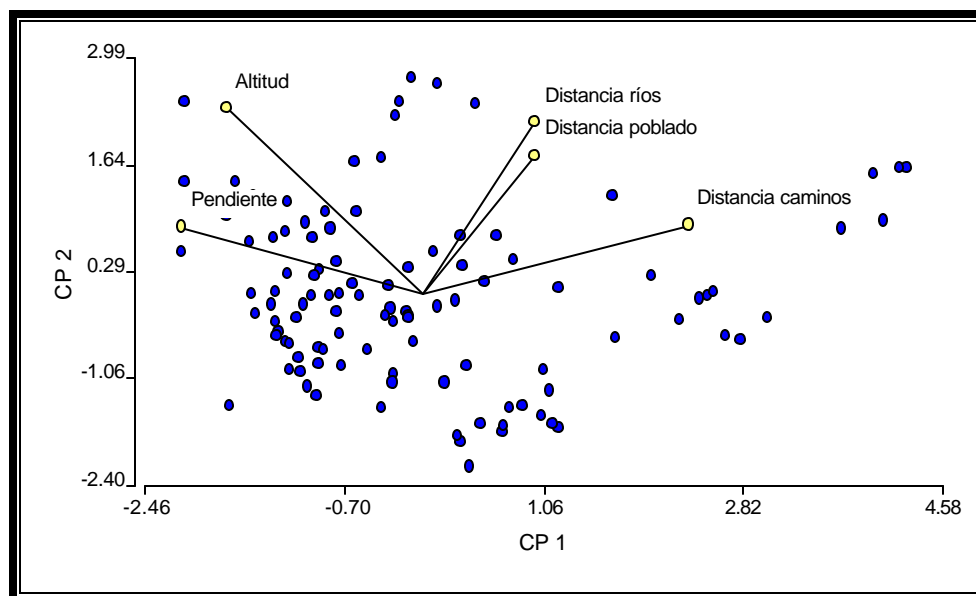


Figura 18 Biplot componente principal uno vs. componente principal dos.

Heckadon (1981) afirma que con el establecimiento y acaparamiento de las tierras del Valle del área de estudio, por parte de la Tonosí Fruti Company, propicio a que los campesinos desmontaran las tierras altas, provocando así la colonización desordenada de las áreas boscosas.

En el área de estudio la explotación de la tierra por métodos tradicionales denota claramente el carácter insostenible de gran parte de los sistemas de producción agrícola, sobre todo de la agricultura marginal y de subsistencia y de gran parte de la agricultura practicada por productores intermedios.

Este tipo de agricultura, no solamente degrada rápidamente los suelos, sino que además, exige en el corto plazo, nuevas tierras, para lo cual se hace necesario el desmonte. Lo más agravante aún, es que, basado en el mapa de uso actual de la tierra de la Región de Playa Venado, se observa que en la actualidad este tipo de agricultura prácticamente se desarrolla en suelos de vocación forestal, que por su fragilidad, no soportan actividades de producción agrícola, al menos con los sistemas actualmente utilizados. Por lo que se hace necesario abandonar estos suelos, provocando así las formaciones de los bosques secundarios jóvenes o charral.

4.7.3.3 Cambios de bosque alto a uso agrícola

Los autovalores indican que el componente principal I explicó el 27% de la variabilidad y el componente principal II el 24% de la variabilidad, acumulando ambos componentes un 51% de la variabilidad total (cuadro 35).

El primer componente principal indica que las transiciones o cambios de la categoría de bosque alto a la categoría de usos agrícola están explicadas principalmente por la pendiente y por la distancia a caminos, ya que los coeficientes de los autovectores de éstas variables en componente I presentan los valores más bajos (menor variabilidad). Mientras que el componente principal II, indica que las transiciones o cambios de la categoría de bosque alto a la categoría de usos agrícola están explicadas principalmente por la altitud, ya que la misma presenta el coeficiente del autovector del componente II más bajo, (menor variabilidad) (cuadro 36).

Cuadro 35. Autovalores de los componentes principales.

Lambda	Valor	Proporción	Prop Acum
1	1.37	0.27	0.27
2	1.19	0.24	0.51
3	1.06	0.21	0.72
4	0.78	0.16	0.88
5	0.60	0.12	1.00

Cuadro 36. Autovectores componentes principales.

Variables	e₁	e₂	e₃
Pendiente	0.09	0.77	0.03
Altitud	0.57	-0.15	-0.45
Distancia a caminos	0.42	0.31	0.66
Distancia poblados	0.54	0.19	-0.41
Distancia a ríos	0.45	-0.50	0.44

En la figura 19 se observa distintas tendencias de aglomeración, denotando una baja integración entre las variables de pendiente y distancia a caminos, en relación a las otras variables, en lo que respecta al componente principal I; mismas que guardan una alta asociación y formación conglomerados cada una. Siendo lo contrario de las demás variables (distancia a poblado, distancia a caminos, distancia a ríos), cuya fuerza asociativa las agrupó en un solo conglomerado. Esperándose por lo tanto, que estas dos variables tengan el mayor peso o poder regulador sobre las existencias encontradas en el escenario actual y sobre la dinámica de cambios de uso de la tierra.

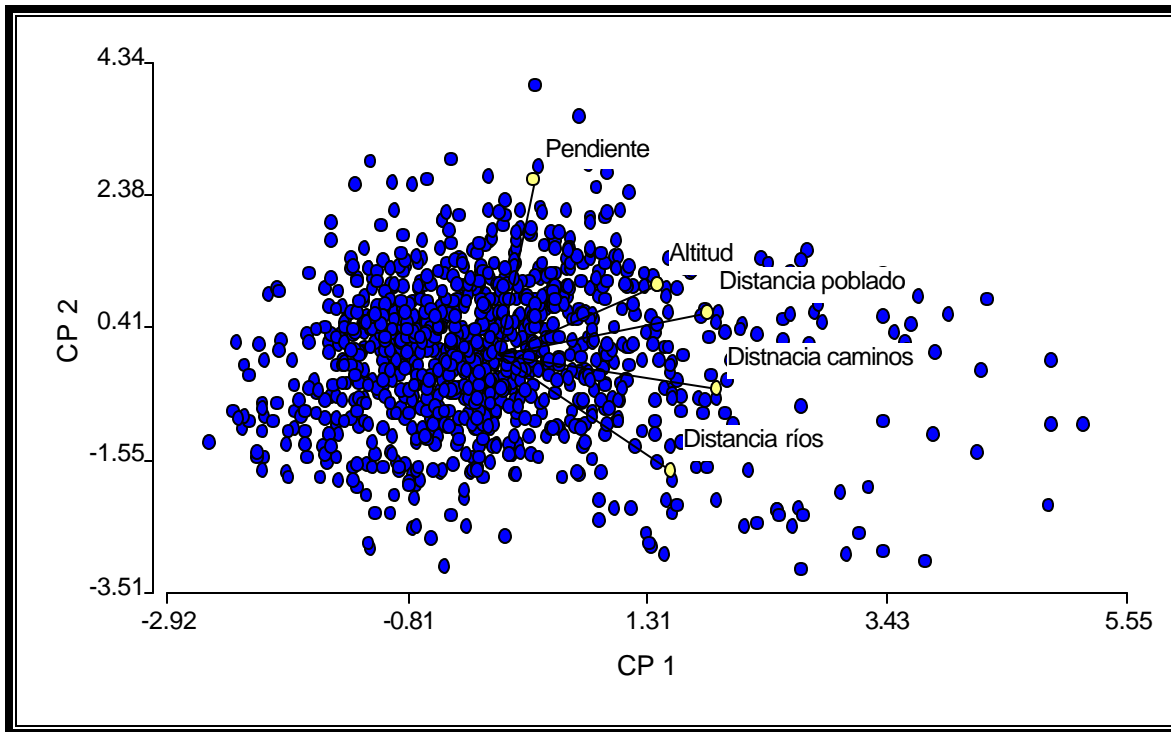


Figura 19 Biplot componente principal uno vs. componente principal dos.

