

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
ESCUELA DE SUELOS Y AGUAS**

Trabajo de Tesis

***ESTUDIO DE RECONOCIMIENTO Y CARACTERIZACION DE LOS
RECURSOS HIDRICOS, EDAFICOS Y FORESTALES
DEL MUNICIPIO DE EL SAUCE, LEON, NICARAGUA.***

Levantamiento de reconocimiento de alta intensidad

Escala 1:50000

Autora: Br. Gherda Barreto C.

**Asesores: Ing. Msc. Carlos Zelaya.
Ing. Efraín Acuña**

Managua, Mayo 1996

Dedicatoria

A mis creadores y principales forjadores

Benjamin Barreto y Gioconda Cajina

Al amor de mi vida

Radoslav Barzev

A mis adoradas hermanas

Benjamina, Mónica y Carolina

A toda mi familia

AGRADECIMIENTO

A todos mis asesores en el estudio que durante las diferentes etapas del mismo contribuyeron con aportes valiosos que enriquecieron el estudio, con su colaboración incondicional, constante seguimiento del trabajo y sobre todo con su amistad:

Ing. Msc. Carlos Zelaya, Ing. Efraín Acuña, Ing. Ignacio Rodríguez e Ing. Martha Orozco.

Al *Ph.D. Rosa María Poch i Claret*, por su asesoría y colaboración y sus consejos en la sección de Hidrología de este Estudio.

Al personal del equipo técnico de la Alcaldía de El Sauce por su activa colaboración y apoyo fundamental para la realización del estudio:

Téc. Manuel Castillo, Téc. Tomás Baquedano e Ing. Francisco Quiroz.

Especial agradecimiento a mi compañero tesista, *Danilo Rivera* por sus sincera amistad y colaboración en esta investigación.

Al *Dr. Héctor Barreto* y al *Arq. Roberto Amoretti*, por sus aportes y sugerencias en la elaboración de este estudio.

Al *Téc. Abdel García* por su apoyo en la elaboración de la Cartografía.

A los técnicos de los laboratorios físico y químico de la Escuela de Suelos y Aguas.

A todos mis *profesores* que contribuyeron día a día al enriquecimiento de mis conocimientos.

INDICE

<i>Indice</i>	<i>i</i>
<i>Indice de Cuadros</i>	<i>v</i>
<i>Indice de Mapas</i>	<i>vi</i>
<i>Indice de Anexos</i>	<i>vii</i>
<i>Resumen</i>	<i>viii</i>
<i>Summary</i>	<i>x</i>
I.- INTRODUCCION	1
1.1.- Objetivos	3
1.1.1.- Objetivo General	3
1.1.2.- Objetivos Específicos	3
II.- CONDICIONES SOCIOECONOMICAS Y FISICO-CLIMATICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	5
2.1.- Localización geográfica y Extensión territorial	5
2.2.- Condiciones socioeconómicas	5
2.2.1.- Población	5
2.2.2.- Producción	8
2.2.3.- Servicios	9
2.2.4.- Comercio	9
2.2.5.- Empleo	10
2.3.- Información fisico-climática	10

2.3.1.- Temperatura	10
2.3.2.- Precipitación	10
2.3.3.- Humedad Relativa	11
2.3.4.- Altitud	12
2.3.5.- Uso Actual de la Tierra	12
III.- REVISION DE LITERATURA	15
3.1.- Recursos Naturales	15
3.2.- Uso de la Tierra y su Planificación	15
3.3.- Recursos Edáficos	19
3.4.- Recursos Forestales	25
3.5.- Recursos Hídricos Superficiales	27
IV.- MATERIALES Y METODOS	31
4.1.- Materiales	31
4.1.1.- Fase de Pre-campo	31
4.1.2.- Fase de campo	31
4.1.3.- Fase de post-campo	32
4.2.- Métodos	33
4.2.1.- Etapas del proceso metodológico	33
4.2.2.- Elaboración de mapas	34
4.2.3.- Cálculos para el análisis de los Recursos Hídricos Superficiales	40

V.- RESULTADOS Y DISCUSION	42
5.1.- Fisiografía	42
5.2.- Pendientes	46
5.3- Recursos Edáficos	49
5.3.1.- Factores de Formación de Suelos	49
5.3.2.- Procesos de Formación de Suelos	51
5.3.3.- Clasificación Taxonómica de los Suelos	56
5.4.- Recursos Forestales	69
5.4.1.- Clasificación de los bosques	69
5.4.2.- Especies identificadas	70
5.5.- Red de Drenaje	76
5.5.1.- Generalidades	76
5.5.2.- Parámetros estudiados	76
5.6.- Clasificación de tierras por Capacidad de Uso	83
5.6.1.- Clases de capacidad de uso en el municipio de El Sauce	84
5.7.- Uso de la Capacidad	91
5.8.- Degradación de los recursos naturales	94
5.9.- Propuesta de Uso para las Tierras del municipio de El Sauce	95
5.9.1.-Descripción de los sistemas planteados en la propuesta de uso	96
5.9.2.-Especies de plantas adaptables	98
VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	103
6.1.- Conclusiones	103

6.1.1.- Recursos Hídricos	103
6.1.2.- Recursos Edáficos	103
6.1.3.- Recursos Forestales	104
6.1.4.- Propuesta de Uso	105
6.2.- Recomendaciones	106
VII.- REFERENCIAS	108
VIII.- ANEXOS	111

INDICE DE CUADROS

1.- Distribución de la población de El Sauce por comarcas	5
2.- Población económicamente activa en El Sauce	6
3.- Producción agrícola en El Sauce en 1991	9
4.- Promedios mensuales de los principales elementos del clima, registrados durante el período de 1962-1988 en la estación metereológica del El Sauce	11
5.- Uso actual de la tierra en El Sauce	13
6.- Valoración de los usos actuales según su capacidad de uso	38
7.- Propuesta de uso para cada clase de capacidad de uso del suelo	39
8.- Sistemas terrestres que componen la fisiografía de El Sauce	44
9.- Pendiente que componen el municipio de El Sauce	47
10.- Características y áreas de los órdenes de suelos identificados en El Sauce	66
11.- Areas y porcentajes de los subgrupos de suelos identificados en El Sauce	67
12.- Areas y porcentajes de los recursos forestales en El Sauce	74

13.- Resumen de los parámetros estudiados en las microcuencas La Palma y Los Limones	80
14.- Clases de capacidad de uso de los suelos del municipio de El Sauce	89
15.- Areas que ocupan el estado del uso de la capacidad de los suelos de El Sauce	92
16.- Areas que ocupan los sistemas de la propuesta de uso	98
 INDICE DE MAPAS	
1.- Mapa de Nicaragua	7
2.- Uso actual de la tierra	14
3.- Fisiográfico	45
4.- Pendientes	48
5.- Suelos	68
6.- Recursos forestales	75
7.- Red de drenaje	79
8.- Capacidad de uso	90

9.- Uso de la capacidad	93
10.- Uso propuesto	102
INDICE DE ANEXOS	
1.- Descripción de perfiles	111
2.- Resultados de los análisis de laboratorio	123
3.- Metodología para el análisis de laboratorio	124
4.- Actividades del proceso metodológico	127
5.- Metodologías para los cálculos del Recurso Hídrico superficial	128
6.- Cuantificación de hidrología superficial	130
6.1.- Cálculos de los hidrogramas unitarios de las microcuencas estudiadas	133
6.2.- Cálculos de los caudales máximos en las microcuencas estudiadas	135
6.3.- Cálculo de las escorrentías diarias reales de la subcuenca y microcuencas estudiadas	143
7.- Mapa de Zonas de Vida	148
8.- Mapa de Isoyetas	149

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en el municipio de El Sauce del departamento de León de Nicaragua, este comprende una caracterización de los recursos hídricos, edáficos y forestales con esto se genera información básica necesaria para la planificación del desarrollo sostenible y ordenamiento territorial del municipio.

El desarrollo económico de Nicaragua exige un incremento en el uso de sus recursos naturales por lo que la introducción de una agricultura sostenible en nuestro país asegurará las necesidades crecientes de la población sin la degradación de los recursos naturales.

El uso de la tierra en el municipio de El Sauce ha estado en manos de una agricultura agroexportadora (monocultivos), ganadería intensiva y una agricultura de subsistencia (granos básicos) sin un manejo adecuado, este uso define el nivel de utilización de los recursos, su impacto en el medio ambiente y en los recursos naturales y las demandas futuras de los mismos.

Uno de los objetivos de este estudio es dar a conocer la capacidad de uso del suelo, osea su verdadera vocación; así como también dar a conocer alternativas de producción que contribuyan a la recuperación del deterioro en que se encuentran los recursos suelos, aguas y bosques del municipio, debido a esta problemática se presenta una propuesta de uso y manejo del suelo con sistemas agroforestales (AF), silvopastoriles (GF) y de protección de la vida silvestre (PVS).

Para la elaboración del estudio se realizó un trabajo de fotointerpretación con fotografías aéreas (55) a escala 1:25000 para la elaboración de mapas y comprobación en el campo que comprendió un levantamiento de suelos, así como el levantamiento de información de uso actual, el estado de las

especies forestales y los recursos hídricos. En este trabajo participaron docentes de la Facultad de Recursos Naturales de la Universidad Nacional Agraria, así como técnicos de la Alcaldía de El Sauce.

Producto del estudio se obtuvieron un total de 8 mapas con información de: Fisiografía, Pendientes, Suelos, Recursos Forestales, Red de Drenaje, Capacidad de Uso, Uso de la Capacidad y Uso Propuesto. La escala de publicación de esta información es 1:50000. También se realizó la descripción completa de 6 perfiles de suelos con sus características físicas y químicas de 5 órdenes de suelos diferentes con sus respectivas fotografías del paisaje y el perfil de suelo. Para la caracterización de los recursos hídricos se aplicaron métodos como el número de curvas, hidrogramas unitarios para los cálculos de escorrentías, así como la convolución de hidrogramas.

SUMMARY

The present study has been carried out in the municipality of El Sauce, department of Leon in Nicaragua, and this consists of a characterization of the water, soil and forest resources. The study will generate the necessary basic information for the sustainable development planning and territorial arrangement of the municipality.

The economical development of Nicaragua require an increased use of the natural resources, consequently the introduction of an sustainable agriculture in our country will satisfy the increasing need of the population, without the degradation of the natural resources.

The land use in the municipality of El Sauce, has been in hands of a single-crop farming agriculture for exportation, intensive cattle farming and a subsistence agriculture (basic cereals) without an appropriate management. This kind of use defines the level of the resources utilization, its impact on the environment and the natural resources themselves, and the future demand for these same resources.

One of the objectives of this study is to present the land use capability, which means its real vocation; as well as to present production alternatives that will contribute to the recovery from the damage caused up till now, to the soil, water and forest resources in the municipality. Due to the existence of this problem, a proposal is presented on the use and soil management with agro-forest systems (AF), silvi-pastoralism (SP) and protection of wild life (PWL).

For the elaboration of the study, a process of photo-interpretation was carried out, utilizing 55 air photographs on a scale of 1:25000, for the elaboration of maps and field verification, which involved a soil survey, as well as information survey on the actual use, conditions of the forest species and water resources. In this research participated teachers from the Natural Resources Faculty of the National University of Agriculture and technicians from El Sauce Town Hall.

As a product of the study, 8 maps were done with the following information: Landform, Slopes, Soils, Forest Resource, Drainage Network, Land Use Capability, Capability Use and Proposed use. The publication scale of this information is 1:50000. Also, a complete description of the 6 soil profiles was fulfilled with their physical and chemical characteristics for 5 different kinds of soil, and with the respective landscape and soil profile photographs. For the characterization of the water resources various methods were applied, such as the rating curve method and the unit hydrographs for the calculation of runoffs.

I.-INTRODUCCION.

Las formas en que se han venido utilizando los recursos naturales han provocado problemas de degradación de la calidad y potencial ambiental. Esta situación obliga a Nicaragua a emprender una nueva forma de movilización del potencial natural del país. Esta estrategia no sólo debe tomar en cuenta las restricciones macroeconómicas, sino también las restricciones ecológicas y el verdadero potencial que los recursos naturales brindan para el desarrollo (UNCED, 1992).

A nivel municipal es de gran importancia el desarrollo de esta estrategia puesto que es la instancia política - administrativa más cercana a los productores. Y es precisamente , debido a la falta de una adecuada planificación del uso de los recursos naturales a este nivel que se ha acelerado el deterioro de los mismos. Esta inadecuada planificación es producto de la falta de una caracterización que permita conocer el potencial de sus recursos naturales.

Para establecer un aprovechamiento adecuado de los recursos naturales , es necesario que la formulación de proyectos de inversión de desarrollo municipal tomen en cuenta el potencial de los mismos, estableciendo medidas para su protección y conservación, con la misma importancia con que se toman en cuenta las necesidades de la población y las del mercado.

El municipio de El Sauce, que pertenece al departamento de León, en la región II, forma parte del proyecto Redes de Desarrollo Local ejecutado en los municipios de Ocotal, Condega, Pueblo Nuevo y El Sauce; con el auspicio de IBIS Dinamarca y la coordinación del Centro Humboldt. Este proyecto trabaja en función de una planificación adecuada del uso de la tierra en los municipios basados en el conocimiento del potencial de los recursos naturales y las características socioeconómicas. Este estudio le aporta al proyecto la información físico natural.

En el municipio de El Sauce, la economía ha estado basada en la producción pecuaria principalmente, consecuentemente la expansión de las áreas de pastos en zonas marginales ha

ocasionado el deterioro de los recursos naturales. Las áreas destinadas a la producción agrícola de las dos últimas décadas eran sembradas fundamentalmente con algodón lo que también contribuyó a la expansión de la frontera agropecuaria con sus negativas consecuencias sobre el medio ambiente (Waagstein, Guevara , Ramos, 1992).

El conocimiento popular-local, junto con un estudio dinámico de los recursos naturales del municipio pueden dar las bases para delinear políticas de investigación, educación , promoción de actividades productivas, políticas financieras y fiscales que posibiliten llegar al objetivo de aprovechar mejor los recursos naturales.

El objetivo de esta investigación es generar información actualizada de los recursos hídricos, edáficos y forestales que permita caracterizar su potencial, determinar su grado de deterioro y proponer alternativas de uso de la tierra que permita la conservación y recuperación de estos recursos.

La sociedad nicaragüense actualmente demanda de la contribución de las universidades en la búsqueda de la solución a sus problemas, sobre todo en el manejo apropiado de los recursos naturales lo cual es la principal misión de la Universidad Nacional Agraria al formar personal calificado para el buen manejo de éstos.

1.1- Objetivos.

1.1.1.- Objetivo general:

Generar información físico-natural actualizada del municipio de El Sauce, a través de un reconocimiento y caracterización de sus recursos hídricos, edáficos y forestales, determinando sus potencialidades y restricciones, cuya información contribuya a la planificación y ordenamiento municipal basado en el uso sostenible de los recursos naturales para el desarrollo local.

1.1.2.- Objetivos específicos:

- a.- Elaborar una propuesta de uso de la tierra considerando las características agroecológicas (Clima, Suelos, Relieve, y Cultivos adaptables) basado en un aprovechamiento adecuado de los recursos naturales tomando en cuenta la conservación y recuperación de los mismos.
- b.- Identificar el potencial agrícola, forestal, pecuario o de protección de la vida silvestre en la zona de estudio para definir áreas de producción o de explotación de los recursos naturales así como las restricciones para su uso.
- c.- Caracterizar los recursos forestales delimitando las áreas de bosques y clasificándolos a nivel de uso mayor , así como también, listar algunas de las especies más comunes que se encuentran en el municipio.
- d.- Determinar las áreas de vocación forestal para identificar posibles proyectos de protección, manejo y ordenamiento forestal, programas de reforestación en tierras

degradadas y aprovechamiento de material genético.

- e.- Caracterizar y estimar el potencial de los recursos hídricos superficiales para contribuir en la restauración del régimen hidrológico de las cuencas hidrográficas.**

- f.- Proporcionar información útil para identificar proyectos de investigación y desarrollo a nivel municipal que contribuya con la conservación y recuperación de los recursos naturales.**

II.- CONDICIONES SOCIOECONOMICAS Y FISICO-CLIMATICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.

2.1.- Localización geográfica y extensión territorial.

El municipio de El Sauce que pertenece al departamento de León, Región II, Nicaragua, se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas 12° 53' de latitud norte y 86° 32' de longitud oeste, a 177 km. distante de la capital, con una extensión territorial de 700 km². El Sauce tiene como límites los siguientes municipios: al norte Achuapa, al este San Nicolás y Santa Rosa del Peñón, al oeste Villanueva y al sur Larreynaga (Ver figura 2.1).

2.2.- Condiciones socioeconómicas.

2.2.1.- Población.: El municipio tiene una población de 25190 habitantes, lo que significa una densidad poblacional de 36 habitantes /km². La población se encuentra distribuida en 16 comarcas y la ciudad. La población rural representa aproximadamente el 70% de la población total y la urbana el 30% y están distribuidos de la siguiente forma:

Cuadro No. 1: Distribución de la población de El Sauce por Comarcas.