En la región de Playa Venado, la apertura del camino Las Tablas-Tonosí, fue aprovechada por los colonos y campesinos de otros Distritos de la Provincia de Los Santos, para incursionar en otras áreas boscosas lo que produjo la colonización desordenada y el avance de la frontera tanto agrícola como ganadera.

Según informantes claves, a finales de la década de los 70, por influencia de productores de otras zonas, en el área de estudio se empezó a cultivar el arroz mecanizado, al igual que se dio inicio al cultivo de cucurbitácea como la sandía y el melón. Por otra parte, Heckdon, 1981, afirma que la construcción de esta carretera facilitó la entrada de grandes ganaderos de otros pueblos de la Provincia de Los Santos, los cuales veían en Playa Venado, la región ideal para el establecimiento de Potreros.

Hasta la fecha, puede observarse que las principales fuentes de colonización se verifican a lo largo de las carreteras, registrándose una mayor deforestación y la conquista del frente ganadero en el área de estudio.

4.8 Zonificación de las áreas críticas en la Región de Playa Venado

Las figuras 20, 21, 22 y 23, muestran los resultados pertinentes a las capas de potencial erosivo, estado erosivo, conflicto de uso y áreas críticas, respectivamente. Como se observa en el cuadro 37, en la Región de Playa Venado, predomina el potencial erosivo medio (50.42%) los cuales se encuentran ubicados en su mayoría en la Parte Alta del área de estudio. Por otra parte el potencial erosivo bajo y alto cubren un área de 39 y 10.60%, respectivamente. Por lo que se denota muy claramente que el comportamiento del potencial erosivo está condicionado principalmente por la categoría de la pendiente que en su mayoría se caracteriza por ser ondulado.

Cuadro 37. Potencial erosivo, Región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá.

Potencial erosivo	Área (Ha)	Área (%)
Alto	4,285.17	10.60
Medio	2,367.14	50.42
Bajo	15,753.35	39.00

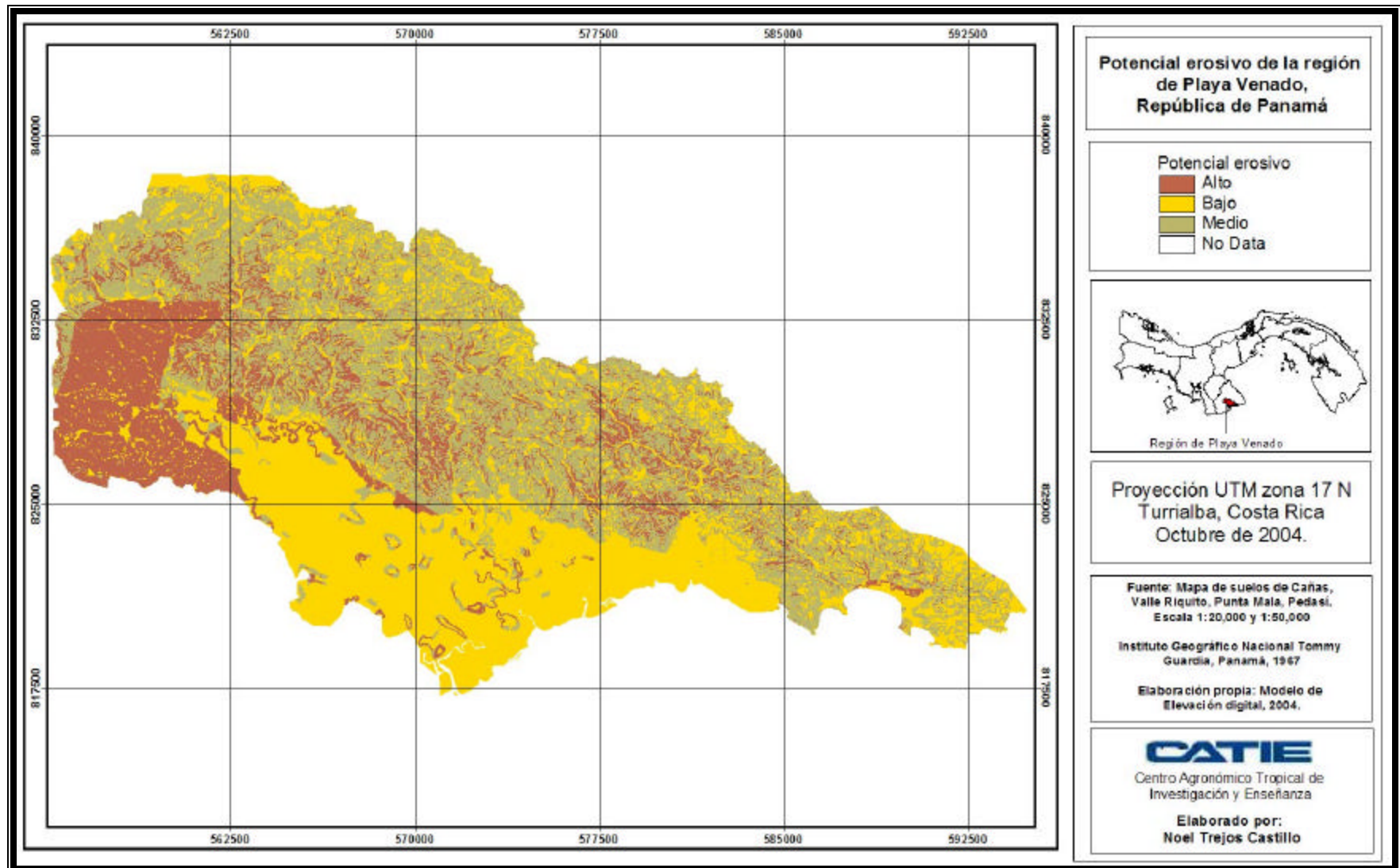


Figura 20. Potencial erosivo de la región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá.

4.8.1 Estado erosivo

Como se puede observar en el cuadro 38 y la figura 21, el estado erosivo medio y bajo son los que predominan en la región de Playa Venado, con un 38.77 y un 38.07%, respectivamente. A pesar de que tiene un material parental bajo condiciones de riesgo medio de erosión, (por la pendiente); el estado erosivo se mantiene en igual condición (estado erosivo medio) por efecto del grado de protección de la cobertura dominante.

Cuadro 38. Determinación del estado erosivo de la Región de Playa Venado, provincia de Los Santos, República de Panamá

Estado erosivo	Área (ha)	Área (%)
Muy bajo	6,108.55	15.13
Bajo	15,365.37	38.07
Medio	15,648.50	38.77
Grave	1,274.40	3.16
ND	1,968.59	4.89

En el área de estudio la deforestación trajo como consecuencia una menor cobertura del suelos dejándolo más susceptible a la acción de los agentes erosivos (lluvias intensivas y escorrentía superficial).

Vale destacar que según el plan de ordenamiento del Arco Seco, el proceso de degradación de la vegetación natural se estima, no ha terminado, dado que existe un Sobreuso de las pasturas naturales asociadas a quemas periódicas. Dichas prácticas deben indudablemente haber alterado la sucesión vegetal natural, equilibrándose la misma con especies dominantes más agresivas en la ocupación del espacio, normalmente de menor calidad, disminuyendo la biodiversidad de las comunidades vegetales, concentrándose la producción en el tiempo debido a las relaciones de dominancia de las especies más agresivas y la pérdida de diversidad.

Esta situación de degradación de los recursos vegetales debe contemplarse ya que los mismos representan la posibilidad más económica y a veces la única de conservación de los suelos no arables.

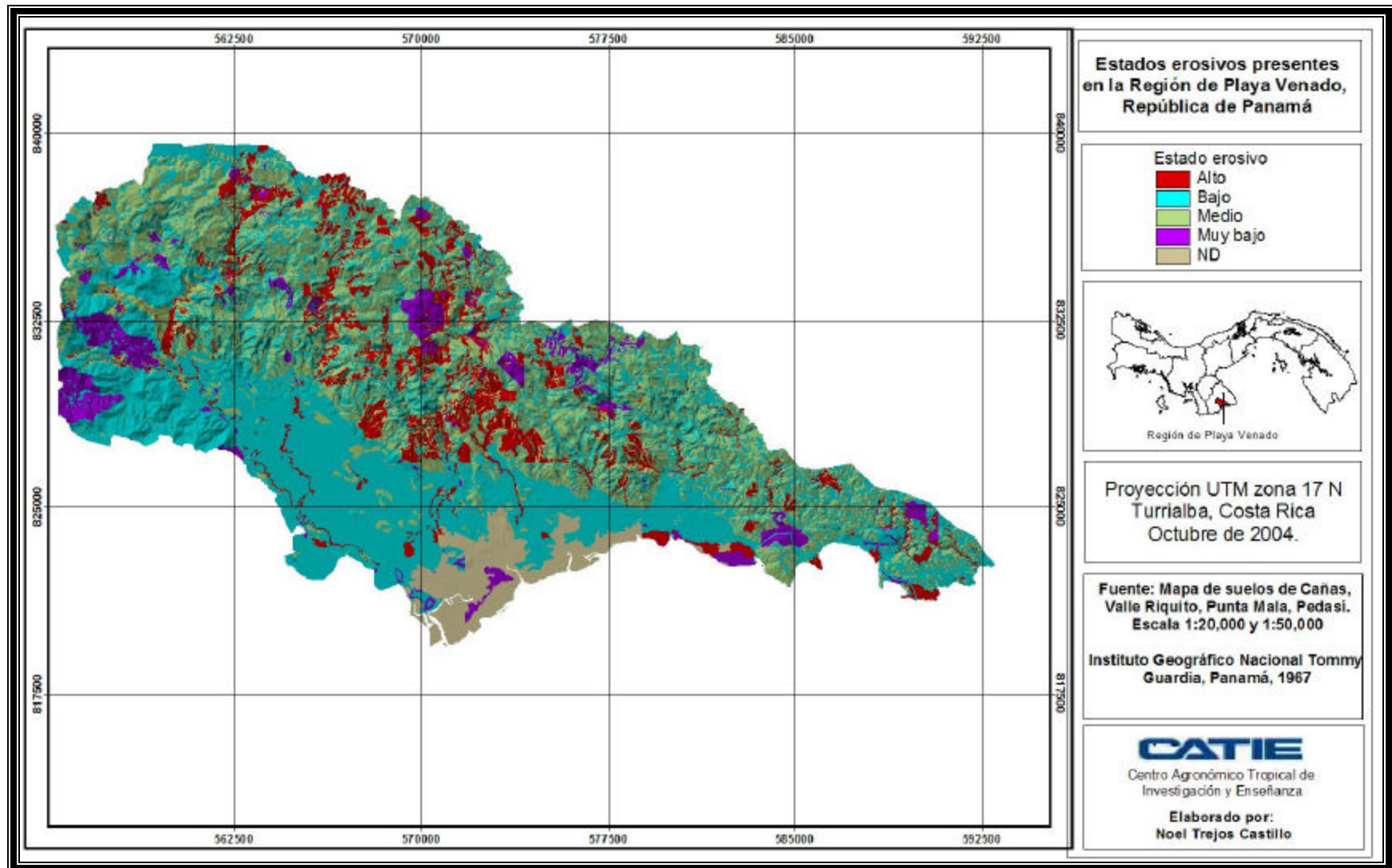


Figura 21. Estados erosivos de la Región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá.

De igual manera, el estado erosivo grave, es el que se encuentra en una menor escala en la región de Playa Venado, ocupando un 3.1%. El estado erosivo grave se encuentra ubicado en la parte alta del área de estudio y a pesar de que posee un material parental bajo condiciones de riesgo medio, el estado erosivo se aumenta por efecto del grado de protección de la cobertura dominante.

Por otra parte, también se puede observar un área bajo la categoría ND (4.8%), la cual significa, no datos, dado que es una zona que se encuentra bajo cobertura de un Manglar en la que no es posible determinar el riesgo de erosión o potencial erosivo del material parental.

4.8.2 Conflicto de uso

Como se observa en la figura 22, el mapa de conflicto de uso muestra que el 40.7% del área de estudio están acordes a la capacidad de uso definidas para su ubicación espacial. Estas áreas se encuentran principalmente en la parte baja del área de estudio, en zonas planas con pendientes menores a 2%, aunque en algunas secciones pequeñas pueden tener hasta 5% de pendiente. Los suelos que se encuentran en sobreuso se encuentran ubicados principalmente en la parte alta del área de estudio, los cuales cubren un 59,3% del área total. Mientras que los suelos que se encuentran subutilizados alcanza apenas un 0.5%.