Comarca	No. de Habitantes
Los Tololos	1470
Santa Lucía	1368
Valle San Antonio	1274
San Martín	670
Sabana Grande	1662
Las Mercedes	1148
Valle Ocotal	741

Salale	1325
Los Panales	476
El Salitre	751
Río Grande	3295
La Palma	778
Los Panales	1326
Los Loros	656
Las Garzas	711
Ciudad El Sauce	7539
TOTAL	25190

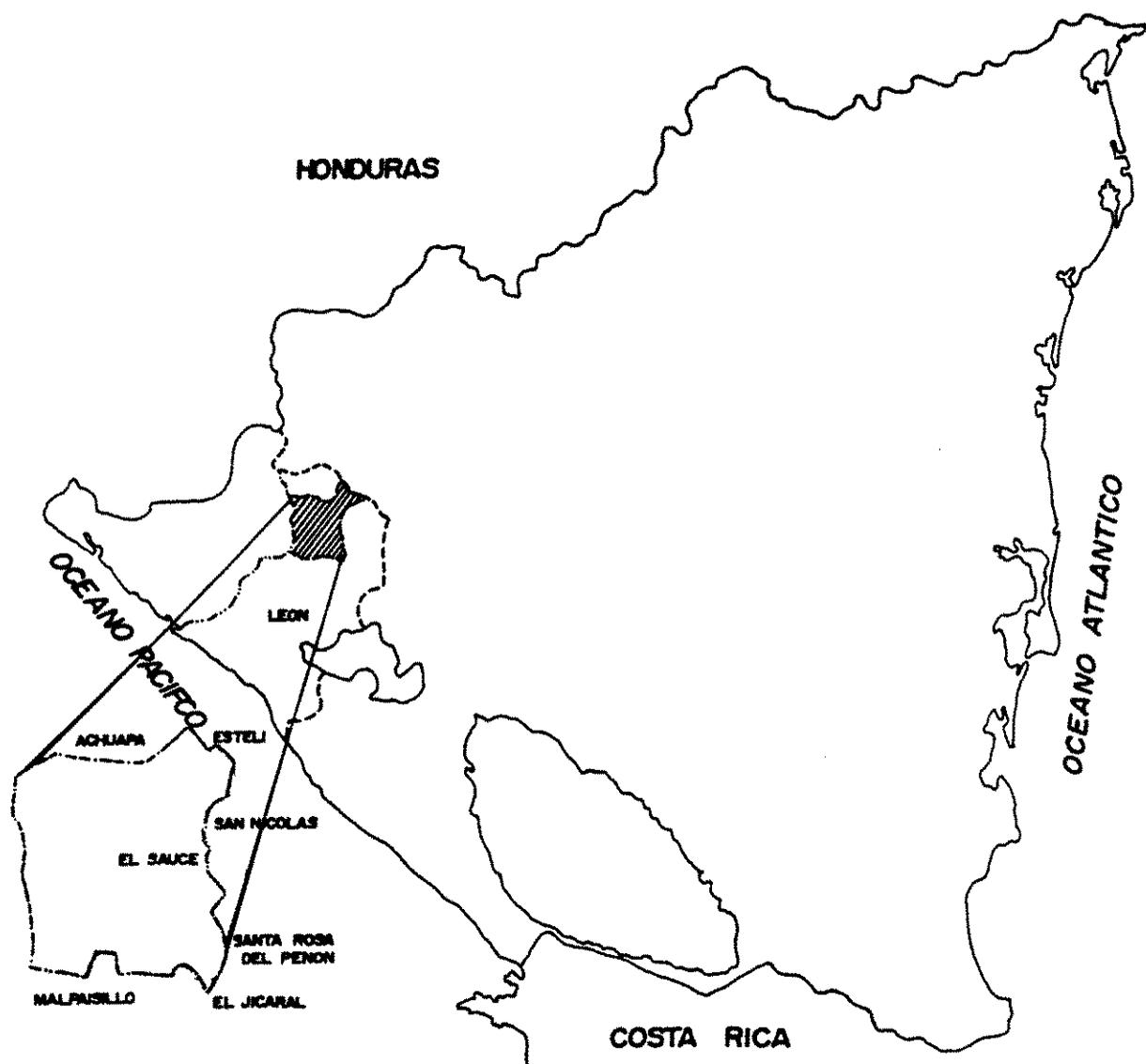
Fuente: MINSA en El Sauce, 1992.

El 34% de la población puede agruparse en el rango de 0 a 9 años, un 13% en el rango de 10 a 14 años, el 45% en el rango de 15 a 54 años y un 8% desde 55 años a más. Considerando como criterio para el cálculo de la población económicamente activa (PEA) que el rango de los 10 a 14 años es considerado como 1/2 PEA, entonces la PEA en El Sauce es la siguiente:

Cuadro No. 2: Población Económicamente Activa en El Sauce.

Rango de edad	No. de Habit	PEA
10 a 14 años	3274	1637
15 a 54 años	11335	11335
TOTAL		12972

Fuente: Waagstein, Guevara y Ramos, 1992.



2.1 Ubicación geográfica del Municipio de El Sauce.

2.2.2.- Producción: El 90% de los habitantes del municipio se dedican a la agricultura y el resto a la ganadería.

a.- Ganadería: En la actualidad la ganadería se encuentra en una situación crítica o de estancamiento. Las cifras que proporciona la Asociación de Ganaderos de El Sauce (ASOGASA) indican que El Sauce envía 7 ú 8000 cabezas de ganado por año a los mataderos del país. La explicación de tales cifras en un municipio donde el MAG ha consignado la existencia de 25000 cabezas de ganado , se debe a que, siendo el engorde la actividad principal en las fincas grandes y teniendo en cuenta que la ganadería sauceña no produce suficiente cantidad de novillos, los engordadores traen a sus fincas ganado de muchas partes del país, lo cual es indicativo de la crisis que se oculta bajo las abultadas cifras de ganado que El Sauce envía a los mataderos .

La actividad ganadera en las pequeñas fincas se ha caracterizado por desechar los terneros destetados para retener las hembras. El descarte de ganado viejo abastece el mercado interno de carne , mientras que los terneros destetados fluyen hacia fincas donde es posible el desarrollo de novillos.

En general toda el área de fincas pertenecientes al sector reformado (tierras otorgadas por la reforma agraria) ofrece un panorama de potreros ociosos en la mayor parte del año. En algunos meses simplemente se recurre al arriendo, ya que muchos ganaderos dedicados a la actividad de engorde y algunos que se dedican a la crianza y desarrollo necesitan potreros en determinadas épocas del año para sus hatos .

b.- Cultivos: A nivel histórico es importante indicar que en el valle de El Sauce , desde el inicio de la década de los 50's, se produjo el empuje del monocultivo algodonero (la cifra pico registrada es de 7000 mz). Esta actividad se interrumpió abruptamente al llegar los sandinistas al poder, por el énfasis que dieron a la producción destinada al consumo interno y no así a la agroexportación. En este entonces el cultivo de granos básicos sustituyó la actividad algodonera (Waagstein, Guevara y Ramos, 1992).

A continuación se presentan datos proporcionados por el MAG de la producción agrícola y los rendimientos promedios de los cultivos en 1991:

Cuadro No. 3 : Producción agrícola en El Sauce en 1991.

Cultivo	Area Sembrada (mz)	Area perdida (mz)	Producción (qq)	Rendimiento promedio (qq/mz)
maíz	1952	1592	5400	15
millón	2652	96	38340	15
frijol	1200	-	8400	7
ajonjolí	1200	-	12000	10

Fuente: MAG, 1991.

Las producciones de frijol, maíz y millón quedan en el municipio para autoconsumo y el ajonjolí para exportación.

2.2.3.- Servicios: Cuenta con 9 centros educativos urbanos (institutos, institutos técnicos, escuelas primarias, pre-escolar, CDI) y 71 centros rurales (escuelas primarias y pre-escolar).

2.2.4.- Comercio: En la Alcaldía de El Sauce se encuentran registrados un total de 212 negocios de los cuales solamente 18 están insertos en actividades de la pequeña industria: 6 molinos, 6 panaderías, 3 carpinterías, 2 talabarterías y 1 curtiembre. También están registradas 2 vulcanizadoras de llantas, 1 gasolinera, 1 taller de mecánica y 2 locales de servicios fotográficos. De los 189 establecimientos comerciales existentes, 15 son ventas de carne de res, 14 ventas de verduras, 5 ventas de productos lácteos, 4 destaces de cerdos, 4 abastecedoras de carne de cerdo, 2 puestos de ventas de granos básicos y 1 puesto comercial de pieles. En total hay 45 locales que se dedican exclusivamente a vender productos provenientes del sector agropecuario del

municipio. En el resto de los establecimientos comerciales predominan los artículos provenientes del extranjero.

2.2.5.- Empleo.: La cantidad de empleados públicos contratados (que trabajan en la ciudad) asciende a un total de 247 personas que trabajan en la Alcaldía, BANADES, EPS, INAA, INE, MAG, MED, MINSA, Policía Sandinista y TELCOR. Además existen 108 maestros rurales y 10 asistentes. El personal contratado por instituciones no gubernamentales asciende a 43 personas que trabajan para la UNAG, ECODEPA, Colegio Parvulario, Iglesia, AMNLAE, Proyecto Manuel López.

En conclusión, el total de personas que tienen empleos relativamente estables son 290. Las cifras mencionadas son aproximadas por la dificultad que tienen algunas instituciones de establecer el número exacto de trabajadores que tienen (**Waagstein, Guevara y Ramos, 1992**).

2.3.- Información Físico-Climática.

2.3.1.- Temperatura.: La temperatura media anual registrada por la Estación Meteorológica de El Sauce para un período de 11 años (1962-1973) es de 27.53 °C, presentando un máximo y un mínimo anual de 28.3 °C y 26.9 °C respectivamente (**Catastro e inventario de Recursos Naturales, 1976**). En el período de 1962 a 1988 la temperatura media anual registrada fue de 27.4 °C con un máximo y mínimo anual de 32.2 C en el mes de abril y 25.9 °C en el mes de diciembre respectivamente (**INETER, 1994**).

2.3.2.- Precipitación.: La Estación Meteorológica El Sauce reportó una precipitación promedio anual de 1793.9 mm. y una variación promedio anual entre 1500 mm. en las partes bajas y 2000 mm. en las altas. El promedio anual de días de lluvia es 89.3 presentándose 85.4 días con lluvia en un período de 7 meses (**Catastro e Inventario de Recursos Naturales, 1976**). En el período 1962 - 1988 la precipitación media anual registrada fue de 1773 mm., presentándose las

máximas precipitaciones en el mes de septiembre y la mínima en los meses de enero, febrero, marzo y diciembre (INETER, 1994).

2.3.3.- Humedad Relativa.: En los años 1971-1972 se registraron datos confiables de humedad relativa en la Estación de El Sauce puesto que se realizaron observaciones 4 veces al día en el período de 2 años obteniéndose una media de 68.4% (Catastro e inventario de Recursos Naturales, 1976). En el período registrado de 1962 - 1988 la humedad relativa media anual fue de 73%. Las humedades relativas más bajas se registraron en abril y en los meses de septiembre y octubre las más altas (INETER,1994).

Cuadro N° 4: Promedios mensuales de los principales elementos del clima, registrados durante el periodo 1962 -1988 en la Estación Meteorológica de El Sauce.

MES	PARAMETROS CLIMATICOS				
	PP (mm)	HR (mm)	TM (°C)	EVAP (mm)	VV (m/s)
ENERO	3.0	67.0	26.50	190.0	0.50
FEBRERO	2.0	63.0	27.10	213.0	0.80
MARZO	8.0	63.0	28.30	264.0	0.80
ABRIL	44.0	61.0	29.40	248.0	0.80
MAYO	255.0	71.0	28.90	202.0	0.60
JUNIO	295.0	79.0	27.50	142.0	0.30
JULIO	126.0	76.0	27.40	154.0	0.30
AGOSTO	187.0	76.0	27.60	154.0	0.60
SEPTIEMBRE	400.0	82.0	27.10	125.0	0.60
OCTUBRE	347.0	84.0	26.70	125.0	0.30
NOVIEMBRE	97.0	79.0	26.30	137.0	0.30
DICIEMBRE	9.0	73.0	25.90	162.0	0.50

Fuente: INETER, 1994.

PP: precipitación promedio mensual HR: humedad relativa

TM: temperatura media anual VV: velocidad del viento

EVAP: evaporación

2.3.4.-Altitud: Según datos proporcionados por el mapa topográfico de El Sauce, la mayor parte del municipio se caracteriza por elevaciones de 200 a 400 msnm. y las zonas más altas alcanzan altitudes hasta de 700 y 900 metros.

2.3.5.- Uso Actual de la Tierra: El municipio de El Sauce presenta 8 tipos de usos diferentes de la tierra (Quiroz y Castillo, 1995) los cuales se describen a continuación.

AT + Pn: Agricultura temporal (AT) en áreas de pasto natural (Pn). Agricultura temporal corresponde a cultivos anuales sembrados únicamente en la época de invierno. Cubren un área de 15926.8 ha. y representa un 22.75% del área total.

Pn: Pasto natural, la mayoría de ellos se encuentran matorralozos y cubren un área de 11009.8 ha. para un 15.74% del área total.

Pm: Pasto mejorado son pastos introducidos los cuales unos están siendo manejados y otros están en descuido, representan 3196.3 ha. para un 4.56%.

Pn+T: Pasto natural combinado con tacotales o bosque bajo secundario (intervenido), este representa casi la mitad del total de usos que se le da a la tierra y representan 31932 ha. para un 45.62% del área total.

BC: Bosque de coníferas, son todas las áreas de pinos de diferentes especies que se encuentran en el municipio, ocupan 1893.1 ha. para un 2.70 % del área total.

BL: Bosque latifoliado, son todas las diferentes especies de latifoliadas que se encuentran en el municipio ocupan un área de 3482.6 ha. para un 4.98 % del área total.

BJ: Bosque de Jicaro, cubren la mayor parte de los llanos del municipio, ocupan un área de 2427.4 ha., para un 3.47 % del área total.

Poblados: Los poblados que pudieron medirse por la escala fueron El Sauce y Salale, los cuales ocupan 133.8 ha. para un 0.19 % del área total.

Cuadro 5.- Uso Actual de la Tierra en El Sauce.

Tipo de uso	Area (ha)	%
Agricultura temporal+pasto natural	15926.8	22.75
Pasto natural	11009.8	15.74
Pasto mejorado	3196.3	4.56
Pasto natural+tacotales	31932	45.62
Bosque de Coníferas	1893.1	2.70
Bosque de Latifoliadas	3482.6	4.98
Bosque de Jícaros	2427.4	3.47
Poblados	133.8	0.19
Total	70000	100

Fuente: Mapa de Uso Actual de El Sauce. Quiroz y Castillo,1995.

III.- REVISION DE LITERATURA.

3.1.- Recursos naturales.

Los recursos naturales con que cuenta Nicaragua son productos de condiciones geológicas de sus suelos, de su climatología y ecologías tropicales. En este sentido un diagnóstico de sus recursos naturales tiene que enfocar factores tales como: fisiografía, clima, suelos, zonificación ecológica de los cultivos, hidrología, riego, vegetación y recursos forestales (CIERA,1980).

Los esfuerzos de asistencia para el desarrollo de América Central deben enfocarse más directamente en lo que está sucediendo con los recursos naturales renovables sobre los que dependen casi todos los programas de desarrollo económico de la región, y se debe hacer un esfuerzo concertado para asegurar que estos sistemas de Recursos Naturales sean manejados adecuadamente en vez de ser destruidos como ocurre actualmente (Jeffrey,1986).

En toda Centroamérica, la evidencia agoviante es que las presiones de la creciente población y las economías de expansión están provocando que la gente y los gobiernos sobreexploten los recursos naturales a su disposición, a fin de satisfacer las necesidades diarias inmediatas, incrementar la oportunidad de empleo, incrementar los actuales ingresos y evitar las decisiones políticas difíciles como la redistribución de tierras productivas (Jeffrey,1986).

3.2.- Uso de la tierra y su planificación.

FAO, (1976), define la tierra como un área de la superficie del planeta cuyas características abarcan aquellos atributos razonablemente estables o predeciblemente cíclicos de la biosfera, verticalmente por encima y por debajo de esta área, incluidos los de la atmósfera, el suelo y la geología subyacente, hidrología, población vegetal y animal y los resultados de la actividad

humana pasada y presente, en la medida en que estos atributos ejercen una influencia significativa sobre los usos presentes y futuros de la tierra por parte del hombre.

Uso de la tierra trata del uso racional y el manejo adecuado de los suelos y aguas para producir plantas y animales útiles a las necesidades del hombre como también en el uso de explotación de minerales , construcciones urbanas, establecimientos industriales, establecimiento de estructura vial y de apoyo a la producción agrícola de riego **(Rodríguez, 1981)**.

El sistema FAO propone definir, en primer lugar, el uso de las tierras y después evaluar las unidades de tierra.

- Una clase primordial de uso de las tierras es una subdivisión principal de este, tal como: agricultura de secano, agricultura de regadío, pastizales, dasonomía o recreo.
- Un tipo de utilización de las tierras es clase de uso, descrito o definido, con un grado de detalle mayor que la clase primordial de uso. Está definido por una serie de especificaciones técnicas, referentes a sus aspectos biofísicos y socioeconómicos.
- La definición de la clase primordial o del tipo de utilización se hace sobre la base de una abstracción hipotética del uso de su ambiente. Aunque se puede referir al uso actual, se trata siempre de una propuesta del uso, la cual es calificada como más o menos aplicable en el lugar de estudio, según una serie de consideraciones técnicas.

El detalle de las descripciones del uso de las tierras depende mucho del nivel de intensidad del estudio. En un estudio de evaluación de tierras; de naturaleza cualitativa o de reconocimiento, se definen solamente las clases primordiales. Por otro lado en un estudio de detalle, un solo tipo de utilización de tierra puede tener una descripción de unas páginas; en otras palabras, puede tener el nivel de definición que se encuentra en una descripción de un subsistema de la finca: un sistema agroecológico **(Richters, 1995)**.

La discrepancia entre el uso actual y la capacidad de uso indica que hay un subuso, uso a capacidad o un sobreuso. La definición de sobreuso es bastante obvia : uso que causa la erosión acelerada. En algunas instancias también se distingue la categoría subuso, con la cual se indica la responsabilidad del usuario de la tierra para lograr un uso, quien aprovecha la supuesta capacidad máxima del suelo (Richters, 1995).

Se puede decir que la función de la planificación del uso de la tierra es orientar las decisiones que sobre el particular deben tomar, a fin de permitir la conservación y el uso más adecuado de los recursos ambientales en beneficio del hombre (FAO, 1976), citado por Richters, 1995.

La planificación del uso de la tierra debe basarse en una comprensión tanto del medio ambiente natural como de las clases de uso de la tierra previstas. Existen muchos ejemplos de daños a los recursos naturales y de iniciativas de uso de tierras, por no haberse tenido en cuenta las relaciones recíprocas entre la tierra y los usos a que se les dedica (FAO,1976).

El manejo del uso de la tierra se define como la actividad estatal, cuya meta es la determinación, el establecimiento y el mantenimiento de una combinación socioeconómicamente relevante de sistemas de uso variados de la tierra en el país hasta el potencial sostenible que tiene la tierra en el lugar afectado. La mejor aplicación de sistemas relevantes de uso de la tierra se determina con cierta regularidad por medio de un proceso, más o menos cíclico de redefinición y reevaluación de los sistemas y de sus requisitos, por un lado, y de las calidades de la tierra por otro, en el ámbito físico, químico, biológico, social (político) y económico del lugar, del país y de su entorno (Richters, 1995).

De manera general, el planificador tiene a su disposición varias unidades espaciales alternas de trabajo. La caracterización de cada una tiene diversos orígenes y es en estos orígenes en que se debe fundamentar su selección. Para el manejo de recursos naturales, se tiene diferentes alternativas, entre otras:

-Cuenca hidrográfica.

-Vertiente hidrográfica.

-División política administrativa.

-División regional en función de: topografía, clima, zona de vida, actividad de producción, cultura, etc.

Cada una tiene su clara definición y origen y por ello su grado de utilidad en función de los objetivos. Es así como antes de seleccionar una unidad, se debe establecer con claridad lo que se pretende con el concepto de recursos naturales: Se define esta acción como: "la planificación, ordenamiento, priorización y coordinación de acciones y áreas para lograr la sostenibilidad del desarrollo, reconociendo el sin número de interacciones que existen entre los recursos naturales (suelo, agua, planta) (Blair, 1988).