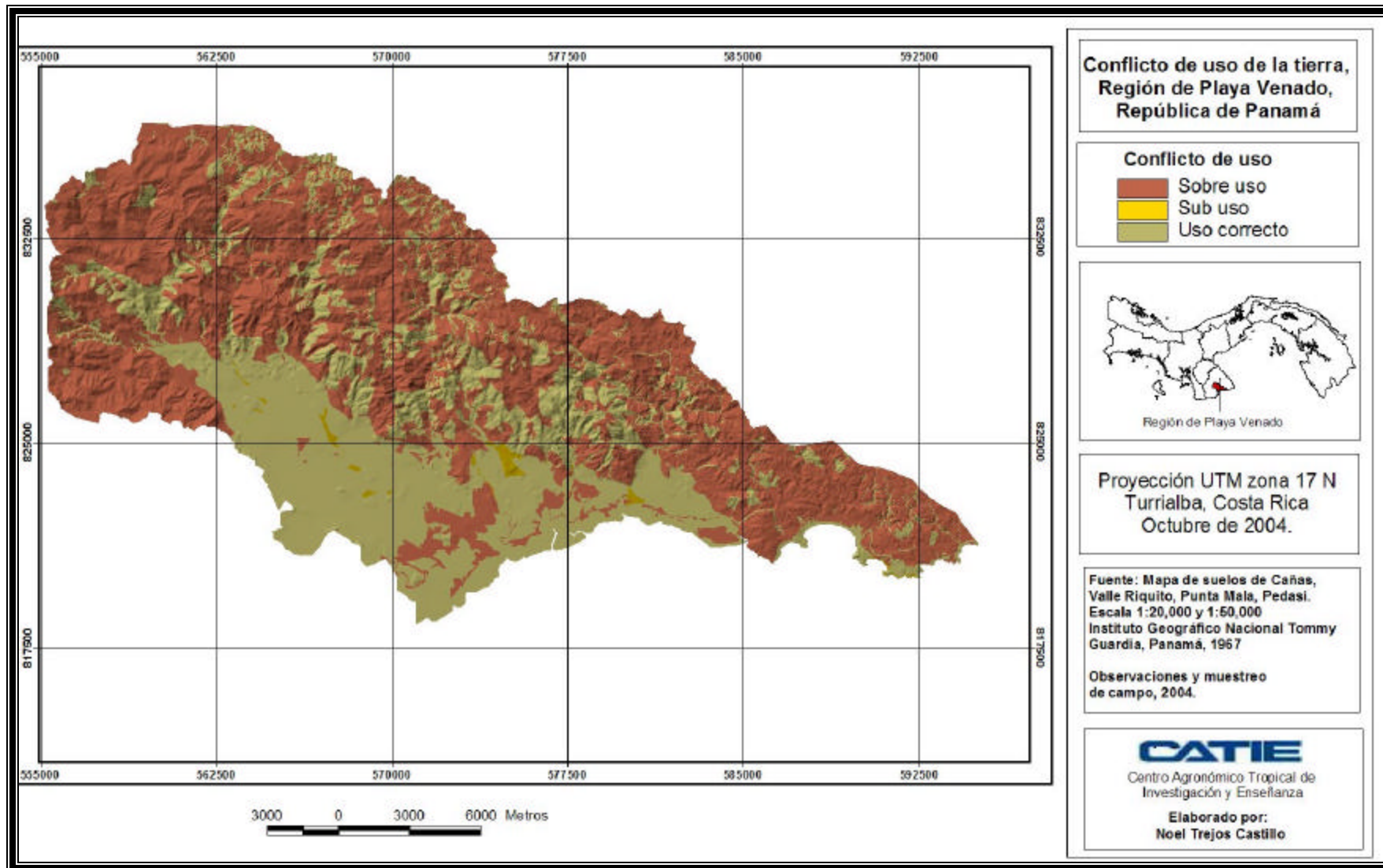


Figura 22. Conflicto de uso de la tierra, Región de Playa Venado, República de Panamá

4.8.3 Áreas críticas

En la región de Playa Venado, las zonas definidas como críticas (riesgo medio y alto) cubren el 58% del área total. Como se observa en el cuadro 39 y en la figura 23, su concentración se encuentra en las partes altas del área de estudio. Las cuales han sido producto del avance del frente agrícola y ganadero de la región.

Cuadro 39. Distribución de los riesgos de degradación de la Región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá.

Clase de Riesgo	Area (ha)	Area (%)
Alto	17948.59	44.46
Medio	54.96.52	13.61
bajo	3318.11	4.87
Muy bajo	10271.18	25.44
Sin riesgo	1968.53	4.87
ND	1361.84	3.37