Según **Thurow y Juo ,(1995)** la cuenca es la unidad de planificación lógica y natural para la investigación y desarrollo socioeconómico, agrícola y del medio ambiente debido a que la cuenca opera como un sistema definido. Los patrones de drenaje de una cuenca forman la estructura de importantes flujos de energía y ciclos de elementos nutritivos que ocurren en el terreno. Sin la debida planificación a este nivel, las actividades en las unidades de planificación de menor escala, están sujetas a eventos fuera de control de los proyectos los cuales pueden alterar los patrones de flujos de energía y nutrientes. Estos patrones de flujo son básicos para determinar los costos y beneficios de la mayoría de las decisiones socioeconómicas. La cuenca como unidad de planificación toma en cuenta el costo de las obras de conservación de suelos y agua en las laderas y las integra con los beneficios que este tipo de programas trae a las zonas bajas, tal como la generación de energía y los proyectos de irrigación, teniendo por lo tanto influencia en el alcance y evaluación en las decisiones de inversión.

3.3.-Recursos Edáficos.

La historia nos demuestra que el concepto de suelo ha sido formulado bajo diferentes puntos de vista de acuerdo al uso que se le da en las diferentes ramas de la ciencia, sin embargo el especialista en la ciencia del suelo ha enriquecido este concepto tomando en cuenta la génesis y morfología del suelo, elaborando así diferentes sistemas de clasificación.

Marbut en 1935 (citado por Cline, 1961), "a partir de los conceptos sobre génesis de suelos de la escuela Rusa, lanzó uno de los primeros conceptos de suelo: Capa superior de la corteza terrestre, usualmente inconsolidada que varía en espesor desde una lámina superficial hasta algo más que 10 pies y que difiere del material debajo de ella, también usualmente inconsolidada en color, estructura, etc, probablemente procesos químicos, reacción y morfología" citado por Forero, (1987).

Suelo es un cuerpo tridimensional que ocupa la parte exterior de la corteza del planeta, con propiedades diferentes a las del material de piedra que está por debajo como resultado de las interacciones entre clima, organismos vivientes (inclusive el hombre), material parental y pendiente durante periodos determinados. Un suelo se distingue de otros según sus características internas, pendiente, microtopografía y pedregocidad de la superficie (Richters, 1995).

Desde el punto de vista de planificación, los estudios de suelos deben ser inicialmente de tipo general para cumplir objetivos como la identificación preliminar de áreas con alto desarrollo potencial o con serios problemas para su desarrollo; una vez realizados, se procederá a cabo los estudios más detallados, tendientes a solucionar problemas de planificación. Con el fin de cumplir con los anteriores objetivos y llevar a cabo los estudios de suelos en una forma organizada (Elbersen, Benavides y Botero, 1986) citados por Forero, (1987) proponen la siguiente clasificación según la escala e intensidad:

Orden	Nivel	Escala de Publicación
1	Muy Detallado	1:2,000 - 1:5,000
2	Detallado	1:10,000 - 1:25,000
3	Semidetallado	1:25,000 - 1:50,000
4	General	1:50,000 - 1:100,000
5	Exploratorio	1: 250,000 - 1:500,000
6	Esquemático	> 1:500,000

Por Levantamiento de suelos se entiende todas aquellas investigaciones necesarias para:

- Determinar las características más importantes de los suelos.
- Clasificar los suelos dentro de un sistema científico.
- Delimitar y presentar en un mapa las clases de suelo.
- Interpretar los suelos desde el punto de vista de su aptitud a los usos dominantes: Agrícolas, Pecuarios, Forestales, etc.
- Predecir el comportamiento y su productividad bajo diferentes sistemas de manejo (USDA, 1965; Benavides, 1977; Glosary of Geology, 1972) citados por Forero, (1987).

Los levantamiento de suelos generalmente son la base para la transferencia de tecnología y para la planificación nacional o regional (Bruin, 1992). También Forero, (1987) destaca que los levantamientos de suelos permiten encontrar soluciones a los problemas de tipo específico. Los estudios detallados de suelos, se realizan en áreas donde el uso de la tierra es intensivo y se desea implementar proyectos parciales de riego, planificación agropecuaria, avalúos catastrales etc, hasta la elaboración de anteproyectos de planificación.

Se puede definir la evaluación de tierras como la actividad que describe e interpreta aspectos básicos de clima, vegetación, suelos y de otros aspectos biofísicos y socioeconómicos, con el objeto de identificar usos probables de la tierra y compararlos con el rendimiento estimado de su aplicación sostenible Richters, (1995).

El objetivo de la evaluación de tierra es proveer una apreciación de la tierra que está incorporada en decisiones de planificación, manejo o conservación. La evaluación de tierra es una ciencia aplicada, y, como ya ha sido demostrado los proyectos de evaluación de tierra integran el manejo y apreciación de información medioambiental con un análisis económico y social (Davidson, 1986).

Según Forero, (1987), señala que hasta el momento el sistema más conocido de interpretación de estudios de suelos es el de clasificación por capacidad de uso del USDA (Klingebiel y Montgomery, 1961), sin embargo en América Latina, algunos países como Nicaragua han hecho sus respectivas adaptaciones de esta clasificación. Este mismo autor destaca que a partir de la consulta de expertos en evaluación de tierras rurales, Brasil y México toman algunos criterios básicos del sistema para realizar la evaluación de tierras en sus respectivos países. Este mismo esquema se toma en Colombia y en Costa Rica para la interpretación de los estudios de suelos.

Según Richters, (1995), destaca que la clasificación por capacidad de uso propuesta por Klingebiel y Montgomery, (1961), es un agrupamiento de interpretaciones que se hacen principalmente para fines agrícolas. Por otro lado esta clasificación distingue dos grupos de suelos:

- a. Los suelos arables, los cuales se agrupan de acuerdo con su potencialidad y limitaciones para obtener una producción continua de los cultivos comunes que no requieren condiciones o tratamientos particulares.
- b. Los suelos no arables, los cuales no son adecuados por una producción continua y de largo tiempo, se agrupan de acuerdo con sus potencialidades y limitaciones para la producción de vegetación permanente y de acuerdo con los riesgos de destrucción o daños, si son mal manejados.

Esta clasificación por capacidad fue diseñada para lo siguiente:

- a. Ayudar a los usuarios de tierra y a otros en la interpretación y uso de los mapas de suelo.
- b. Permitir ciertas generalizaciones con respecto a las potencialidades del suelo, limitaciones de uso y problemas de manejo.

Tales interpretaciones suministran al usuario, en una forma más clara y sencilla, la información obtenida en un estudio de suelo. La clasificación por capacidad, es una clasificación interpretativa basada en los efectos de combinación de clima y características permanentes de los suelos, sobre los riesgos de dañar el suelo, limitaciones en uso y capacidad de producción y requerimientos de manejo del suelo.

Sin embargo, el agrupamiento por capacidad no es un agrupamiento de suelo de acuerdo al uso más provechoso que se podrá hacer del terreno; por ejemplo, muchos suelos que han sido clasificados en clases III y IV, definidos como adecuados para cultivos, pueden ser más provechosamente usados para pastos y árboles que para cultivos. Es decir que los suelos que son adecuados para cultivos lo son también para otros usos, como pastos, bosques y vida silvestre, etc.

Para ubicar los suelos en las diferentes categorías por capacidad (unidad, clases y subclases), es necesario tener informaciones que provienen de las investigaciones, observaciones y experiencias locales. En aquellas áreas donde no se disponga de datos acerca de las respuesta de los suelos a prácticas de manejo, los suelos pueden ser agrupados de acuerdo a la interpretación que se haga de las características y cualidades; y de acuerdo a los principios generales sobre el uso y manejo desarrollado en suelos de otros lugares (USDA, 1965).

Sin embargo, la evaluación de la capacidad de uso de la tierra es una tarea mucho más subjetiva que la simple categorización cruzada de información sobre suelo, clima y topografía, ya que los especialistas difieren ampliamente en dibujar la línea entre diferentes categorías de uso adecuado de la tierra (Jeffrey, 1986).

Resúmenes de algunos sistemas en uso de evaluación de tierras aplicados en la región (Honduras, Nicaragua, El Salvador, Costa Rica, Perú, Colombia) y algunos de ellos adaptados a condiciones locales que fueron citados por Richters, (1995).

a-Sistema Marín: La clasificación de la tierra con este sistema está basada en los conceptos de la Clasificación de la Capacidad de Uso de la Tierra, Manual 210 del USDA, con las adaptaciones propuestas por Eduardo Marín.

El sistema contempla tres categorías:

- 1a. Clase de Capacidad: es la categoría más amplia del sistema y designada por números romanos de I al VIII que indican progresivamente mayores limitaciones.
- 2a. Subclase de Capacidad: grupos de Limitaciones que se presenta dentro de una clase como erosión y escurrimiento, deficiencias del suelo y exceso de humedad.
- 3a. Unidad de Capacidad (grupos de uso y manejo): son agrupaciones de fases de suelo con limitaciones comunes dentro de una misma subclase con aptitudes similares de producción y tratamientos de manejo parecidos.

b-Catastro de Honduras: Por problemas presentados por la aplicación del sistema de la capacidad de uso de la USDA, especialmente con los rangos entre las clases y la dificultad de definirlos con precisión, actualmente el Catastro de Honduras usa los criterios desarrollados por Eduardo Marín (1971) en Nicaragua, para su aplicación dentro del mismo contexto del sistema del USDA.

c- Sistema Sheng: Se trata de un sistema orientado hacia el tratamiento para tierras montañosas marginales que señala tratamientos importantes de conservación para cada una de las clases de tierras clasificadas como tal. Este sistema concuerda con la mayoría de los principios y supuestos usados en la formulación y evolución del sistema USDA y también del sistema propuesto por Bibby y Mackney (1969) en Inglaterra. Sheng considera que cualquier tierra que

pueda ser cultivada a mano sin riesgos, también debería clasificarse como tierra apta para los cultivos. En este sistema se distinguen ocho clases: cuatro para cultivos en general, una para pastos, una para árboles forrajeros, una para agro-forestería y la última para bosques. La distinción se hace con base en la pendiente y profundidad del suelo.

d.- Sistema Michaelsen: Este sistema es una aplicación del enfoque del sistema Sheng, para la situación de Honduras. El objetivo principal del sistema fue de velar por el uso de la tierra en las cuencas hidrográficas, los criterios prácticos para determinar el grado de intensidad de uso de la parcela de terreno permite recomendar medidas de conservación de suelos para varias condiciones y usos. El sistema distingue seis clases: tres para cultivos, una para árboles frutales, una para pastos, y la última para usos forestales; con base en las características de pendiente y profundidad del suelo.

e.- Sistema Tablas Dubón: En El Salvador se aplican 2 sistemas: el sistema USDA puro y el sistema de Tablas, este último es una adaptación del sistema USDA a circunstancias de El Salvador. El sistema resultante es de orientación conservacionista, por lo cual clasifica las tierras por su capacidad de uso más intensivo con miras hacia su tratamiento, mediante la aplicación de prácticas y estructuras de conservación de suelos que permitan la utilización óptima, sin deterioro de su capacidad productiva. Distingue dos clasificaciones: uno para terrenos con pendientes menores del 12 %, y la otra para terrenos con pendientes mayores del 12 %.

f.- Sistema Tosi: Fue desarrollado en Perú y Colombia por Joseph Tosi. El sistema está basado en el principio de que la categoría de uso mayor de la tierra es prioritaria pero no necesariamente exclusiva, así una unidad de terreno de características homogéneas o uniformes puede reunir condiciones ecológicas que la hacen apta para el cultivo en limpio pero también pudiera ser apta para las otras cuatro categorías de uso. Se distinguen 5 categorías generales de uso mayor de la tierra (cultivo en limpio, cultivo permanente, pastoreo, bosque de protección, protección) y cuatro sistemas de manejo tecnológico que funcionan como subcategorías (avanzado-

mecanizado, avanzado-artesanal, tradicional y primitivo).

g.-Sistema CCT: Sistema desarrollado por el Centro Científico Tropical de Costa Rica que busca como evitar el sobreuso y subuso de la tierra. Distingue diez clases dentro del contexto de zonas de vida.

- I - Cultivos anuales (muy altos rendimientos)
- II - Cultivos anuales (Alto rendimiento)
- III- Cultivos anuales (moderado rendimiento)
- IV - Cultivos permanentes o semiperennes
- V - Pastoreo intensivo
- VI - Pastoreo extensivo
- VII- Cultivos arbóreos
- VIII Producción forestal intensiva
- IX - Producción forestal extensiva
- X - Protección

3.4.-Recursos Forestales.

En resumen, en Centroamérica desde 1960, la cantidad de tierra dedicada a la agricultura (ganadería y cultivos) se expandió muy rápidamente mientras el área bajo cobertura de bosque ha ido reduciéndose. Esto se ajusta a la tendencia general de uso de la tierra que ha caracterizado a toda América Latina, donde la agricultura se ha expandido a una tasa más rápida que cualquier otra región del mundo (**Inter-American development bank, 1983**), citado por Jeffrey, (1986).

Los bosques constituyen uno de los recursos naturales de mayor importancia para Nicaragua, ya que cubren aproximadamente el 45% del territorio nacional. Mucho se ha escrito sobre los múltiples beneficios que presta en materia de recreación, investigación científica, banco genético, usos medicinales, mantenimiento del equilibrio ecológico, refugio y alimentación de

fauna silvestre, protección de suelos y cuencas hidrográficas, etc. (IRENA, 1981).

La situación actual del Sector Forestal de Nicaragua no corresponde a su potencial verdadero. En las últimas décadas la cobertura boscosa del país se ha reducido de manera alarmante. De las 8 millones de hectáreas de bosques que existieron en 1950, en la actualidad queda un 50%. Esto ocurrió a una tasa de deforestación de 100000 hectáreas por año. Si no se toman medidas urgentes los bosques productivos de latifoliadas remanentes pueden desaparecer dentro de los próximos 10-15 años (ECOT-PAF,1992).

De la superficie forestal de Nicaragua, el 16% corresponde a bosques de pino y el 84% son latifoliadas (Jenkins,1981).

Los bosques naturales de pino abarcan unas 500000 hectáreas principalmente en la Región I y la RAAN y tiene un gran potencial, tanto económico como genético. Actualmente estos bosques en su mayoría están degradados debido a los incendios frecuentes que impiden la regeneración y al aprovechamiento histórico basado en la explotación de los mejores árboles (ECOT-PAF,1992).

El bosque natural ofrece al hombre diversos bienes (Dawkins, 1964), citado por Salas, (1987) clasifica estos bienes en:

- a. Los físicos están representados por los bosques naturales, que le dan estabilidad al suelo, control de escorrentía superficial e inundaciones, influencias climáticas.
- b. Los fisiológicos son producidos directamente por el ecosistema como: madera, leña, carbón, frutas, plantas ornamentales, medicinales, animales, suelos y sus nutrimentos.
- c. Culturales: potencial recreativo y turístico, recursos escénicos de su valor económico, escenario para estudiantes y científicos.

La transformación de tierra en bosque en usos agropecuarios del Municipio de El Sauce alcanza un total de 25380 manzanas (CIERA,1980).

Los efectos del despale generalizado en El Sauce, han llegado a la configuración de una estación seca caracterizada por la sequía. Desaparece el agua superficial de los ríos y quebradas, con escasas excepciones. Muchos pozos quedan sin agua y otros ven reducidos su nivel, creando una situación de crisis para la población humana, animal y vegetal especialmente en el medio rural (Waagstein, Guevara y Ramos, 1992).

Con frecuencia se observa una transformación del bosque a pastizales con una fase corta intermedia de agricultura migratoria. El incremento explosivo del área ocupada por la agricultura migratoria y al mismo tiempo, la reducción de los ciclos de descanso (rastreo, barbecho, tacotal) de las áreas ocupadas, es la causa principal de la conversión de bosques a pastizales marginales (Castro et al, 1992).

3.5.- Recursos hídricos superficiales.

La explotación racional de los Recursos Hídricos de América Central va a depender de las principales iniciativas de proteger las cuencas de la Región, especialmente en los bosques montanos y nubosos en las partes altas, con pendientes abruptas y nacientes de ríos. Recientemente, los conceptos de planificación de la explotación y protección de los recursos hídricos con base en unidades de cuencas han estado incorporándose a la mayoría de los países de la región (Jeffrey,1986).

La preocupación por la calidad del agua y la protección ambiental aumenta día a día la necesidad de contar con más información sobre los recursos hídricos (ONU,1984).

Para investigar el recurso hídrico superficial se estudia la morfología de la cuenca y se realiza el cálculo de escorrentías para saber potencialmente las pérdidas de agua en la cuenca. La morfología de la cuenca se define por tres parámetros: forma, relieve y red hidrográfica.

a.- Forma: La forma de la cuenca influye sobre los escurrimientos y sobre la marcha del hidrograma resultante de una precipitación dada. Así, en una cuenca de forma alargada el agua caída por la lluvia escurre en general por un solo cauce principal, mientras que en otra de forma ovalada los escurrimientos de agua recorren cauces secundarios hasta llegar a uno principal, por lo que la duración del escurrimiento es superior.

b.- Relieve: La influencia del relieve sobre el hidrograma es aún más evidente. A una mayor pendiente corresponderá una menor duración de concentración del agua de esorrentía en la red de drenaje y afluentes al curso principal, los parámetros más utilizados para determinar el relieve son los siguientes:

1b.- Alejamiento Medio de la Cuenca: es un coeficiente que relaciona el curso de agua más largo con la superficie de la cuenca.

2b.- Curva Hipsométrica: La curva hipsométrica permite caracterizar el relieve. Una pendiente fuerte en el origen hacia cotas inferiores indican llanuras o penillanuras; si la pendiente es muy fuerte hay peligro de inundación. Una pendiente muy débil en esa parte revela un valle encajonado. Una pendiente hacia la parte media indica una meseta.

c.- Red Hidrográfica: Se denomina red hidrográfica al drenaje natural, permanente o temporal, por el que fluyen las aguas de los escurrimientos superficiales, subsuperficiales y subterráneos de la cuenca. Para estudiar el drenaje natural se analizaron los siguientes parámetros:

1c.- Densidad de Drenaje: La densidad de drenaje esta definida, para una cuenca dada, como la longitud media del curso de agua por unidad de superficie.

Cuanto mayor sea la densidad de drenaje, mas rápido será la respuesta de la cuenca frente a una tormenta, evacuando el agua en menor tiempo. Por lo tanto los hidrogramas en principio tendrán un tiempo de concentración corto.

2c.- Pendiente Media de un Cauce: se define como la pendiente que recorre el cauce

principal, desde el origen, hasta la salida de la cuenca.

3c.- Método del Número de Curvas: No siempre es posible obtener hidrogramas, por lo que la escorrentía superficial se debe estimar a partir de otros métodos. Uno de ellos es el número de curva. Este método fue elaborado por el Servicio de Conservación de Suelos USDA (1972) y se basa en la estimación directa de la escorrentía superficial de una lluvia aislada, a partir de las características del suelo, el uso del mismo y de la cobertura vegetal. El método supone que cada uno de los complejos suelo-vegetación se comporta de una misma forma frente a la infiltración (Rodríguez, 1981).

Rojas, (1986), afirma que en un complejo suelo vegetación totalmente impermeable toda la precipitación se convierte en escorrentía superficial. Por el contrario en un complejo totalmente permeable no daría escorrentía fuera cual fuera el valor de la precipitación. A cada tipo de complejo suelo-vegetación se le asigna un valor, llamado número de curva o número hidrológico. Los suelos son clasificados de la siguiente manera:

- Grupo A: Es el que ofrece menor escorrentía. Incluye suelos que presentan mayor permeabilidad, suelos profundos, sueltos bien drenados.
- Grupo B: Suelos de moderada permeabilidad son menos profundos que el grupo A.
- Grupo C: Incluye suelos que presentan poca permeabilidad, su textura es franco arcillosa, poseen estratos impermeables.
- Grupo D: Ofrece mayor escorrentía, incluye los suelos con gran impermeabilidad, arcillosos y aquellos con subsuelo impermeable próximos a la superficie.

En cuanto a la cubierta vegetal se establecen distintas clases en sus condiciones hidrológicas, con gradaciones de pobres a buenas para la infiltración. Cuanto más denso es el cultivo, mejor es su condición hidrológica para la infiltración y menor es el número de curva representativo de la escorrentía.

Con respecto al laboreo del terreno se establece una clasificación, considerando que las labores del terreno influyen sobre la escorrentía:

- R: Cuando las labores se realizan sin tomar en cuenta la pendiente del terreno o sea sin medidas de conservación.
- C: Cuando se cultiva a curva de nivel o manejo conservacionista.
- C.T: Cuando se cultiva a curva de nivel y existen terrazas abiertas (con desagüe) para la conservación del suelo.

Para el caso de los pastizales se clasifican en tres grupos:

- Pobres: Cuando son pastados pero presentan un sobrepastoreo y tienen un área con cobertura vegetal menor del 50% de superficie del terreno.
- Regulares: Aquellos cuya cubierta vegetal alcanza entre un 50% y un 75% y son moderadamente pastados.
- Buenos: Los que su cubierta vegetal supera el 75% de la superficie del terreno.

Un hidrograma unitario es la respuesta de una cuenca a una precipitación uniforme efectiva (es decir lluvia que cae con igual intensidad en toda la cuenca y produce solo escorrentía rápida) y que además es de valor unitario (1 mm). El pico o máximo caudal del hidrograma, representa el valor máximo del caudal en la sección de salida de la cuenca (Linsley, 1985).

IV.- MATERIALES Y METODOS.

4.1.- Materiales.

Los materiales utilizados para el estudio serán descritos a continuación según la fase de trabajo en que fueron utilizados.

4.1.1.- Fase de Pre-campo:

- a.- Mapas topográficos escala 1:50,000 con las hojas número: I 2854 El Sauce , II 2855 Santa Rosa del Peñón, III 2854 La Reynaga, II 2855 Achuapa, IV 2954 San Nicolás.
- b.- 55 Fotografías aéreas escala 1:25,000 del año 1987.
- c.- Mapas Geológicos escala 1:50,000.
- d.- Mapas de Isoyetas escala 1:2,500,000.
- e.- Mapas de Zonas de Vida escala 1:250,000
- f.- Estereoscopio de espejo.
- g.- Acetatos.
- h.- Marcadores indelebles finos.
- i.- Alcohol.

4.1.2.- Fase de Campo:

- a.- Vehículo de doble tracción.
- b.- Clinómetro.
- c.- Barreno.
- d.- Palín.
- e.- Martillo geológico-edafológico.
- f.- Centímetros.

- g.- Cámara fotográfica.
- h.- Cuchillo de campo.
- i.- Libreta de campo.
- j.- Tarjetas para la descripción de perfiles de suelos.
- k.- Etiquetas para la identificación de muestras.
- l.- Bolsa plástica para toma de muestras.
- m.- Tabla de colores Munsell.
- n.- Pizeta con agua y ácido clorhídrico.
- ñ.- Manual FAO para la descripción de perfiles.
- o.-Clave para la taxonomía de suelos.
- p.-Estereoscopio de bolsillo.

4.1.3.- Fase de Post-campo:

- a.- Mesa de luz.
- b.-Juego de leroy.
- c.-Skecht Master.
- d.- Pantógrafo
- e.-Planímetro.
- f.-Computadora.
- g.-Acetatos.
- h.-Equipo de laboratorio para los análisis químicos y físicos de los suelos.
- i.-Reactivos.
- j.-Papel tracing.
- k.- Papel bond.
- l.- Marcadores indelebles finos.
- m.- Lápices de colores.
- n.-Masking tape, tape magic.

ñ.-Borradores de goma y Corrector líquido

4.2.- Métodos.

En la investigación se realizó un levantamiento de información de los recursos naturales estudiados a nivel de reconocimiento de alta intensidad, escala 1:50,000 para la publicación y una escala de trabajo de campo 1:25,000; con una densidad de observaciones de una observación operativa en el terreno por cada tres kilómetros cuadrados; se realizó fotointerpretación y comprobación de campo a través de transectos. Previo a la elaboración de los mapas se realizaron una serie de actividades que pueden describirse en diferentes etapas como parte del proceso metodológico (Ver Anexo 4). Un esquema que resume la metodología empleada en la generación de mapas para el estudio se presenta en la figura 4.2.

4.2.1.- Etapas del proceso metodológico.

a.-Etapas de Pre-campo:

1a.- Redacción de anteproyecto.

2a.- Recopilación de información básica de la zona de estudio (condiciones socioeconómicas y climáticas).

3a.- Recopilación de mapas elaborados (Geológico, Topográfico, Isoyetas y de Zonas de Vida)

4a.- Fotointerpretación preliminar (Mapa fisiográfico, pendiente, uso actual y red de drenaje).

b.-Etapas de Campo:

1b.- Reconocimiento de características generales del municipio.

2b.- Comprobación de fotointerpretación preliminar.

3b.- Levantamiento de información: fisiografía, suelos, pendientes, uso actual y red de drenaje.

4b.- Fotointerpretación preliminar (Mapa de Suelos).

c.-Etapa de Post-campo:

1c.- Compilación y corrección de mapas.

2c.- Análisis de laboratorio.

3c.- Clasificación definitiva de suelos y de su capacidad de uso.

4c.- Estimación de los volúmenes de agua de escurrimiento.

5c.- Confrontación del uso actual de la tierra con la capacidad de uso de la tierra para determinar el grado de deterioro de los recursos naturales.

6c.-Elaboración de la propuesta de uso de la tierra en base al potencial de los recursos naturales estudiados y condiciones climáticas.

7c.- Redacción de informe.

4.2.2.- Elaboración de Mapas.

Una vez descrita la forma en que fueron elaborados los mapas, a continuación se describe el método específico utilizado en la elaboración de los mismos:

a.-Mapa Base: Se elaboró un mapa base a escala 1:50,000; el cual contiene los puntos de referencia más importantes de la zona en estudio como son: poblados, comunidades, ríos, quebradas, carreteras; este mapa es esencial para montar la información de Sistemas Terrestres, Suelos, Pendientes, Recursos Forestales y Patrón de Drenaje que se levantaron en la etapa de campo, así como para generar a través de sobreposiciones los mapas de Clases de Capacidad de Uso, Uso de la Capacidad y Uso Propuesto.

b.-Mapa Fisiográfico: El Mapa Fisiográfico fue elaborado por fotointerpretación en la etapa de pre-campo y comprobadas en el campo, empleando el método fisiográfico propuesto por **Ortiz y Cuanalo, (1984)**, el cual puede ser considerado prácticamente como una subdivisión del paisaje. Cuenta a nivel regional con un sistema de clasificación muy simple, con dos tipos de unidades: La Faceta y el Sistema Terrestre. La Faceta es una porción de la superficie terrestre, usualmente con una forma simple, sobre una misma roca y con un suelo y régimen de humedad que son uniformes o varían en forma simple y consistente. Una repetición de un conjunto de Facetas dá un carácter particular a un paisaje; en otras palabras, reconocemos diferentes paisajes en donde hay un diferente conjunto de Facetas o donde los patrones de las relaciones entre Facetas difieren. Tales patrones son conocidos como Sistemas Terrestres.

c.-Mapa de Suelos: El mapa de suelos fue elaborado mediante el levantamiento de suelos a nivel de reconocimiento de alta intensidad siguiendo la metodología propuesta por el **American Soil Survey Staff (1962)**, a través de barrenadas y descripciones de perfiles representativos se obtuvieron muestras de suelo para cada horizonte, para su posterior análisis de laboratorio, las determinaciones de laboratorio que se practicaron aparecen en el Anexo (3). Los límites de las unidades de suelo por fotointerpretación se corrigió basado en las observaciones de campo. Con los resultados de los análisis de laboratorio se elaboró la clasificación definitiva de los suelos en las categorías de orden, suborden, gran grupo y subgrupos taxonómicos según la **Soil Taxonomy (1990)**.

d.-Mapa de Pendientes: El Mapa de Pendientes fue elaborado mediante la fotointerpretación en la etapa de pre-campo con la ayuda del mapa topográfico y luego fueron medidas y comprobadas en el campo. Para la clasificación de las pendientes se utilizó una escala de orden alfabético, en la cual, a cada letra le corresponde un valor numérico medido en porcentajes. Los rangos de pendientes varían desde 0% hasta mayores del 45% que corresponde al máximo valor para la pendiente, indicando que los valores más bajos corresponden a terrenos planos, a casi planos hasta llegar a los más escarpados.

Los rangos utilizados fueron los siguientes:

A	0-2%	Plano a casi plano.
B	2-4%	Suavemente inclinado.
C	4-8%	Inclinado
D	8-15%	Moderadamente Escarpado
E	15-30%	Escarpado
F	30-45%	Muy Escarpado.
G	+ de 45%	Extremadamente Escarpado.

e.-Mapa de Red de Drenaje: El mapa de Red de Drenaje es obtenido inicialmente mediante fotointerpretación; en las fotos aéreas se observa la forma de la cuenca, se delimita el parte aguas según los puntos más alejados y altos de la cuenca; así como, la red de drenaje o la cantidad de afluentes del cauce principal; también se observa el tipo de corriente ya sea permanente o temporal. Esta información es comprobada y corregida en el campo y con el mapa topográfico. Mediante el Mapa de Red de Drenaje se determinan características de la cuenca como son: superficie, longitud y pendiente del cauce principal, orden de corriente, densidad de corriente, elevación media de la cuenca, tiempo de concentración, tiempo pico, tiempo base, forma de la cuenca y gasto pico.

f.-Mapa de Recursos Forestales: El Mapa de Recursos Forestales se elaboró usando como base el mapa de Uso Actual de la Tierra (Quiroz y Castillo, 1995), separando entonces las áreas que se presentan cubiertas con Bosques de Latifoliadas, Coníferas, Bajo Secundario y de Júcaro o sea un mapa de clase primordiales de bosques. En el mapa final se excluyen aquellas áreas en que, según la Capacidad de Uso de la Tierra, el bosque es una forma de protección, a fin de que no se permita la explotación forestal en dichas áreas. En el estudio se listaron especies que fueron identificadas en el campo con la ayuda de los técnicos del municipio y fueron clasificadas en base a su ubicación por pisos altitudinales (0-300, 300-600, 600-900 msnsm).

g.-Mapa de Capacidad de Uso: El mapa de Capacidad de Uso fue obtenido por sobreposición de los mapas de Suelo y de Pendiente, delimitando las clases de acuerdo a las limitaciones que presentan las diferentes unidades de suelos, así como el grado de inclinación de la pendiente.

Además se basó en las características del suelo, tales como:

- Profundidad efectiva.
- Textura superficial y del subsuelo.
- Drenaje.
- Pendiente.
- Presencia de rocas en la superficie
- Evidencias de erosión.
- Fertilidad Natural.

Con esta información se elaboró un quebrado expresando las características en el numerador y las limitaciones en el denominador y el resultado es un valor que en escala ascendente identifica de la clase I a la clase VIII, basado en la Clasificación de Capacidad de la Tierra diseñada por **Klingebiel y Montgomery ,(1961)**.

h.- Mapa de Uso de la Capacidad de los Suelos: Se elabora mediante la sobreposición del mapa de Uso Actual de la Tierra (**Quiroz y Castillo, 1995**) con el mapa de Capacidad de Uso de la Tierra. El uso actual representa cómo se está aprovechando el recurso suelo, mientras que la capacidad de uso representa el nivel de soporte físico del suelo (con prácticas de manejo específicas) a un específico tipo de uso. Mediante esta sobreposición puede observarse, cuáles son las áreas que están siendo usadas acorde a la capacidad del suelo (uso a capacidad ,Uc), las sobreusadas (So) y las subusadas (Sub).

Para la valoración de los usos actuales según la capacidad de uso se realiza a como se muestra en la tabla siguiente:

Cuadro 6.- Valoración de los usos actuales según la capacidad de uso.

uso vs capacidad	Uc	Sub	So
I , II , III	A	P, P+Bb, BE	Urbanismo
IV	P, P+Bb	BE o PVS	A
V , VI	P, BE, P+Bb	PVS	A
VII	BE	PVS	P+A
VIII	PVS		P+Bb, P, A, BE

Simbología:

A : agricultura con conservación de suelos (excepto en la clase I).

P: pasto

P+Bb: pasto más Bosque bajo secundario.

BE: bosque de explotación.

PVS: Protección de vida silvestre.

i.-Mapa de Propuesta de Uso: El mapa de la Propuesta de Uso fue elaborado en base a la Capacidad de Uso de la Tierra y a la información climática que se desprende del mapa de Zonas de Vida; correlacionando esa información se elabora una propuesta de uso para cada unidad homogénea de tierra, procurando que esta propuesta de uso sea la más adecuada en el sentido que conlleve a la conservación y recuperación de aquellos recursos naturales que se encuentren degradados; así mismo se selecciona una gama de cultivos adaptables a condiciones edafoclimáticas específicas (suelo y clima). De esta forma los usos que se proponen no están ajenos a la realidad que viven los campesinos con poca tierra y en pendientes escarpadas. Por otra parte el estudio contempló una serie de consultas con productores e Instituciones que trabajan en el municipio, con el propósito de apropiación y aportes al estudio.

A los suelos se les propuso su uso mediante la siguiente tabla:

Cuadro 7.- Propuesta de Uso para cada Clase de Capacidad de Uso del Suelo.

CLASE DE CAPACIDAD DE USO	PROPUESTA DE USO
I	A
II y III	AF1
IV	AF2 / G / GF1
V	AF3 / GF1 / GF2
VI	AF3 / GF2 / F
VII	AF3 / F
VIII	PVS

Simbología:

A : Agricultura Intensiva (Cultivos anuales asociados)

AF : Sistema Agroforestal

GF : Sistema Silvopastoril (forestal-ganadero)

G : Ganadería

F : Uso Forestal

PVS : Protección de la Vida Silvestre

A : Corresponde al tipo de Agricultura intensiva como cultivos asociados, en el cual se combinan especies gramíneas y leguminosas y otros cultivos anuales, es decir, que se elimina el uso de Monocultivos.

En los sistemas agroforestales hay varios tipos:

AF1: Cultivos anuales, cultivos semiperennes, cultivos perennes, especies forestales.

AF2: Cultivos semiperennes, cultivos perennes, especies forestales.

AF3: Cultivos perennes, especies forestales.

En los sistemas silvopastoriles se plantean varios tipos:

GF1: Pastos de gramíneas, forraje (leguminosas, árboles, arbustos), especies forestales.

GF2: Forraje (leguminosas, árboles, arbustos), especies forestales.

El sistema forestal y de protección contempla lo siguiente:

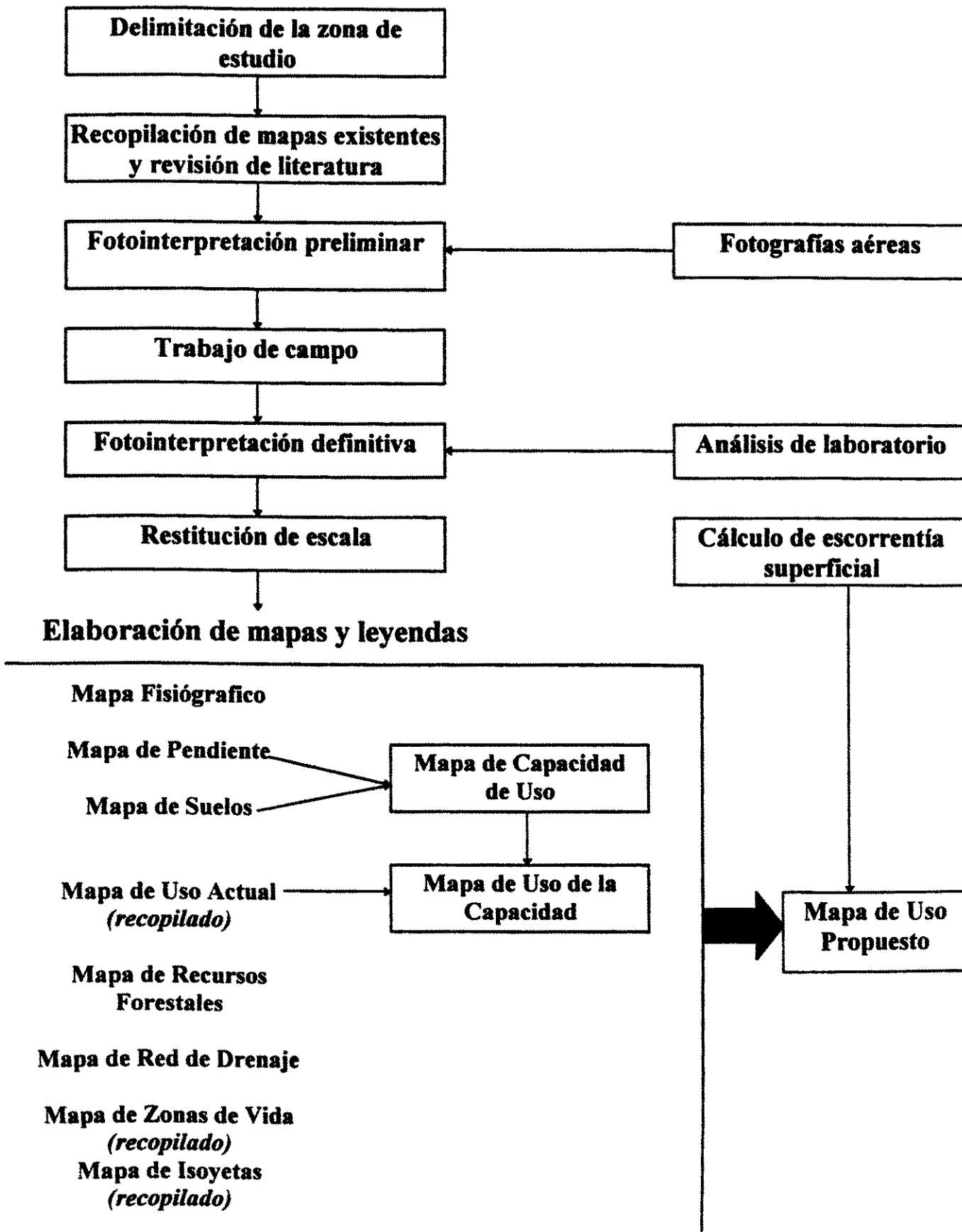
F: El uso forestal contempla especies forestales con valor energético y maderable además de árboles frutales.