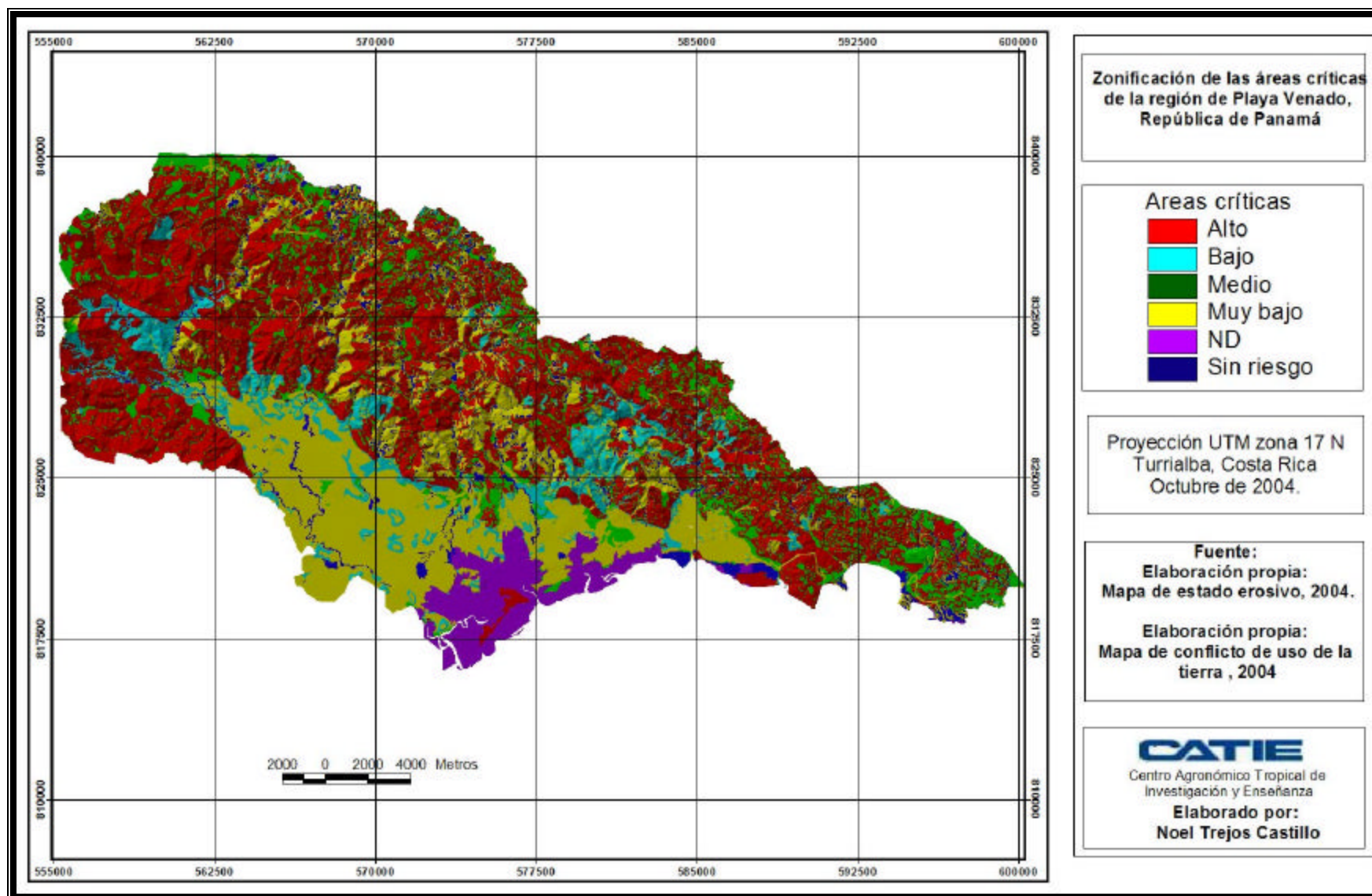


Figura 23. Zonificación de las áreas críticas de la Región de Playa Venado, Provincia de Los Santos, República de Panamá.

El análisis de las áreas críticas, permite establecer un conjunto de causas generales, con respecto a la degradación de los suelos en la región de Playa Venado.

- ?? La erosión como resultado de la pérdida de la cobertura vegetal o deforestación, de la aplicación de prácticas obsoletas de producción y de la no aplicación de medidas, prácticas u obras para la conservación del suelo.
- ?? La pérdida de fertilidad, como consecuencias del agotamiento de los nutrientes del suelo debido a las prácticas de explotación de la tierra, el lavado de los suelos y la ausencia de medidas culturales y agronómicas de conservación.
- ?? Y principalmente, el cambio de uso de las tierras forestales a fines poco sostenibles, como los son: la agricultura de subsistencia y la ganadería extensiva.

A través de la identificación de las áreas críticas se tiene una visión espacial donde se pueden priorizar esfuerzos en planes de ordenamiento de uso de la tierra, planes de conservación de suelos y aguas, análisis de factibilidad para proyectos de reforestación, implementación de tecnologías agrosilvopastoriles, proyectos de ecoturismo, que se lleven a cabo en el área de estudio especialmente en zonas que aun no presentan un estado de degradación alto y que por ende puedan llevarse a cabo acciones de prevención más que de corrección.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Bondades y limitaciones

Los resultados encontrados aportan una metodología replicable para la evaluación y análisis de la dinámica del cambio de uso de la tierra en Panamá, principalmente en la Región del Arco Seco, región a la cual pertenece el área de estudio. Los pasos seguidos se describen en tal detalle que a partir de los insumos básicos mejorados (escenario de uso de 1966, escenario de uso de 1981 y el escenario de uso de 2001) se pueden derivar una gran cantidad de evaluaciones rápidas para diversos programas locales. Cuatro advertencias deben ser consideradas: las fuentes de datos de referencia de los escenarios de 1966, 1981 y 2001, aún pueden ser mejorables; a mayor detalle (mayor escala), de esta forma la probabilidad de transición y persistencia de un tipo de uso en específico sería más confiable.

1. Con respecto a la primera advertencia cabe decir que para la clasificación de uso de la tierra del escenario de 1966, se utilizó una fuente secundaria de información (Mapa de Uso de La Tierra del área de estudio, realizado por Catapan, 1967) el cual se elaboró a diferentes escalas y con la utilización de un criterio de clasificación de uso diferente al que fue planteado para este estudio. La captura de la información, implicó una reclasificación de dicho mapa, con la finalidad de homogenizar la clasificación de uso, lo que pudo generar diversas inconsistencias que deben considerarse. Entre estas se destacan desplazamiento de la imagen y a la metodología empleada para la clasificación del tipo de uso. La utilización de material aéreo-fotográfico resulta necesario si se desea hacer una evaluación de su dinámica espacio-temporal.
2. Con relación a la segunda advertencia se puede decir que con la finalidad de obtener un alto nivel de confiabilidad en la determinación de las transiciones de cambio de uso de la tierra en la Región de Playa Venado, se hace necesario considerar el total de píxeles o la población de píxeles, de los escenarios o períodos analizados (1966, 1981 y 2001), que utilizar una muestra de la misma, ya que categorías de uso que presentan extensiones muy pequeñas pueden subestimarse.
3. La tercera advertencia destaca que tomando como punto de partida las cadenas de Markov, se recomienda complementar esta metodología con modelos realistas de cambios de uso para integrar las diferentes escalas espaciales y sus procesos específicos, con el fin de que sea posible simular los cambios de usos en el terreno

como respuestas a cambios en sus procesos biofísicos y socioeconómicos. De esta manera el modelo puede ser más realista y práctico.

4. La cuarta advertencia se relaciona con la importancia de la validación de los datos de mapas en campo, con la finalidad de aumentar el grado de confiabilidad del estudio, en este caso en específico se recomienda validar en campo tanto el mapa de uso actual de la tierra y el mapa de identificación de las áreas críticas de la Región de Playa Venado.

5.2 De los resultados del área de estudio

A continuación se enlistan las principales deducciones encontradas a partir de este estudio.

1. El área de la Región de Playa Venado es aproximadamente de 40,839 ha, de las cuales el 64.0% se encuentra bajo el uso de la ganadería, la cual se subdivide en suelos bajo cobertura de pastos (34.2%) y pastos con árboles aislados (29.8%); 12.92% con bosque primario, 5.95% con bosque secundario joven o charral, 6.9% con cultivos y el 10% restante, se encuentra dividido entre manglar, plantaciones forestales, suelo sin cobertura, y centros urbanos.
2. El estudio de capacidad de uso de la tierra fue realizado hasta el nivel de semidetalle de unidades de manejo, para las cuales las limitantes específicas que se definieron, de acuerdo con el orden de presentación fueron: pendiente, erosión sufrida, profundidad efectiva, textura, pedregosidad, fertilidad y drenaje. En dicho estudio se definieron 17 unidades de manejo agrupadas en 6 clases a saber:

Clase II: las tierras de esta clase presentan leves limitaciones que solas o combinadas reducen la posibilidad de elección de actividades o se incrementan los costos de producción debido a la necesidad de usar prácticas de manejo y conservación de suelos.

Clase III: las tierras de esta clase presentan limitaciones moderadas solas o combinadas, que restringen la elección de los cultivos. Para desarrollar los cultivos anuales se requieren prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos y agua.

Clase IV: las tierras de esta clase presentan fuertes limitaciones, solas o combinadas, que restringen su uso a vegetación semipermanente y permanente. Los cultivos anuales se pueden desarrollar únicamente en forma ocasional y con prácticas muy intensivas de manejo y conservación de suelos y aguas.

Clase V: las tierras de esta clase presentan severas limitaciones para el desarrollo de cultivos anuales, semipermanentes, permanentes o bosque, por lo cual su uso se restringe para pastoreo o manejo de bosque natural.

Clase VI: las tierras de esta clase son utilizadas para la producción forestal, así como cultivos permanentes tales como frutales y café, aunque estos últimos requieren prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos y aguas.

Clase VIII: estas tierras no reúnen las condiciones mínimas para actividades de producción agropecuaria o forestal alguna. Las tierras de esta clase tienen utilidad sólo como zonas de preservación de flora y fauna, protección de áreas de recarga acuífera, reserva genética y belleza escénica.

3. El patrón en el uso de la tierra en la Región de Playa Venado han sido un proceso dinámico, en los últimos 35 años, producto del manejo antrópico del suelo bastante intenso. Unos de los usos o categoría de uso que menos ha variado en superficie, a través del tiempo son los manglares los cuales presentan porcentaje de cobertura de 5.7, 5.5 y 5.3%, para los años de 1966, 1981 y 2001, respectivamente.
4. El declive progresivo de la cobertura de los bosques primarios (44.2 % para el año de 1966, 24.9% para el año de 1981 y 12.9% para el año de 2001), esta asociado directamente a seis factores principales. a) la inexistencia de un programa de colonización de tierras. b) La apertura de caminos de acceso y carreteras. c) los campesinos que practican la agricultura itinerante. d) el avance del frente ganadero. e) la extracción de madera de forma desordenada y sin manejo. f) la presencia de

especuladores de tierras que deforestan para establecer pastizales y vender la tierra posteriormente.

5. La matriz de Markov para el período de 1966-1981, corroboró que el bosque primario fue el emisor principal de cambio hacia las categorías de uso de suelo sin cobertura (2.5%), pastos (20.5%), pastos con árboles aislados (34.1%) y cultivos (2.1%). Por otro lado, tanto la categoría de pastos y pastos con árboles aislados, aparecen como sumideros netos de otras categorías de uso de la tierra.
6. El análisis de la dinámica de cambio de uso de la tierra del período de 1981-2001, reveló, que la categoría de pasto presenta una probabilidad de estabilidad de 64.6%, la categoría de pasto con árboles aislados de 61.8%. Por otra parte, la categoría de uso de cultivos presentó una probabilidad de persistencia del 19.5% y la categoría de bosque primario de 38.6%.
7. En términos generales, se puede inferir que el frente ganadero no solo conquistó el último refugio selvático, sino que también la ganadería fue eliminando paulatinamente la agricultura de subsistencia, por lo que se concluye que tal situación se debe más que nada a las condiciones cambiantes de las políticas estatales, mercados y por las facilidades para la producción ganadera que se presentan en el área de estudio.
8. La estructura tenencial de la tierra indica que existe elevada proporción de campesinos con parcelas muy pequeñas, lo que los obliga, debido a sus prácticas tradicionales de cultivos, a la búsqueda constante de tierras nuevas, en áreas boscosas.
9. Las normas legales sobre la función de la tierra se aplican inadecuadamente y estimulan a la deforestación, al considerarse que la eliminación del bosque es una condición previa para disponer del derecho posesorio o título de propiedad. Igual criterio se utiliza al otorgar los créditos agropecuarios.
10. El análisis de conglomerado determinó que en la Región de Playa Venado, las causas principales que motivaron al cambio de uso de la tierra fueron: la idiosincrasia

o cultura de potrero y la reforma agraria, siguiendo en cierta magnitud la racionalidad económica de maximación de beneficios por parte de los productores de la zona.

11. La distancia a caminos y la distancia a ríos tienen mayor peso o poder regulador sobre la transición de bosque alto a otros usos. Mientras que para la transición de bosque alto y bosque bajo las variables que presentaron mayor peso fueron la altitud y la pendiente. Y para la transición de bosque alto a uso agrícola fueron la pendiente y la distancia a caminos. Lo que refleja muy claramente la falta de coordinación y apoyo entre las entidades pública, en el manejo de las concesiones y en el control y ordenación de las actividades agropecuarias que realizan los colonos.
12. En la región de Playa Venado, las zonas definidas como críticas (riesgo medio y alto) cubren el 58% del área total, su concentración se encuentra en las partes altas del área de estudio. Las cuales han sido producto del avance del frente agrícola y ganadero de la región.

5.3 Las aplicaciones del estudio

Las bases de datos que aquí se presentan son de gran importancia por la alta flexibilidad de su manejo digital al ser compatibles con cualquier sistema y actualizadas en su contenido. Estos resultados permiten tener una visión sinóptica y cuantitativa de la condición de los recursos naturales (suelo y forestal) y su dinámica espacio-temporal. Por lo anterior, pueden apoyar a diversas tareas vinculadas con la instrumentación de políticas ambientales y eventualmente la base para los planes de uso del territorio. Esto último es una de las tareas centrales del ordenamiento territorial en su conjunto. Las principales aplicaciones se enlistan a continuación.

1. Mediante la Identificación de las principales tendencias de cambio y sus procesos asociados (por ejemplo, deforestación, degradación, alteración), se puede generar una predicción de la dirección de los mismos. En consecuencia se podrá medir las implicaciones biológicas (degradación de los recursos naturales) o sociales de estos cambios probables, sus repercusiones económicas y mecanismos de control de las causas de origen. Esto, en su conjunto, ayudaría a generar un sistema de

seguimiento y actualización periódica, semiautomatizado que permitirá tener evaluaciones vigentes de la situación de los recursos naturales para diversos fines.

2. El análisis real, potencial y futuro de los bienes y servicios ambientales en general se deriva de un buen inventario de sus recursos naturales y su respectiva dinámica. Entre los servicios y bienes de consumo directo se enlista el suelo y la capa forestal. Para tal fin se hace necesario vincular las bases de datos existentes a nivel puntual y su respectiva representación espacial. Esto ligado a las diversas estrategias de conservación como las áreas que aun no presentan un estado de degradación alto y que por ende puedan llevarse a cabo acciones de prevención más que de corrección y las áreas identificadas como críticas, con la finalidad de priorizar esfuerzos en planes de conservación de suelos y aguas, análisis de factibilidad para proyectos de reforestación, implementación de tecnologías agrosilvopastoriles, proyectos de ecoturismo áreas prioritarias de conservación suelo, entre otras. Todo esto apoyaría en la toma de decisiones en las diversas políticas de manejo y conservación de recursos en general.
3. Contar con insumos detallados de un área específica como los son: capacidad de uso de la tierra, dinámica de cambio de uso de la tierra y la determinación de las áreas críticas son indispensables en diversos estudios regionales para identificar las áreas más favorables para fines de conservación, ocupación y desarrollo regional. Contar con una cartografía asociada resulta fundamental para hacer operativo una serie de proyectos en regiones específicas y evitar inversiones innecesarias, así como dirigir los esfuerzos a las regiones de mayor demanda.
4. En base al análisis de la capacidad de uso de la tierra se recomienda a las entidades gubernamentales (MIDA y ANAM) plantear y ejecutar estrategias para iniciar el proceso de reconversión productiva tendiente a una modernización de las explotaciones, mejorar la competitividad de los productores y promover el desarrollo sustentable de la Región. En este sentido, conociendo que el área de estudio es una zona netamente ganadera se recomienda que para los suelos de tipo III, IV y V se incorpore pastos mejorados, 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.