PVS: Areas donde prácticas de agricultura producen degradación del medio físico y su uso más beneficioso es el de recuperación para fines especiales como el ecoturismo, recreación, banco de germoplasma, abastecimiento de agua y protección de especies en extinción, tanto de flora como de fauna.

4.2.3.- Cálculos para el análisis de los Recursos hídricos superficiales. Debido a la inexistencia de registros de caudales en la cuenca se tiene que derivar esta información a partir de datos climáticos, la morfología de la cuenca, de los suelos presentes y la cobertura vegetal. En base a estos parámetros, se estimó el escurrimiento superficial de la cuenca, basado en el *método Número de Curva o Número Hidrológico* elaborado por el **Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos, (1972)**.

La estimación de caudales máximos escurridos en 2 microcuencas de importancia se llevó a cabo con el *método del hidrograma unitario y la convolución de hidrogramas*, aplicado a aguaceros de diseño con períodos de retorno determinados.

Figura 4.2.-Diagrama Ilustrativo de la Metodología de Estudio



V.- RESULTADOS Y DISCUSION.

5.1.- Fisiografía.

El municipio de El Sauce está ubicado en 2 provincias fisiográficas: la Provincia de la Depresión Nicaraguense y Tierras Altas del Interior. La primera está conformada por extensas planicies con lomas aisladas constituidas por cenizas volcánicas plio-pleistocénicas (6 a 2 millones de años), con deposiciones de sedimentos aluviales en áreas depresionales y la provincia Tierras Altas del Interior está compuesta por pequeñas cordilleras con alturas ligeramente por encima de los 1000 msnm.

En el municipio se determinaron 8 sistemas terrestres los cuales se describen a continuación:

- a.- Sistemas de Serranías: Este sistema es característico de las partes más altas del municipio. La mayor parte del área de Sistemas de Serranías se encuentra ubicado en la parte este fronteriza con San Nicolás. A este sistema lo caracterizan pendientes mayores de 30%. y ocupan un áreas de 26669 ha. para un 38.09% del área total.

- b.- Sistemas de Colinas: Estos sistemas se caracterizan por cerros redondeados de mediana altura y con pendientes de 15 a 30%. La mayor extensión de colinas se encuentra en la zona oeste del municipio y es característica de comarcas como El Aserradero, Las Garzas, entre otras; estos sistemas ocupan 11353 ha. con un 16.22% del área total.

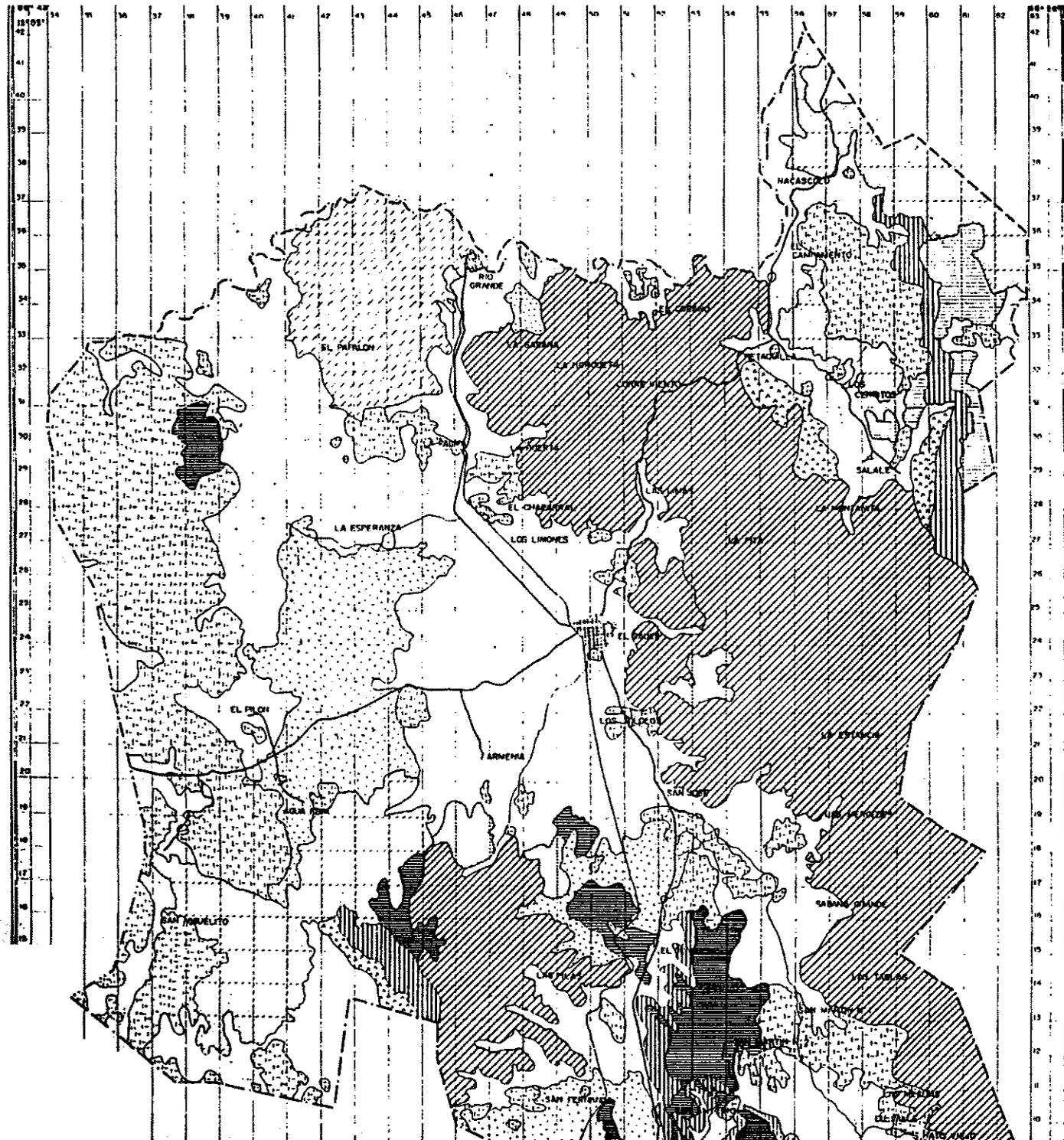
Con estos 2 primeros resultados podemos observar que casi el 50% del municipio lo conforman partes altas como serranías y colinas con pendientes mayores a 15 %.

- c.- **Sistemas de Terrazas Fluviales:** Estos sistemas han sido formados por la acumulación constante de sedimentos arrastrados por los ríos y depositados en las partes bajas en forma de estratos (terrazas). Están ubicadas en la parte más bajas del municipio o sea en la zona central del mismo. En este sistema predomina el cultivo de pastos y en menor área la agricultura temporal. Las pendientes que caracterizan este sistema varían de 2 - 8%; ocupan un área de 20076 ha. con un 28.68% del área total.
- d.- **Sistemas de mesas:** Este tipo de paisaje es característico de las formaciones geológicas principalmente del grupo Coyol Superior ignimbrita, estos sistemas están ubicados en la parte alta y media de la cuenca; ocupan un área de 4157 ha con un 5.94% del área total.
- e.- **Sistemas de laderas:** Las laderas de las serranías son las partes más erosionadas del municipio, puesto que carecen de una intensa vegetación que las proteja. Representan 2076 ha con un 2.91% del área total. Fueron pocas las laderas que por su extensión pudieron ser mapeadas como por ejemplo la fila de Los Bordos en la parte noreste del municipio y se caracterizan por pendientes mayores de 45%..
- f.- **Planicie aluvial:** Este tipo de paisaje está sobre un material parental cuaternario indiferenciado. Es la parte más plana del municipio con pendientes de 0-2%, en ella se encuentran las extensiones de jicaros existentes en El Sauce, ocupan 4845 ha. con un 6.92% del área total.
- g.- **Pie de Monte:** Este tipo de paisaje está situado entre la serranía y la parte baja, su composición es heterogénea, conformado por una asociación de terrazas y colinas; se caracteriza por tener pendientes entre 8 y 15%. Ocupa 719 ha. con un 1.03% del área total del municipio.

h.- **Abanico** : Este tipo de paisaje se forma entre una parte alta y una baja al igual que el pie de monte, pero se diferencia de este último puesto que diverge en muchos cauces en la llanura al pie de las serranías formando un abanico, tiene una pendiente de 15 a 30%. Ocupa 111 ha. con un 0.16% del área total.

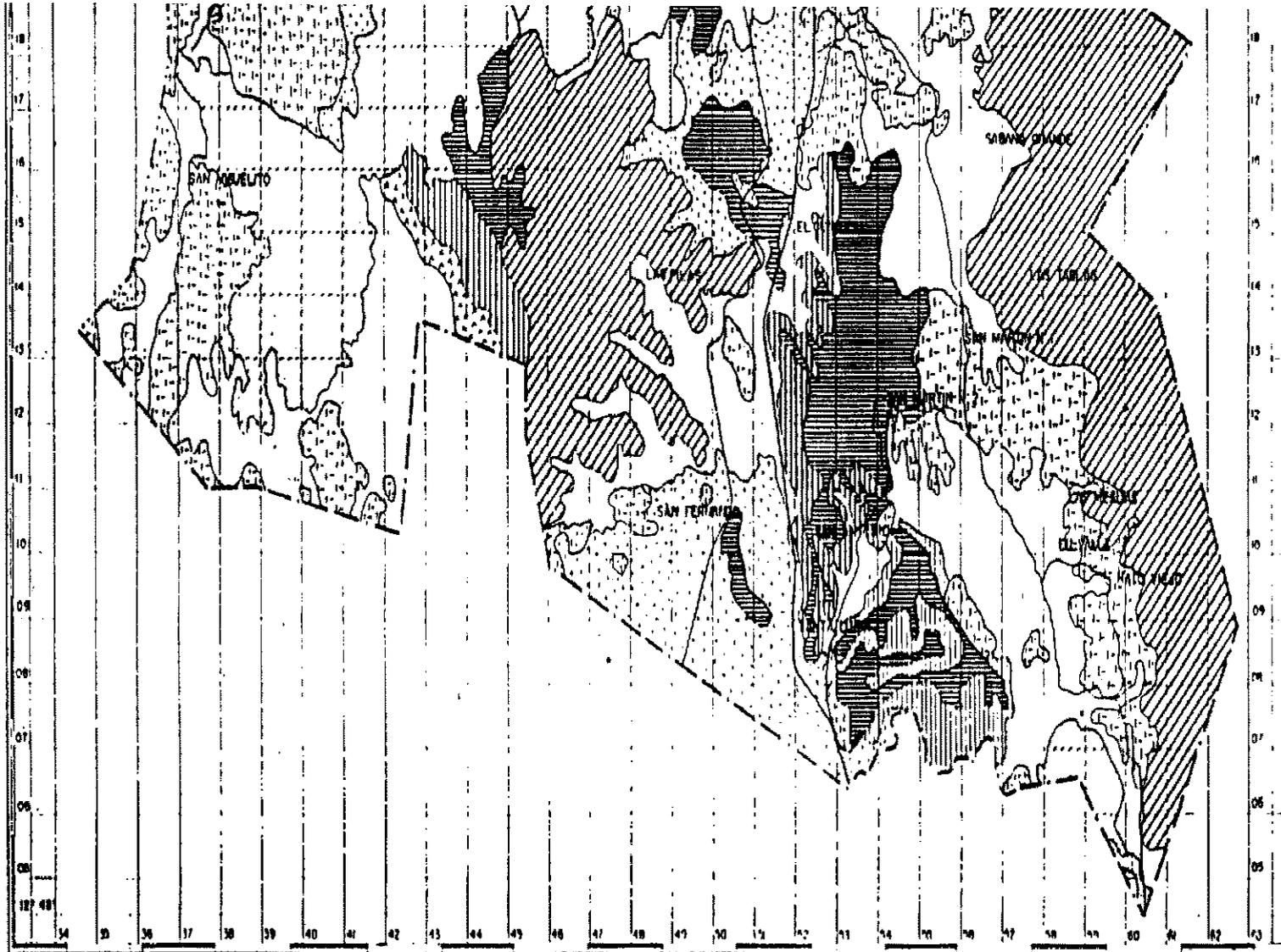
Cuadro 8 .- Sistemas terrestres que componen la fisiografía del municipio de El Sauce.

Sistemas	Area (ha)	%
serranías	26669	38.09
laderas	2076	2.96
mesas	4157	5.94
pie de monte	719	1.03
colinas	11353	16.22
terrazas fluviales	20076	28.68
planicie aluvial	4845	6.92
abanico	111	0.16
Total	70000	100



LEYENDA

FISIOGRAFIA	Area Km ²	%
 Ss SISTEMA DE SERRANA NO EROSIONADAS	82.50	11.78
 Sse SISTEMA DE SERRANA EROSIONADA	156.92	22.42
 Ssd SISTEMA DE SERRANA FUERTEMENTE DIRECTORA	27.27	3.89
 Sl SISTEMA DE LADERAS EROSIONADA	14.78	2.11
 Sl SISTEMA DE LADERA	5.98	0.8
 Smd SISTEMA DE MESAS DISECTADAS	27.19	3.89
 Sm SISTEMA DE MESAS NO DISECTADAS	14.38	2.05
 Pm PIE DE MONTANA	7.19	1.03
 Sc SISTEMA DE COLINA	113.53	16.22
 St SISTEMA DE TERRAZA FLUVIAL	200.78	28.68
 Pl PLANICIE ALUVIAL INDIFFERENCIADA	48.45	6.92
 A ABANCO ALUVIAL	1.11	0.16



1 0 5 0 1 2 3 4 5 km



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
 ESCUELA DE SUELOS Y AGUAS
 FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

EMITIDO

MAPA FISIOGRAFICO

ALUMNO ING INF GHERDA BARRETO CAJINA
 TITULO C ZELAYA E ACIJA I RODRIGUEZ
 TUTOR ABDEL GARCIA
 ESCALA 1:50.000

UBICACION EL SAUCE
 MUNICIPIO ALCALDIA EL SAUCE
 AREA 700 Km²
 FECHA 24 - JUNIO - 98

5.2.-Pendientes.

De forma general, con la clasificación de las pendientes del municipio se obtuvieron los siguientes resultados el 40% del área total se caracteriza por pendientes escarpadas a muy escarpadas o sea mayores de 30%. Las áreas planas a suavemente inclinadas solo representan el 23% del área total del municipio, estos datos tienen gran relación con los obtenidos en el mapa fisiográfico y demuestran la necesidad del establecimiento de obras de conservación de los suelos y aguas del municipio.

Los rangos de pendientes encontrados en el municipio cubren las siguientes áreas:

- Pendientes A (0 - 2%): Están ubicadas en las partes bajas del municipio, es característica de los llanos de jícaro como: Palma de Lora, Santa Bárbara entre otros. Ocupan 5275 ha. con un 7.55 % del área total.
- Pendientes B (2 - 4%): Estas pendientes son características de los sistemas de terrazas ubicadas entre ríos permanentes e intermitentes; estas se encuentran destinadas para uso pecuario sobre todo. Ocupan 10805 ha. con un 15.44 % del área total del municipio.
- Pendientes C (4 - 8%): Estas al igual que las B son características de los sistemas de terrazas fluviales; ocupan 5898 ha. con un 8.43% del área total del municipio.
- Pendiente D (8 - 15%): Estas pendientes ya son inclinadas ; ocupan 7386 ha. con 10.55% del área total.
- Pendiente E (15 - 30%): Estas son pendientes características de los Sistemas de Colinas, están en la parte oeste del municipio y ocupan 11621 ha. con un 16.6% del área total.

- Pendiente F (30 - 45%): Constituyen la parte alta del municipio, son características de los Sistemas de Serranías; ocupan 11864 ha. con un 16.95% del área total.

- Pendientes G (> 45%): También forman la parte más alta del municipio, son características de los Sistemas de Serranías más escarpadas del municipio, ocupan 17151 ha. con un 24.50 % del área total del municipio. La zona más escarpada se encuentra ubicada en la parte este, fronterizo con San Nicolás comprende comarcas como La Montañita, Corre Viento, La Troja entre otras; una pequeña parte comprende la zona sur del municipio donde está ubicada la Comarca La Carreta por ejemplo.

Cuadro 9.- Pendientes que componen el municipio de El Sauce.

rango (%)	Area (ha)	%
A (0 -2)	5275	7.55
B (2 -4)	10805	15.44
C (4 -8)	5898	8.43
D (8-15)	7386	10.55
E (15-30)	11621	16.60
F (30-45)	11864	16.95
G (>45)	17151	24.50
Total	70000	100



0 1 2 3 4 5 km

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA ESCUELA DE SUELOS Y AGUAS FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE	CONVENCIONES MAPA DE PENDIENTES	AUTOR ING INF GHERDA BARRETO CAJINA	UBICACION EL SAUCE
		COLABORADOR C ZELAYA E ACUNA I RODRIGUEZ	MUNICIPIO ALCALDIA EL SAUCE
		ENCARGADO ABDEL GARCIA	AREA 700 Km ²
		ESCALA 1:50.000	FECHA 24 - JUNIO - 95

5.3.-Recursos edáficos.

5.3.1. Factores de formación de suelos:

Los factores de formación que actúan sobre los materiales parentales depositados son: la naturaleza física y composición mineralógica del material parental, el clima bajo el cual se ha desarrollado el suelo, la actividad de los organismos vivientes vegetales y animales sobre y en el suelo, la posición fisiográfica o relieve donde se ha desarrollado el suelo y el tiempo durante el cual han actuado los otros factores de formación.

Todos estos factores no actúan de forma aislada, sino que se relacionan para dar lugar a la formación de suelo, actuando cada uno de ellos en dependencia de las condiciones que se presentan.

a.-Geología:

Las formaciones geológicas de El Sauce se remontan a la Era Cenozoica, período Terciario y Cuaternario momentos en que se originaron las Formaciones Coyol y Depósitos Sedimentarios Recientes.

- Formación Coyol Superior (Mioceno- Plioceno Terciario) está compuesto por una sucesión de serie de rocas ígneas, que tienen una composición uniforme, en orden ascendente son: lavas andesíticas, ignimbritas dacíticas, aglomerados, lavas basálticas e ignimbritas. También comprende grandes grupos de rocas volcánicas cuyas edades oscilan entre 13.8 millones de años (Hogdson, 1978).

Depósitos Sedimentarios Recientes (Oloceno- Cuaternario) constituyen las planicies del noroeste de la provincia fisiográfica de la Depresión Nicaraguense; están formados por

sedimentos aluviales y coluviales de materiales piroclásticos retrabajados.

b.-Clima:

El municipio de El Sauce presenta una marcada estación seca, las temperaturas varían desde 25.9 C (diciembre) hasta 32.2 C (en los meses de abril y marzo). Las precipitaciones no tienen una distribución uniforme sin embargo la precipitación promedio anual es de 1773 mm. con variaciones por altitud de 1400 mm. en las partes bajas y 1800 mm. en las partes más altas (Ver Anexo 8).

Además presenta una escasa vegetación de clima seco que en combinación con las lluvias de intensidades altas y en las zonas de relieve predominantemente escarpado provocan un proceso continuo de rejuvenecimiento de material parental como resultado de la erosión severa a que se ven sometidos los suelos de estas zonas.

c.-Relieve:

El área del municipio de El Sauce, presenta variaciones de altitud de 200 msnm. en las partes más bajas cercanas al poblado y hasta 1000 msnm. en las partes más altas como la fila de Los Bordos. Los Cerros más altos del municipio son: Cerro El Jicote con 1118 m., Cerro La Víbora con 1103 m., Fila Las Lajas con 835 m. y Mesa El Jícara con 831 m.

Las pendientes del terreno que predominan son de muy escarpadas a extremadamente escarpadas, o sea mayores de 30% que representan el 41 % del área total, le siguen pendientes de moderadamente escarpadas a escarpadas o sea de 8 a 30% que representan el 27.15 % del área total; las zonas de suavemente inclinadas a inclinadas (2-8%) representan el 23.87% del área total y la zona más plana (0-2%) representa únicamente el 7.55%.

d.-Organismos:

El hombre ha contribuido en la meteorización del material parental con sus actividades presentes y pasadas. Las poblaciones vegetales y animales se ven favorecidas por el clima lo que supone la existencia de una comunidad biótica con gran actividad. En la zona donde están ubicadas las poblaciones de coníferas las poblaciones de hongos se ven favorecidas por PH bajos o ácidos.

e.- Tiempo:

El material parental más viejo corresponde al Grupo Coyol con aproximadamente 13.8 millones de años del período del Mioceno - Plioceno Terciario. El grupo más joven corresponde a los depósitos sedimentarios recientes con edades menores a 10 millones de años del período Oloceno-Cuaternario.

5.3.2.- Procesos de Formación de Suelos.

Los procesos de formación son una secuencia de sucesos donde van incluidas reacciones químicas y redistribuciones de la materia que afectan íntimamente al suelo. La meteorización o intemperización es un proceso precursor de la formación del suelo, realizándose este proceso con la intervención de agentes climáticos (temperatura y precipitación) y organismos vivientes (plantas y animales).

Este proceso es una transformación gradual de los minerales primarios de las rocas, a través de procesos físicos, químicos y biológicos; confiriéndole al suelo características que lo distinguen del material original. La importancia que tiene en la génesis de los suelos, radica en que nos permite predecir su comportamiento ante diferentes condiciones de manejo.

En el municipio de El Sauce, los procesos de formación de suelos ocurren de la siguiente manera:

a.- Suelos jóvenes con muy poco o ningún desarrollo evolutivo y sin diferenciación de horizontes, superficiales o con afloramientos rocosos (Orden Entisols). Entre éstos se encuentran suelos con desarrollo genético reciente o joven de formación y que por lo tanto no han sufrido efectos evolutivos significativos. También puede ser por un desarrollo regresivo, el cual está influenciado por los factores de relieve, clima y la intervención humana ya que han sufrido un proceso de erosión intensa, estos suelos tuvieron horizontes diferenciados, pero en la actualidad por el proceso erosivo al que están sometidos no presentan horizontes desarrollados. Los procesos de formación que más influyen en estos suelos son la desintegración y transformación del material rocoso junto a la ganancia de materia orgánica en el horizonte superficial ócrico seguidos por procesos de erosión intensa.

Ejemplo de un suelo del Orden Entisol o Suelos Recientes

Material Parental	Perfil Típico
Ignimbrita dacítica	Ap - R
Basalto	Ap - C - R

b.- Suelos con cierto grado de desarrollo, pero que se consideran jóvenes o también llamados suelos de volteo, estos presentan horizontes mezclados homogéneos (Orden Vertisols). Los procesos de formación que más influyen en este tipo de suelos son: el proceso de haploidización lo cual mantiene en homogenización constante que no da lugar a la diferenciación de horizontes, le favorece también para su formación, la alternancia de períodos húmedos y secos, en los cuales las arcillas 2:1 (Montmorillonita) que lo constituyen, se expanden cuando se humedecen y se

contraen cuando se secan formando grietas, originando una mezcla de materiales al rellenarse las grietas con material de los horizontes superiores; otro proceso frecuente en estos suelos es la gleyzación originada por el mal drenaje, dando colores oliváceos y/o moteados.

Ejemplo de un suelo del Orden Vertisols o suelos jóvenes.

Material Parental	Perfil Típico
Sedimentos coluvio- aluviales	Ap - A2 - C1 - Cg2 - R
Basalto	Ap - A2 - Cg - R

c.- *Suelos bien desarrollados* que presentan horizontes bien diferenciados (*Orden Mollisols*). Los procesos que actúan en la formación de estos suelos son: el proceso de erosión de las partes más altas, arrastrando el material más fino y depositado en las partes bajas de los suelos del municipio, así como la constante acumulación de materia orgánica en todo el perfil del suelo, lo que los hace más ricos en materia orgánica. Los factores de formación de suelos han sido más fuertes o han actuado durante un período de tiempo más largo. Como consecuencia de esto, los cambios físicos y químicos son más pronunciados. Los minerales meteorizables han sido reducidos a tamaños muy pequeños, y los movimientos físicos y químicos del material más fino del suelo ha resultado en una diferenciación de horizontes y en la acumulación de arcilla fina en el subsuelo.

Ejemplo de un suelo del Orden Mollisols o Suelos desarrollados.

Material Parental	Perfil Típico
Sedimentos aluviales	Ap - Bw - C- 2Ab - 2C

d.- Suelos Maduros, donde los procesos han actuado más intensivamente (*Orden Alfisols*), que presentan una diferenciación de horizontes bien definidas con procesos bien marcados de evolución como la formación del horizonte argílico (horizonte arcilloso), el cual se origina por la pérdida de arcilla del horizonte superficial y la acumulación en el horizonte subyacente, ocurriendo de manera general procesos de pérdidas y ganancias " in situ ". Estos procesos están influenciados por los factores como el clima (período húmedo seguido por un período seco) y la edad de los suelos. Estos suelos, han sufrido un proceso de descomposición más intenso, como producto de los diferentes factores que actuaron en su formación como es el clima y relieve así como el tiempo que ha actuado sobre el material parental, por lo que estos suelos presentan una diferenciación clara de horizontes, así como una pérdida y ganancia de minerales por lo cual se distingue un horizonte pálido en la superficie, producto de la pérdida de minerales y un horizonte iluvial de acumulación de estos minerales perdidos llamado Horizonte Argílico.

Ejemplo de un suelo del Orden Alfisols o Suelos Maduros

Material Parental	Perfil Típico
Basalto y Aglomerados	Ap- A2- Bt1- Bt2- C- R

e.- Suelos Viejos con bajo contenido de bases o donde las fuerzas activas de formación de suelos durante períodos prolongados han servido para profundizar los perfiles de suelos, lixiviando e intemperizando los minerales presentes (*Orden Ultisols*). En estos suelos participan varios procesos y diversas reacciones individuales. La lixiviación amplia es un requisito previo y tiene lugar durante parte importante de cada año, ésto conduce a la formación de horizontes arcillosos muy pronunciados. La lixiviación provoca una eliminación considerable de bases y su concentración disminuye con la profundidad. En estos suelos son comunes la formación de plintita y fragipanes, ambos restringen los movimientos de agua en el suelo. Para el caso de el

municipio de El Sauce se presume que estos suelos fueron formados en condiciones de clima tropical húmedo que en la actualidad esta condición ha sido modificada a través del tiempo geológico.

Ejemplo de un suelo de Orden Ultisols o suelos viejos de bajo contenido de bases

Material Parental	Perfil Típico
Dacita	O - A - Bt - C - R

Significado de los símbolos:

- O: Horizonte orgánico, acumulación de material vegetal en diversos estados de descomposición.

- Ap: Horizonte mineral caracterizado por una acumulación de materia orgánica humificada, íntimamente mezclada con la fracción mineral y tienen propiedades resultantes de su cultivo del pastoreo o similares tipos de disturbios.

- Bt: Horizonte que se ha formado debajo de un horizonte A, caracterizado por la concentración iluvial de arcilla silicatada.

- Bw: Horizonte que se ha formado por debajo de un horizonte A, caracterizado por el desarrollo del color o la estructura o ambos; con poca o ninguna acumulación aparente de material iluvial.

- C: Horizontes o capas, excluyendo la roca dura, que están poco afectados por procesos

pedogenéticos. La mayoría son capas minerales.

Cg: Horizontes o capas, excluyendo la roca dura que están poco afectados por procesos pedogenéticos. La mayoría son capas minerales. Se diferencia del anterior porque manifiesta moteados como consecuencia de los problemas de drenaje.

R: Roca madre dura.

Los números arábigos son utilizados para subdividir horizontes o capas sucesivas en base a características morfológicas evidentes tales como la estructura, color o textura.

5.3.3.- Clasificación taxonómica de los suelos.

Los suelos del municipio de El Sauce fueron clasificados en las siguientes categorías: órdenes, subórdenes, gran grupo, y subgrupo según la clasificación taxonómica de suelos del sistema USDA, (versión 1990) y una vez realizado los análisis de laboratorio (Ver Anexo 2 y 3).

a) Orden Entisols: Estos son típicos de superficies geomórficas muy recientes, por lo general con pendientes muy escarpadas que están sujetas a la erosión activa o en abanicos y planicies aluviados donde se han depositados materiales recientemente y en algunos tipos de tierra moderadamente escarpada, escarpada y muy superficiales. Los suelos de este orden tienen muy poca o ninguna evidencia de desarrollo de horizontes pedogenéticos, y solamente tienen un epipedón Ochrico generalmente de color pálido y de poco espesor.

En el municipio de El Sauce estos suelos se encuentra ubicados en los siguientes sistemas terrestres: Sistemas de Serranías, Sistema de Laderas, Pie de Monte y Colinas en donde las pendientes oscilan desde 15% hasta pendientes mayores de 45 %. Debido al mal uso y manejo que se le ha dado a estos suelos debido al establecimiento de producciones agropecuarias sin

obras de conservación de suelos y aguas, ha provocado que actualmente presenten un alto grado de deterioro, o sea su uso actual contribuye a la degradación del recurso edáfico. Las características de estos suelos requieren que estas áreas sean destinadas a la recuperación y protección de la vida silvestre o conservarlos con sistemas agroforestales. Los Entisols en el municipio ocupan un área de 38731 hectáreas para un 55.33 % de área total.

Principales subórdenes de los Entisoles encontrados para el municipio de El Sauce.

Sub orden: **Orthents** por presentar condiciones típicas de suelos con pendientes mayores de 30%.

Gran grupo: **Ustorthents** por que presenta régimen de humedad ústico, ya que se mantiene seco por mas de 90 días acumulativo en la mayoría de los años, pero la sección de control de humedad está húmeda por más de 180 días acumulativos.

Dentro del gran grupo Ustorthents se clasificaron los siguientes Subgrupos taxonómicos:

Typic

Ustorthents

(Etu): por ser los más comunes y no presentar otras características para otros subgrupos.

Lithic

Ustorthents

(Elu): por que son suelos superficiales encontrándose la roca a menos de 50 cm de la superficie.

Sub orden: **Fluents**, Entisoles que no tienen un contacto lítico o paralítico dentro de los 25 cm de la superficie del suelo y tienen pendientes menores de 25% y contenido de carbono orgánico que decrece irregularmente con la profundidad o permanece arriba de 0.2 % a una profundidad de 125 cm.

Gran grupo: **Ustifluents**, Fluents que tienen un régimen de humedad ústico.

Del gran grupo Ustifluents se clasificaron los siguientes subgrupos:

Typic

Ustifluents

(Etuf): Suelos que no reúnen características para otros subgrupos.

Sub orden: **Psamments**, Entisoles que tienen abajo de un horizonte Ap o de una profundidad de 25 cm cualquiera que sea más profundo, < 35 % (por volumen) de fragmentos de rocas y tienen una textura arena francosa fina o más gruesa ya sea a una profundidad de 100 cm o a un contacto lítico o paralítico o cualquier otro que sea somero.

Gran grupo: **Ustipsamments**, Psamments que tienen un régimen de humedad ústico o sea que permanecen seco por más de 90 días acumulativos durante el año.

Para este gran grupo se clasificó el siguiente subgrupo:

Aquic

Ustipsamments

(Eaqup): son Ustipsamments que tienen motas distintivas arriba de los 100 cm de profundidad o están saturados con agua dentro de los 100 cm durante algún

tiempo del año.

b.- Orden Vertisols: Son suelos arcillosos que se expanden y encharcan en la estación lluviosa y se contraen o agrietan en la estación seca. Se definen como suelos minerales sin un contacto lítico o paralítico. Dentro de los primeros 50 cms. de profundidad presentan 30% o más de arcilla en todos los horizontes hasta 1 metro de profundidad. Son extensivos de llanos y planicies con escurrimiento superficial lento, pero también se pueden encontrar en pendientes hasta de 15% (D) donde el suelo se ha formado de basaltos y otras rocas altas en bases y fácilmente meteorizables. El suborden encontrado es el Usterts que son característicos de regiones tropicales y subtropicales más secas, presentan grietas que permanecen abiertas por más de 90 días acumulativos o más durante todo el año, pero no durante todo el año.

Los Vertisoles por lo general tienen características distintivas tales como;

- 1b. relieve gilgay o sea pequeños montículos.
- 2b. presentan caras de deslizamiento o slickensides a una profundidad de 25 cm o a un metro.
- 3b. tienen agregados naturales en forma de cuña a una profundidad de 25 cm. o más.

Las marcadas estaciones lluviosas y los períodos secos contribuyen con la rápida meteorización de las rocas, si éstas rocas son ricas en bases o los depósitos hacen que estos suelos contengan altos porcentajes de bases le confieren una alta fertilidad natural.

En el municipio de El Sauce los vertisoles son muy comunes en las partes más planas ubicándose en las zonas de vida más seca. Fisiográficamente estos suelos se encuentran en el Sistema de Planicie Aluvial, ocupando un área de 8174 ha para un 11.67 % del área total del municipio.

Sub orden: **Usterts**, por que estos suelos presentan un régimen de humedad Ustico.

Gran grupo: **Pellusterts**, por que estos suelos no tienen características para otros grandes grupos

Para este gran grupo se encontraron los siguientes subgrupos taxonómicos:

Typic

Pellusterts

(Vtp): son suelos que no reúnen características para otros subgrupos.

Entic

Pellusterts

(Vep): son suelos que tienen un valor en húmedo de 4 o más, valor en seco de 6 o más en el horizonte superficial, con valor de 3 o menos y 5 o menos en seco con un espesor menor de 30 cm en la mitad de cada pedón.

Gran grupo: **Chromusterts**, son vertisoles que tienen un valor en húmedo de 4 o más, valor en seco de 6 o más en el horizonte superficial, o el horizonte con valor de 3 o menos en húmedo y 5 o menos en seco con espesor menor de 30 cm.

Para el gran grupo Chromusterts se clasificó el siguiente subgrupo.

Entic

Chromusterts

(Vec): son suelos que tienen un valor en húmedo de 4 o más y en seco de 6 o más en el horizonte superficial, o en el horizonte con valor de 3 o menos y 5 en seco o

menos (colores claros y oscuros respectivamente), y un espesor de menos de 30 cm.

c.- Orden Mollisols: De mollis que significa suave, son suelos profundos, oscuros, relativamente fértiles según su manejo. Son suelos que tienen un epipedón móllico o sea un horizonte superficial mineral con saturación de bases mayor del 50% y con un mínimo de 1% de materia orgánica, pueden tener un espesor de más de 18 cm. o un tercio de la profundidad del solum (la suma de los horizontes A y B).

Tienen una estructura de moderado desarrollo a fuerte y se forman por la acumulación y descomposición de residuos orgánicos y la depositación de materiales aluviales en las partes bajas aunque algunas veces se pueden formar por depósitos de materiales coluvio-aluvial.

Los mollisols constituyen los suelos más fértiles, oscuros, de texturas ligeras (francos) de fácil laboreo, bien drenados lo que los hace los más productivos del municipio de El Sauce, fueron encontrados en los Sistemas de Planicies Aluviales ocupando un área de 2027 ha para un 2.9 % del área total del municipio.

Para este orden se clasificó el sub orden Ustolls.

Sub orden: **Ustolls**, son suelos que tienen régimen de humedad ústico o sea que permanecen secos por más de 90 días acumulativos.

Gran grupo: **Haplustolls**, por ser suelos que no presentan características para otros grandes grupos.

Dentro de el gran grupo Haplustolls se clasificaron los siguientes subgrupos.

Ueic

Haplustolls

(Muh): son suelos que tienen un régimen de temperatura hipertérmico, isomésico o más caliente y está seco durante 90 días o menos.

Fluventic

Haplustolls

(Mfh): son suelos que tienen un decremento irregular de carbono orgánico con el incremento de la profundidad o tienen un contenido mayor de 0.3 % a una profundidad de 125 cm, también por encontrarse en pendientes menores de 25 cm.

Entic

Haplustolls

(Meh): Son suelos que tienen un valor en húmedo de 4 o más y en seco 6 o más en el horizonte superficial o en el horizonte con valor de 3 o menos o 5 en seco o menos (colores claros y oscuros respectivamente) y un espesor de menos de 30 cm.

d.- Orden Alfisols: En general estos suelos son bien desarrollados y fértiles, difieren de los Mollisols por el contenido de saturación de bases que es menor 50 % pero mayor 35 %. Tienen un epipedón ochrico (color pálido), estos suelos han sufrido un proceso de descomposición de su material madre más intenso producto de la actuación de los factores y procesos en el periodo de su formación, presentando una horizonación clara, así como la pérdida y ganancia de minerales (arcilla, materia orgánica, nutrientes) caracterizando el color pálido del horizonte superficial y el enriquecimiento del horizonte subyacente llamado horizonte argílico.

Los principales procesos que actúan en la formación de este orden de suelo son la translocación

de la arcilla, lixiviación tanto de arcilla como de nutrientes de un horizonte (capa de suelo) a otro más bajo.

Los Alfisols están localizados en el municipio de El Sauce principalmente el Sistema en el Sistema de Terrazas Fluviales, y en los Sistemas de Colinas, constituyen una gran parte territorial del municipio ocupando un área de 19007 ha para un 27,16 % del área total.

Dentro de este orden de suelos se clasificó el siguiente sub orden:

Sub orden: **Ustalfs**, son suelos que tienen régimen de ústico o sea que permanecen secos por más de 90 días acumulativos durante el año.