6 BIBLIOGRAFÍA

- ANAM, Panamá. 2003. Protección forestal. Homepage. (en línea). Panamá, República de Panamá. Consultado 1 dic. 2003. Disponible en <http://www.anam.gob.pa/proyectosficha/galeriamapa2.htm>.
- ANAM, Panamá. 2002. Fortalecimiento institucional del sistema de información geográfica de la ANAM: base de datos ANAM (en línea). Panamá, República de Panamá. Consultado 1 dic. 2003. Disponible en <http://www.anam.gob.pa/Sif%202002/mapa%20de%20cobertura%20boscosa.htm>
- Asociación Panameña de antropología. 1982. Colonización y destrucción de bosques en Panamá. Editado por: Heckadon, S. Primera edición. Panamá, República de Panamá. 174 p.
- Barito, F. 2000. Dinámica del uso de la tierra y vulnerabilidad a desastres naturales en la costa norte de Venezuela. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 105 p.
- Bermúdez, T. 2001. Probabilidad de cambio y factores asociados a los patrones de uso de la tierra en la franja comprendida entre los parques nacionales Volcán Irazú y Volcán Turrialba. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE, 66 p.
- Berry, M. W., R. O. Flamm, B. C. Hazen, R. L. MacIntyre. 1996. The land-use change and analysis system (LUCAS) for evaluating landscape management decisions. *IEEE Computational Science & Engineering* 3:1 pp. 24-35.
- Brown, K. y Pearce, D. 1994. The causes of deforestation. London: University college London Press. Londres, Reino Unido, 15 p.
- Castaneda, L. 1995. Planificación del uso de la tierra a nivel de finca en el asentamiento el Barro, Turrubares, Costa Rica. Tesis Mag. Sc, Turrialba, C. R. CATIE. 189 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 2004. Análisis multivariado (diapositivas). Turrialba, Costa Rica. 28 diapositiva, son, color.

- Celada, J. E.; 1993. Desarrollo de modelos para evaluación de tierras en el Trópico Seco de Jutiapa, Guatemala: aplicación del sistema automatizado –ALES-. Tesis Mag SC. Turrialba, C. R. CATIE. 109 p.
- Chandrasekhar, T. 1999. Change detection. Arcv View Gis.
- Cruz, J. 2002. Evaluación del cambio de uso de la tierra en sistemas de producción agropecuaria en la cuenca del Río Barranca, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 147p.
- Cubero, D; Cubero, Y; Murillo, R. 2002. Software para sistema de diagnostico de las tierras tropicales (SIDIATT). San José, Costa Rica
- Curso “Evaluación de tierras y sostenibilidad de la agricultura en la región Andina”.1997. Táchira, Venezuela. Trabajos presentados. Ed. Por Félix J. Chirinos; Elio Pérez S. Maracay, Venezuela., IICA/CREA/PROCIANDINO/REDAMACS. 97 p.
- Espinosa, J; Heckadon, S. 1985. Agonía de la naturaleza. Panamá, república de Panamá. 326 p.
- FAO.1976. Esquema para la evaluación de tierras. Boletín de suelos de la FAO No. 32. FAO, Roma Italia. 66 p.
- FAO.1985. Evaluación de tierras con fines forestales. Estudio FAO. Montes No. 48, FAO, Roma, Italia.106 p.
- FAO.1996. Forest resources assessment 1990. Survey of tropical forest cover and study of change processes. FAO forestry paper 130. Rome, Italia. 152 p.
- Genes, J.2003.Random points generator v 1.27. Arc View Gis.
- Guisard, V. 2001. Mila grid utilities v 1.3. Arcv View Gis.

- Heckadon, S. 1973. Los asentamientos campesinos: una experiencia Panameña en reforma agraria. Guatemala, C.A. 102 p.
- Heckadon, S. 1981. Dinámica social de la cultura de potrero en Panamá. Panamá, República de Panamá. 16 p.
- Heckadon, S. 1993. Cuando se acaban los montes. Panamá, república de Panamá. 172 p.
- Hernández, A. 2003. Dinámica del uso de la tierra y de la oferta hídrica en la cuenca del río Guacerique, Tegucigalpa, Honduras. Tesis. Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE, 103p.
- Herrera, C.; Díaz, J. 2001. Análisis de la información sobre productos forestales madereros en Panamá (en línea). Santiago, CHILE, FAO. Consultado 1 dic.2003. Disponible en <http://www.rlc.fao.org/proyecto/rla133ec/PF-pdf/PF%20Pan.PDF>.
- Hobbs, R & Wilson, A. 1998. Corridors: Theory, Practice and achievement of conservation objectives. In: Dover & Bunce (eds), Key concepts in landscape ecology, Preston (UK): 265-79.
- Lagler, K. F. 1970. Lagos artificiales: planificación y desarrollo. Roma, PNUD – FAO. 75 p.
- Lambin, E. 1994. Modelling deforestation processes; a review. Luxembuorg, BE. European Comisión. 112p. (Research report no. 1).
- Lambin, Eric F., B.L.Turner, Helmut J. Geist, Samuel B. Agbola, Arild Angelsen, John W. Bruce, Oliver T. Coomes, Rodolfo Dirzo, Gunther Fischer, Carl Folke, P.S. George, Katherine Homewood, Jacques Imbernon, Rik Leemans, Xiubin Li, Emilio F. Moran, Michael Mortimore, P.S. Ramakrishnan, John F. Richards, Helle Skanes, Will Steffen, Glenn D. Stone, Uno Svedin, Tom A. Veldkamp, Coleen Vogel y, Jianchu Xu, 2001. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths, Global Environmental Change 11 (2001)261 -269

- León, C. 1994. Evaluación de tierras en la cuenca superior del Río Reventazón, Costa Rica: Aplicación de un sistema automatizado –ALES- y un sistema de información geográfica-IDRISI. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, C. R. 240 p.
- Lücke, O. 1986. Consideraciones básicas sobre la aplicación de metodologías de análisis en la planificación del uso de la tierra y la toma de decisiones. CATIE. Turrialba, C. R. 34 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería); MIRENEN (Ministerio de Recursos Naturales Energía y Minas). 1995. Metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica. 2^{da} edición. San José, C. R. 59p.
- Morales, D; Klein, K. 2001. Guía de Fotointerpretación del proyecto FRAGMENT, proyecto TROF. Mimeografiado.
- Peña, J. 2001. Análisis del cambio de uso del suelo (1946-1999) en una cuenca semi árida, Alicante, España. Tesis Lic, Alicante, España. Universidad de Alicante. 276p.
- República de Panamá. “Instituto Geográfico Tommy Guardia”. Mapa de suelos de Cañas. Escala: 1: 20,000. 1967. Hoja: 12b.
- República de Panamá. “Instituto Geográfico Tommy Guardia”. Mapa de suelos de Pedasí. Escala: 1: 50,000. 1967. Hoja: 13c.
- República de Panamá. “Instituto Geográfico Tommy Guardia”. Mapa de suelos de Punta Mala. Escala: 1: 50,000. 1967. Hoja: 13b.
- República de Panamá. “Instituto Geográfico Tommy Guardia”. Mapa de suelos de Tonosí. Escala: 1: 20,000. 1967. Hoja: 12.
- República de Panamá. “Instituto Geográfico Tommy Guardia”. Mapa de suelos de Valle Riquito. Escala: 1: 50,000. 1967. Hoja: 12 c.