Gran grupo: **Haplustalfs**, por que no reúnen características para otros grandes grupos.

Para este gran grupo se clasificaron los siguientes subgrupos:

Lithic

Haplustalfs

(Alh): son suelos que tienen un contacto lítico (roca) en los 50 cm de profundidad desde la superficie.

Udic

Haplustalfs

(Auh): son suelos que tienen un régimen de temperatura de suelo hipertérmico, isomésico o más caliente y estos están secos por más de 90 días acumulativos durante el año.

Aquic

Haplustalfs

(Aaqu): suelos que tienen moteado (manchas de colores rojizo, amarillento o pardas azuladas) y un chroma menor de 2 (color negro) dentro de los 75 cm desde la superficie del suelo, además el horizonte moteado está saturado con agua algún tiempo en el año.

Sub orden: **Aqualfs**, son Alfisols que tienen régimen de humedad aquico, tienen un chroma de 2 o menos en los recubrimientos de los agregados en el horizonte argílico y si no tiene motas el horizonte argílico el chroma dominante es 1 o menos.

Gran grupo: **Ochraqualfs**, suelos que no tienen características para otros grandes grupos.

Para este gran grupo se clasificó el siguiente subgrupo.

Typic

Ochraqualfs

(Atoaq): suelos que tienen características para otros subgrupos.

e.- Orden Ultisols: Estos suelos son ácidos y de bajo contenido de bases. Su saturación es menor de 35 % a una profundidad de 125 cm por debajo del horizonte arcilloso.

Son suelos típicos de regiones de clima tropical húmedo. Por lo común estos suelos producen buenas cosechas en los primeros años y posteriormente cuando ya se ha agotado la reserva de nutrientes y no hay materia orgánica que es la principal fuente de estos nutrientes se vuelven improductivos ya que otros procesos como la lixiviación o arrastre de esos nutrientes a lo interno

del perfil los hace mas ácidos de forma tal que no es posible establecer cultivos sin remediar con alguna enmienda (encalado) esa acidez.

Generalmente la vocación de los Ultisoles es forestal de producción con bosques de coníferas y latifoliadas, sin embargo la dependencia del reciclaje de los nutrientes por las plantas de raíces profundas para el mantenimiento de la fertilidad del suelo, hace que el corte de los bosques nativos aumenten su degradación rápidamente por que los nutrientes se lixivian mas allá de profundidad que alcanzan las raíces de las plantas herbáceas.

En el municipio de El Sauce estos suelos se localizan en la parte alta en la zona conocida como El Ocotil y ocupan un área de 2061 ha para un 2.94 % del área total.

Para este orden de suelo se clasificó el siguiente sub orden,

Sub orden: **Udults**, suelos que tienen régimen de humedad údico o sea que permanecen húmedos por mas de 90 días acumulativos,

Gran grupo **Paleudults**, son suelos que no tienen una distribución de arcilla tal que el porcentaje de arcilla decrece de su máxima cantidad, por lo menos un 20 % dentro de una profundidad de 150 cm a partir de la superficie del suelo.

Para este gran grupo se clasificó el siguiente subgrupo.

Plinthic

Paleudults

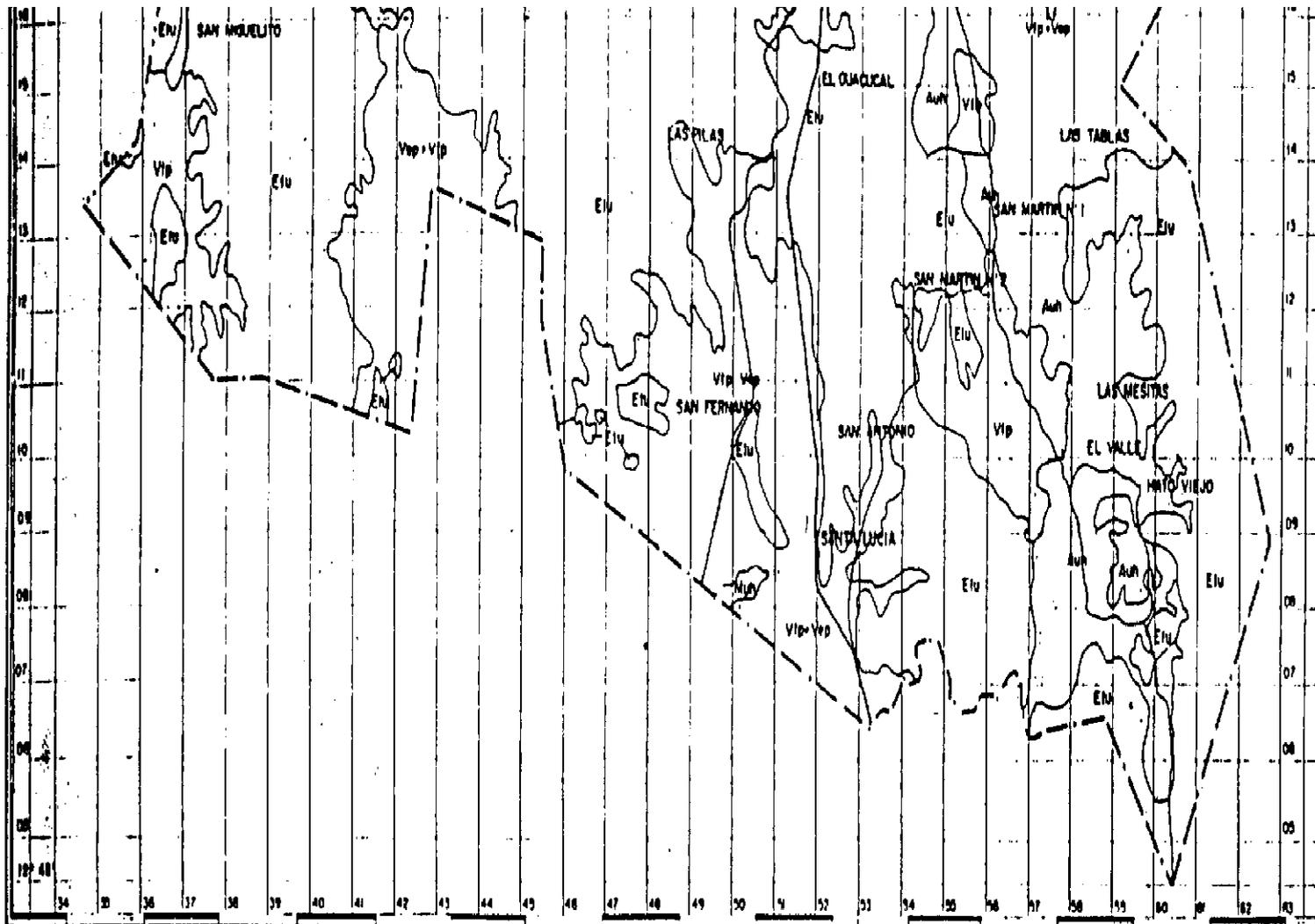
Upp: son suelos que tienen 5 % o más de plintita en uno o más de los subhorizontes dentro de los 150 cm de la superficie del suelo.

Cuadro 10.- Características y áreas de los órdenes de suelos identificados en El Sauce.

ORDEN	Características principales	Area(ha)	%
Entisols	Son suelos superficiales que no tienen una capa de suelo lo suficiente para ser cultivados, presentan rocas en la superficie que limitan el desarrollo de las plantas, están siendo utilizados para pastos y tacotales.	38731	55.33
Vertisols	Son los llamados suelos barrialosos o pegajosos, aquellos que en época de lluvia los hace difícil para ser labrados o preparados y que en la época seca se abren, son utilizados para pastos con jicaros principalmente.	8174	11.67
Mollisols	Se trata de aquellos suelos que presentan una fertilidad natural alta y que son clasificados por los productores como los mejores suelos para la agricultura, presentan condiciones buenas para el laboreo, son suaves y no se encharcan en el invierno, son usados para granos básicos y para la agricultura de riego	2027	2.9
Alfisols	Son suelos de moderada fertilidad, con cierto grado de desarrollo, presentan un perfil con horizontes bien diferenciados, se caracterizan por que presentan colores más claros que los Mollisoles, tienen mayor cantidad de arcilla que el suelo anterior por de bajo de la capa fértil (capa superficial), son usados para agricultura en las partes bajas y en las partes altas con pastos o bosques)	19007	27.16
Ultisols	Son suelos de baja fertilidad natural, de baja saturación de bases < de 35 %. Muy evolucionados, lixiviados, de pH ácidos, lo que dificulta el establecimiento de cultivos por lo que su vocación natural es forestal, sin embargo requiere de buen manejo para no inducir su degradación rápida. Son suelos típicos de regiones húmedas pero, en el municipio de El Sauce se presume que su formación fue bajo un clima que no es el actual..	2061	2.94
Total		70000	100

Cuadro 11.- Areas y porcentajes de los subgrupos de suelos identificados en el municipio de El Sauce.

Orden	Subgrupos	Simbolo	Area(ha)	%
Mollisols	Udic Haplustolls	Muh	1759	2.52
	Fluventic Haplustolls - Muh	Mfh	184	0.26
	Entic Haplustolls	Meh	84	0.12
Alfisols	Lithic Haplustalfs	Alh	625	0.89
	Udic Haplustalfs	Auh	18187	25.97
	Aquic Haplustalfs	Aaqh	156	0.23
	Typic Ochraqualfs	Atoq	39	0.055
Vertisols	Typic Pellusterts	Vtp	2490	3.56
	Entic Pellusterts -Vtp	Vep	2770	3.95
	Vtp-Vec		2733	3.9
	Entic Pellusterts	Vep	69	0.098
	Entic Chromusterts	Vec	112	0.16
Ultisols	Plinthic Paleudults	Upp	2061	2.94
Entisols	Typic Ustorthents	Etu	13545	19.22
	Lithic Ustorthents	Elu	24507	34.4
	Typic Ustifluvents	Etuf	464	0.92
	Aquic Ustipsamments	Eaqp	215	0.31
TOTAL			70000	100



0 1 2 3 4 9 km

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA ESCUELA DE SUELOS Y AGUAS CULTIVO DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE	COMPAÑIA MAPA DE SUELOS	REALIZADO ING INF GHERDA BARRETO CAJINA	UBICACION EL SAUCE
		REVISADO C ZELAYA E ACUNA I RODRIGUEZ	DUEÑO ALCALDIA EL SAUCE
		DIBUJADO ABDEL GARCIA	AREA 700 Km²
		ESCALA 1:50.000	FECHA 24 - JUNIO - 95

5.4.- Recursos Forestales.

5.4.1.- Clasificación de los bosques.

El 57% del área total del municipio está cubierto por bosques de diferentes densidades. Sin embargo sólo el 9% del área total de bosques son para producción o sea que pueden ser considerados un recurso forestal de explotación, el 91% restante es para protección puesto que se encuentran ubicados en suelos de clase VIII (protección de la vida silvestre) lo que los hace no aprovechable para la extracción forestal.

La sobreexplotación a la que han estado sometidos los bosques de la parte alta de la subcuenca El Portillo, junto con el despale de los bosques de galería del Río El Portillo (cauce principal de la subcuenca), ha originado que el arrastre de una gran cantidad de sedimentos en la época de lluvia, la única época en la cual el río transporta agua. Este hecho tiene mayor trascendencia al ser este río el que atraviesa todo el sistema de terrazas donde están los cultivos agrícolas.

Las áreas de vocación o aptitud forestal, han sido desforestadas y convertidas en pastizales y sólo existen unos pocos árboles ralos de porte bajo (tacotales) combinados con el pasto; igual sucede sobre todo en las partes más altas del municipio, donde las especies de valor comercial están siendo cortadas sin control (laurel, cedro real), dejando únicamente las especies de poco valor forestal.

A continuación se describen los tipos de bosques existentes en El Sauce:

- Bosque Bajo Secundario: El Municipio de El Sauce dispone de 3461 ha. de bosque bajo secundario de producción (4.94% del área total) y 28471 ha. de este mismo bosque es para protección y representan 40.67% del área total. Estos datos nos indica que casi el 50% del municipio está ocupado por un bosque bajo secundario o tacotal fuertemente intervenido por el

hombre.

- Bosque de Latifoliadas: El municipio cuenta con un bosque de latifoliadas con especies de porte alto que representan el 4.98% del área total, de los cuales sólo el 0.23% es de producción (159 ha) y el 4.75% (3324) para protección.

- Bosque de Coníferas: También cuenta con un bosque de coníferas de 18931 ha. lo que representa el 2.70 % del área total del municipio. Este bosque se encuentra ubicado en suelos de clase VIII, y por esta razón se ubicaron en los bosques de protección.

- Bosque de Jícara: En la parte central del municipio se encuentra un gran llano, el cual es la parte más baja (pendiente de 0-2%) de El Sauce, ocupa 2427.4 ha. para un 3.47% del área total.

5.4.2.- Especies identificadas:

Las especies de árboles que pudieron ser identificadas se clasificaron según las altitudes en que estas pueden encontrarse, por lo tanto se ubicaron en 3 pisos altitudinales:

a.- Parte baja (0 - 300 msnm): se caracteriza por presentar un tipo de bosque seco tropical, con especies arbustivas de porte bajo y sólo unas pocas especies de porte alto. A esta altitud se da la presencia de muy pocos árboles debido a que el sistema de terrazas que la caracteriza se encuentra destinado a la producción agropecuaria.

Las especies más predominantes de porte bajo son las siguientes:

- Jícara: Crescentia sp.
- Acacia: Acacia sp.
- Quebracho liso: Mimosa arenosa
- Nance: Byrsonima crassifolia

- Cornizuelo: Acacia collinsii
- Huiliguiste: Karwinskia calderonii
- Brasil: Haematoxylum brasiletto
- Jiñocua: Bursera simaroube
- Muñeco: Cordia bicolor
- Nancite : Byrsonima crascifolia
- Papalón: Cocoloba belizensis
- Pintadillo: Caecalpinia eriostachys

Especies de porte alto:

- Guanacaste de oreja: Enterolobium cyclocarpum
- Cedro Real: Cedrela odorata
- Carao: Casia grandis
- Laurel: Cordia alliodora
- Granadillo: Platymiscium pimnatum
- Guapinol: Hymenaea courbaril
- Ceiba: Ceiba pentandra
- Genízaro: Phithecellobium saman
- Guanacaste blanco: Acacia angustissima
- Madroño: Calycophyllum candidissimum
- Cedro espino: Bombacopsis quinata

b.- Parte media (300-600 msnm): se caracteriza por presentar un tipo de vegetación subperennifolia las plantas son de porte más alto, debido al aumento de las precipitaciones , entre las especies de plantas predominantes están las siguientes:

- Madero negro o madriado: Gliricidia sepium

- Sardinillo o Amarguito: Tecoma stans
- Cedro real: Cedrela odorata
- Roble: Quercus oocarpa
- Laurel: Cordia alliodora
- Guanacaste: Enterolobium cyclocarpum
- Carbon de montaña: Acacia pennatula
- Carao: Casia grandis
- Aguacate de monte: Persea sp
- Macuelizo: Tabebuia rosea
- Capulín: Mutingia calabura
- Gavilán: Schizolobium parahybum

c.- Parte Alta (600-900 msnm): se caracteriza por presentar la zona de vida bosque húmedo subtropical, caracterizado por presentar las máximas precipitaciones que son de 1200 - 1800 mm. con temperaturas de 22 - 25°C. Este gradiente se diferencia de los otros por presentar un tipo de vegetación perennifolia, es características en estas alturas la presencia de pinos y donde quedan algunos remanentes de bosque primario principalmente en las partes más altas del municipio, es característico en esta altitud la presencia de una atmósfera más húmeda.

En este gradiente predominan las especies adaptadas al clima húmedo, estas especies de plantas se caracterizan por presentar porte alto.

- Cedro real: Cedrela odorata
- Pino: Pinus sp.
- Aguacate mico: Persea americana
- Majagua: Heliocarpus appendiculatus
- Guaba: Inga densiflora
- Roble: Quercus oocarpa

- Roble: Quercus oocarpa
- Coralillo: Erythrina berteroana
- Cordoncillo: Piper aduncum
- Muñeco: Cordia bicolor.
- Ojoche: Brosimum alicastrum.

Esta zona se encuentra en pendientes muy pronunciadas, por lo que se deberían tomar todas las medidas para la conservación de este tipo de bosques que representan un valioso patrimonio Municipal como son los pinos, tanto para la recreación, como para investigaciones científicas, ya que esta parte es la única reserva, que conserva especies originales (primitivas) en la zona y que representa el límite de áreas destinadas a la reserva biológica; además dada las características de relieve que presentan estas zonas, su mejor aprovechamiento es: el ecoturismo, banco genético y para la protección de especies en extinción.