República de Panamá. "Instituto Geográfico Tommy Guardia". Mapa de uso de la tierra de Tonosí. Escala: 1: 20,000. 1967. Hoja: 12.

República de Panamá. "Instituto Geográfico Tommy Guardia". Mapa de uso de la tierra de Cañas. Escala: 1: 20,000. 1967. Hoja: 12b.

República de Panamá. "Instituto Geográfico Tommy Guardia". Mapa de uso de la tierra de Pedasí. Escala: 1: 50,000. 1967. Hoja: 13c.

República de Panamá. "Instituto Geográfico Tommy Guardia". Mapa de uso de la tierra de Punta Mala. Escala: 1: 50,000. 1967. Hoja: 13b.

República de Panamá. "Instituto Geográfico Tommy Guardia". Mapa de uso de la tierra de Valle Riquito. Escala: 1: 50,000. 1967. Hoja: 12 c.

República de Panamá. "Instituto Geográfico Tommy Guardia". Mapa geológico de Panamá. Escala: 1:250,000. Octubre de 1991. tiraje 500. Hoja: 4. A colores.

República de Panamá. "Instituto Geográfico Tommy Guardia". Mapa: Pedasí. Escala: 1:50,000. Agosto de 1980. Edición 1_mas. Hoja: 4138 i. Serie: e762. A colores.

República de Panamá. "Instituto Geográfico Tommy Guardia". Mapa: Punta Mala. Escala: 1:50,000. Agosto de 1980. Segunda edición 1_ams. Hoja: 4138 ii. Serie: e762. A colores.

República de Panamá. "Instituto Geográfico Tommy Guardia". Mapa: Tonosí. Escala: 1:50,000. Agosto de 1981. Segunda edición. Hoja: 4138 iii. Serie: e762. A colores.

República de Panamá. "Instituto Geográfico Tommy Guardia". Mapa: Valle Riquito. Escala: 1:50,000. Agosto de 1980. Segunda edición 1_ams. Hoja: 4138 iv. Serie: e762. A colores.

República de Panamá. 1998. Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación. Catastro de aguas.

República de Panamá. Asamblea legislativa. 1998. Ley 41, del 1 de julio de 1998, general de ambiente, Panamá.

República de Panamá. Contraloría General de la República de Panamá. 1997. Panamá en Cifras: Años 1992-1996, CGR. Panamá.

República de Panamá. Instituto Nacional de Recursos Naturales renovables. 1993. Panorama ambiental de la República de Panamá.

República de Panamá. Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables. 1995. Informe de Cobertura Boscosa 1992, SIG. Panamá.

República de Panamá. 1992. Estadística panameña. Situación física meteorológica. Sección 121, clima. 57 p.

Richters, E. 1993. Curso corto: Planificación del uso de la tierra en el manejo de cuencas hidrográficas. CATIE, Turrialba, C. R. 70 p.

Richters, E. 1995. Manejo del uso de la tierra en América Central hacia el aprovechamiento sostenible del recurso tierra. Colección Investigación y Desarrollo (IICA). No 28. IICA San José. Cr. 439 p.

Rocha, L. 2002. Cambio en el uso del suelo y factores asociados a la degradación de pasturas en la Cuenca de Río Bulbul, Maniguas, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE, 84 p.

- Sáenz, F; Shults, S; Hyman, G. 1997. Uso de un sistema de información geográfica en la identificación de degradación de tierras y recursos hídricos. *Revista Forestal Centroamericana* 18(6):18-22.
- Salas, G De Las. 1987. *Suelos y ecosistemas forestales: con énfasis en América tropical*. San José, CR, IICA. (Colección Libros y Materiales Educativos IICA No 80). 447p.
- Searle, R. 2004. *Spatial analyst. Arc gis desktop*. Simposio conservación del bosque en Costa rica. (1/1998, Heredia, C.R). 1998. Academia Nacional de Ciencias. San José, C.R. 78p.
- Turcios, M. 2001. *Vulnerabilidad a desastres naturales en la Cuenca Jones Guatemala, en función de variables biofísicas, socioeconómicas e institucionales*. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE.104p.
- Turner, D; Wear, D; Flamm, R. 1996. Land ownership and land-cover change in the southern Appalachian Highlands and the Olimpic Peninsula. *Ecological Applications*. 6(4).1996 1150-1172.
- Velásquez, A; Mas, J; Palacios, J. 2002. *Análisis del cambio de uso del suelo. Mapas del Análisis del cambio de uso del suelo (en línea)*. Instituto de Geografía, UNAM. Consultado 8 de noviembre de 2004. Disponible en http://www.ine.gob.mx/dgoece/xid/dgioece/i_usv/#_Toc2514165.
- Wu, Y; Sklar, F; Rutchey, K. 1997. Analysis and simulations of fragmentation patters in the everglades. *Ecological Applications*. 7(1):268-276.
- Zabaleta, A. 1988. *Planificación del uso de la tierra*. Turrialba, C. R., CATIE, Proyecto Regional de Manejo de Cuencas. 30 p.

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta semiestructurada

1- Nombre del Productor:

Nº de Finca: _____ X: _____ Y: _____

-Lugar: _____

2- Desde cuando está cultivando esta finca:

3- Como era cuando llegó:

4- Uso del Actual de la Tierra:

Tipo de Uso	Superficie (Ha)
Rastrojo	
Plantación Forestal	
Cultivo Permanente	
Pastura	
Cultivo Anual	
Ganadería	
Otro	

5- Bajo en que forma de tenencia de tierra

_____ Propietario

_____ Jornalero

_____ Arrendatario

_____ Otro (especifique) _____

6- Cambios en el uso de la tierra

Tipo de Uso	Superficie	Fecha de Cambio	Motivo de Cambio
Rastrojo			
Plantación Forestal			
Cultivo Permanente			
Pastura			
Cultivo Anual			

Ganadería				
Otro				

Comentarios: _____

Anexo 2. Planilla de campo

PLANILLA DE CAMPO

Observación N°: _____ Fecha: _____

Proyecto: _____

Clasificación Taxonómica: _____

Uso Actual: _____

Georreferenciación: _____ Elevación: _____

PARÁMETROS	RANGOS
Pendiente e_1	
Profundidad efectiva s_1	
Fertilidad s_4	
Riesgo de Inundación d_2	
Período Seco c_2	
Viento c_4	
Erosión sufrida e_2	
Pedregosidad s_3	
Drenaje d_1	
Zona de vida c_1	
Neblina c_3	
Nivel freático	
Unidad de manejo:	

Observaciones: _____

Descrito por: _____