Los tacotales, son una especie de bosques sucesionales, producto de la tala del bosque natural primario, dando lugar a la formación de este tipo de bosque, el cual se caracteriza por ser de porte arbustivo y de uso energético principalmente, exceptuando algunas especies que son utilizadas para construcción o para postes de cerca; estas especies generalmente son de clima seco encontrándose las siguientes:

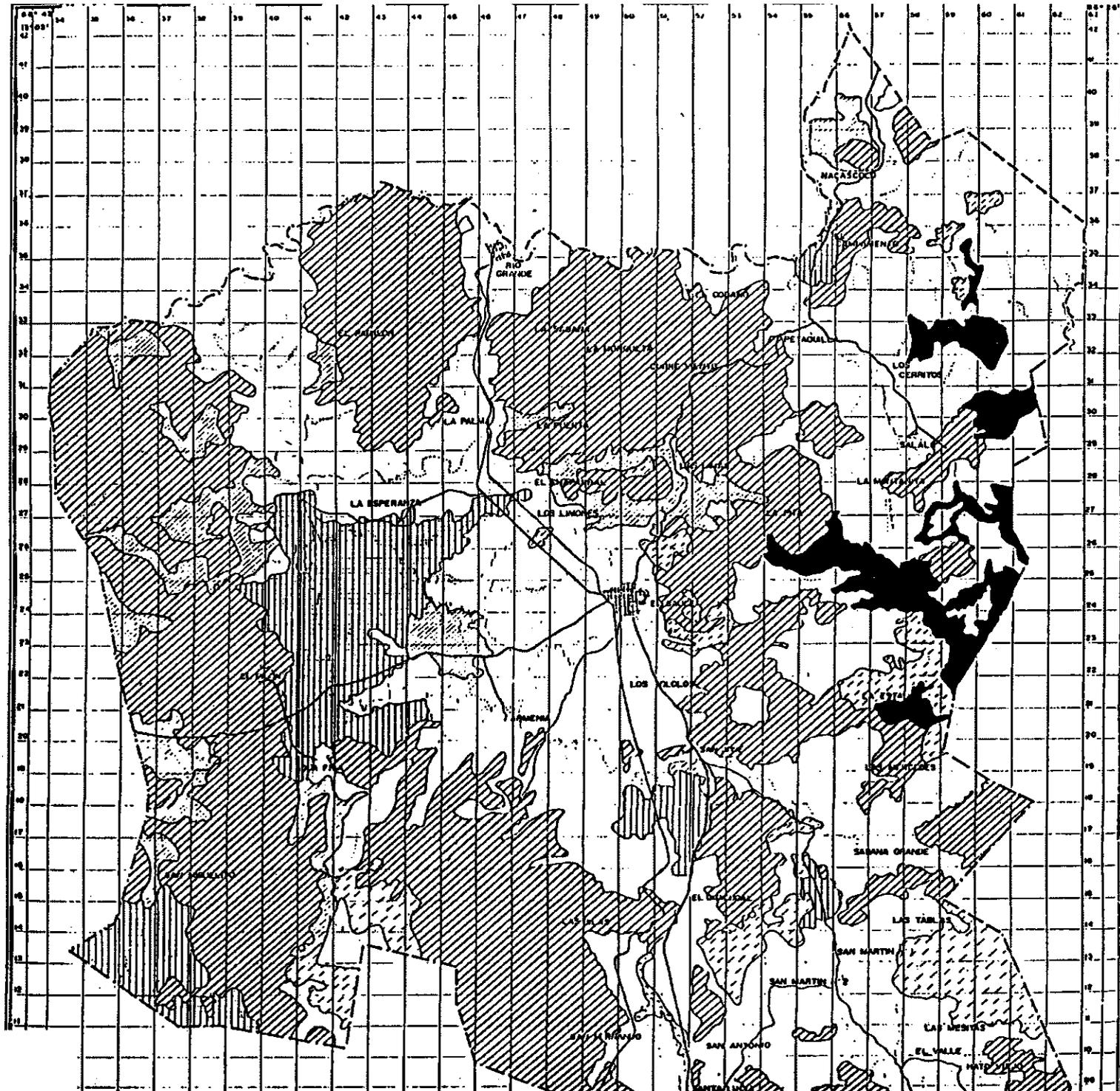
- Quebracho liso: Lysoloma sp.
- Quebracho negro: Lysoloma sp.
- Carbón: Accacia pennatula
- Nance de cerro: Byrsonima crassifolia
- Brasil: Haematoxylum brasiletto
- Huiliguiste: Karwinskia calderonii
- Madero negro: Gliricidia sepium
- Amarguito o Sardinillo: Tecoma stans

El sistema pasto-bosque, se originó con el avance de la frontera agrícola en donde estas áreas fueron taladas y quemadas para convertirlas en áreas de cultivo, cuando los suelos perdieron su fertilidad fueron destinadas al pasto y a la ganadería extensiva, con sobrepastoreo, observándose suelos completamente degradados por la erosión y compactación, con pérdida de la biodiversidad florística y faunística. Este sistema representa en términos de área 31932 ha. que se utilizan para tacotales con pasto, lo que representa un 45.61 % del área total, indicando claramente la sobreexplotación a la que han estado sometidos los bosques.

En las áreas donde predomina el bosque muy ralo, entre las especies de valor comercial encontramos al laurel (Cordia alliodora), cedro real (Cedrela odorata) y el ocote (Pinus sp).

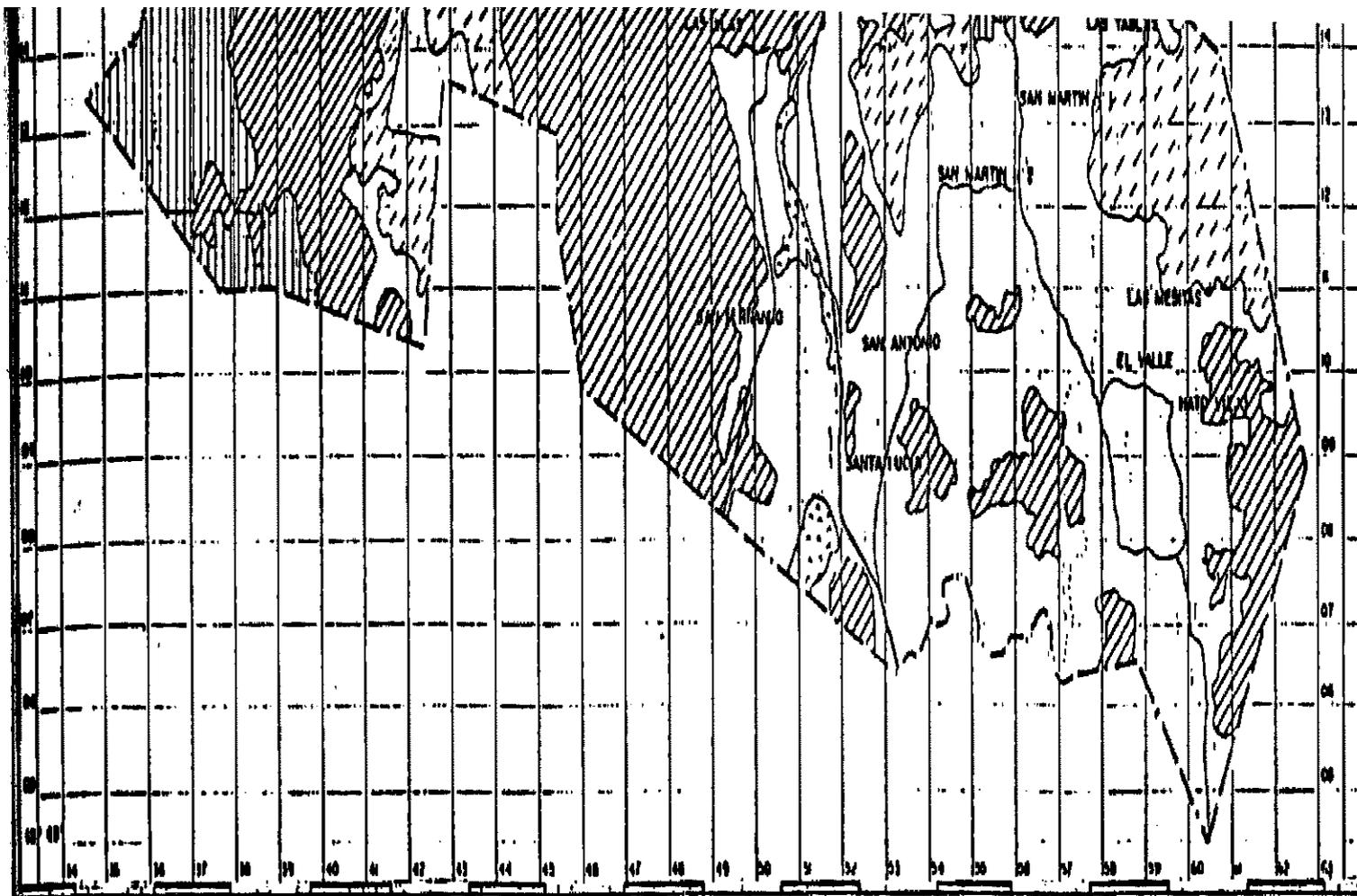
Cuadro 12.- Areas y porcentajes de los Recursos Forestales en El Sauce.

Recurso Forestales	Area (ha)	%
Bosque bajo secundario de producción	3461	4.94
Bosque bajo secundario de protección	28471	40.67
Bosque de Latifoliadas de Producción	159	0.23
Bosque de Latifoliadas de Protección	3324	4.75
Bosque de Coníferas	1893.1	2.70
Bosque de Jícaro	2427.4	3.47
Zona Agropecuaria	30266	43.24
Total	70000	100



LEYENDA

Recurso Forestal	Area Km ²	%
 BOSQUE SECUNDARIO O FACIAL DE PROTECCION	284.71	40.87
 BOSQUE SECUNDARIO O FACIAL DE PRODUCCION	34.61	4.94
 BOSQUE LATIFOLIADO DE PROTECCION	33.24	4.75
 BOSQUE LATIFOLIADO DE PRODUCCION	1.59	0.23
 BOSQUE DE CONIFERAS DE PROTECCION	18.931	2.70
 BOSQUE DE JCARO	24.274	3.47
 ZONA AGROPECUARIA	302.68	43.24



0 1 2 3 4 5 km

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

ESCUELA DE SUELOS Y AGUAS

INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

CONTENIDO

MAPA DE RECURSOS FORESTALES

Elaborado por: ING. INF. GHERDA BARRETO CAJINA

Ubicación: EL SAUCE

Elaborado por: C. ZELAYA E ACUNA I RODRIGUEZ

Escala: ALCALDIA EL SAUCE

Elaborado por: ABDEL GARCIA

Área: 700 Km²

Escala: 1:50 000

Fecha: 24 - JUNIO - 95

5.5.- Red de Drenaje.

5.5.1.-Generalidades.

La zona de estudio comprende la subcuenca del río El Portillo la cual cubre el 55% del área total del municipio; esta subcuenca que presenta un curso de agua permanente como es el río El Portillo (afluente importante del río Grande), y concluye en el poblado Los Encuentros. El cauce principal tiene caudales estacionales y por lo tanto presentan su mínimo valor en los meses más secos del año (enero - abril). Esta subcuenca se encuentra en estado avanzado de degradación debido al mal uso al que ha estado expuesta, tal como lo demuestra el mapa de uso actual y el mapa de uso de la capacidad, donde el mayor porcentaje del área de la subcuenca está siendo sobreusada en el parte agua y sus bosques originales han desaparecido.

A continuación presentamos los resultados de la caracterización de los recursos hídricos superficiales (Ver Anexos 5 y 6).

5.5.2.- Parámetros estudiados.

a.-Subcuenca del Río El Portillo.

1a.- Area total de la subcuenca : El área total de la subcuenca es de 382.67 km², lo cual indica que la cuenca ocupa más del 50% del área total del Municipio (700 km²) además esta se encuentra ubicada en la zona de mayor producción agropecuaria , esto es importante, ya que le permite al municipio la planificación territorial, el uso y manejo de sus recursos naturales a nivel de subcuencas y microcuencas, particularmente los recursos hídricos.

2a.- Pendiente media de la cuenca: La pendiente media de la cuenca es de 3 m/m . Una pendiente

pequeña significa una mayor duración de la concentración del agua de escorrentía en la red de drenaje.

3a.- Pendiente del cauce: El cauce principal que corresponde al río El Portillo , tiene una pendiente de 2.7%, lo cual indica que el río presenta su mayor recorrido en la parte baja de la cuenca.

4a.- Longitud del cauce: La longitud del cauce principal fue calculada y medida en el mapa topográfico a escala 1:50000, la cual fue de 78.55 km, tomando como referencia el punto más alejado de la cuenca (Comarca Tierra Blanca, Santa Rosa del Peñón), hasta el sitio más bajo donde termina el límite municipal (Lugar Los Encuentros). También fue medida la longitud del cauce de corriente permanente que tiene 26.85 km.

5a.- Orden de corriente: El orden de corriente se refiere a la cantidad de ramales o tributarios que desembocan al cauce principal, para la cuenca del río El Portillo, el orden de corriente es "3", lo que indica un grado medio de bifurcación del río, el cual tiene abundantes ramales que drenan al cauce principal, y por lo tanto es una red con un grado medio de madurez.

6a.- Densidad de drenaje :La densidad de drenaje nos proporciona información para saber la respuesta de la subcuenca a los eventos lluviosos, ya que en una alta densidad de drenaje la cuenca responde rápido a las precipitaciones caídas, con picos de escorrentía altos y avanzados. Para el río El Portillo, ésta presenta una densidad de corriente de 0.53 corrientes/km².

7a.- Forma de la Cuenca: La forma de la cuenca influye sobre los escurrimientos y la respuesta a los eventos lluviosos, así como para la conservación del agua. La subcuenca del río El Portillo tiene forma ovalada, correspondiendo con la clasificación del coeficiente de Gravelius de 1.47.

8a.- Elevación media de la cuenca: La elevación media de la cuenca nos proporciona información sobre la relación que existe entre el área que ocupa y las elevaciones que ocupan dichas áreas, de tal manera que la elevación media es importante para saber cuales son las alturas promedios a las que se encuentra la cuenca. Esto nos permite planificar el uso de la tierra en función de la elevación a la que se encuentra dicha cuenca, ya que existe una relación muy estrecha entre la elevación del terreno y las condiciones climáticas, de tal manera que las especies de plantas respondan a esas condiciones.

Para la subcuenca del río El Portillo la elevación media es de 363 msnm, lo cual la hace propicia para el cultivo de una gama de especies vegetales adaptables a esa altitud.

9a.- Número de Curva: Para cada unidad de suelo encontrado en la subcuenca de El Portillo se le asignó un número de curva o número hidrológico, el cual es obtenido de acuerdo a las características del suelo y el uso que se le dá al mismo (Ver Anexo 6.3).

El Número de curva de la subcuenca de El Portillo es de "79, lo cual indica que esta subcuenca presenta un índice medio de escorrentía, ya que entre mayor sea el número de curva menor será la respuesta de la cuenca al escurrimiento; por otro lado indica que la subcuenca está siendo subutilizada en la parte baja (en su mayor parte) y sobreutilizada en la parte alta en la cual la vegetación ha disminuído de tal forma que el suelo se encuentra con poca protección.

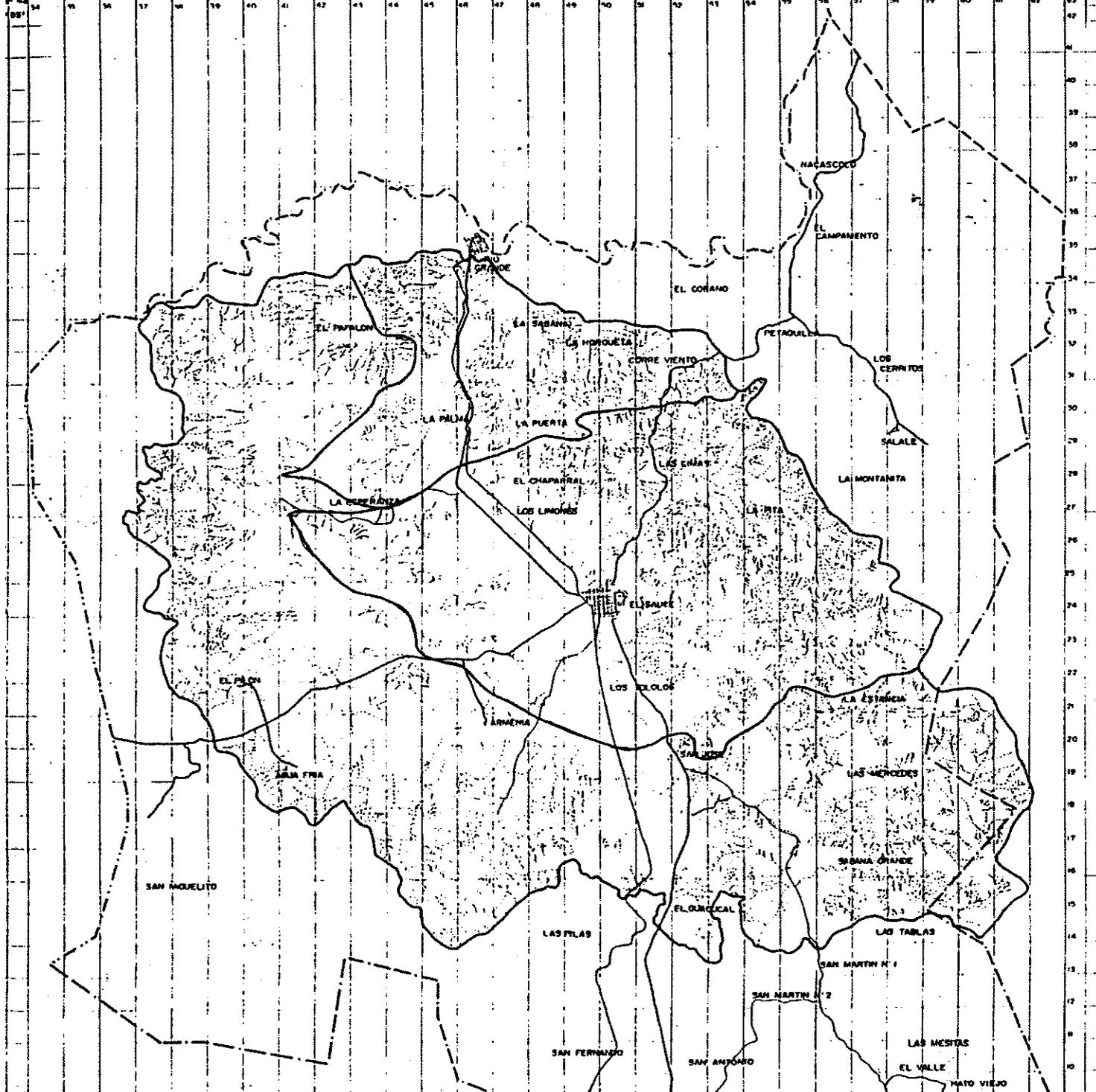
LEYENDA

Cuenca EL PORTILLO
 Area 382.67 Km²
 Longitud del cauce principal 26.89 Km
 Pendiente media 3 %

Sub cuenca LA PALMA
 Area 46.5 Km²
 Longitud del cauce principal 15.2 Km
 Pendiente media 2.3 %

Sub cuenca LOS LIMONES
 Area 113.81 Km²
 Longitud del cauce principal 25.25 Km
 Pendiente media 3.3 %

LIMITE MUNICIPAL - - - - -
 LIMITE DE LA CUENCA ~~~~~



b) Microcuencas : Los Limones y La Palma.

Para efectos de planificación y ordenamiento de los recursos naturales con que cuenta el municipio de El Sauce, se han identificados dos microcuencas: Los Limones y La Palma, de acuerdo a su ubicación en el paisaje, sus características han sido estudiadas y analizadas para futuros proyectos de desarrollo o proyectos de conservación de recursos hídricos. Para efectos de obtener datos que puedan ser utilizados para realizar obras de contención y conservación de aguas, así como para disminuir la velocidad del flujo del cauce principal (El Portillo), se hizo un estudio de las microcuencas Río Los Limones y Río La Palma, tomando en cuenta los siguientes criterios: posición que ocupan, pendiente y velocidad de escurrimiento.

El hidrograma unitario fue calculado para estas 2 microcuencas debido a que el tamaño de las mismas lo permite (Ver Anexo 6.1).

**Cuadro 13.- Resumen de los parámetros estudiados en las Microcuencas
La Palma y los Limones.**

Parámetros	La Palma	Los Limones
Superficie (Km²)	46,6	113,81
Long. C (m)	15250	25250
Pend. CP (%)	2,3	3,3
Tc (h)	2,37	3,04
Tp (h)	1,92	2,32
Tb (h)	9,61	11,62
Gp (m³ / s)	5	10

Long. C: longitud del cauce

Pend. CP: pendiente del cauce principal

Tc: tiempo de concentración

Tp: tiempo pico

Tb: tiempo base

Gp: gasto pico

Hidrograma Unitario

MICROCUCENCA: LA PALMA

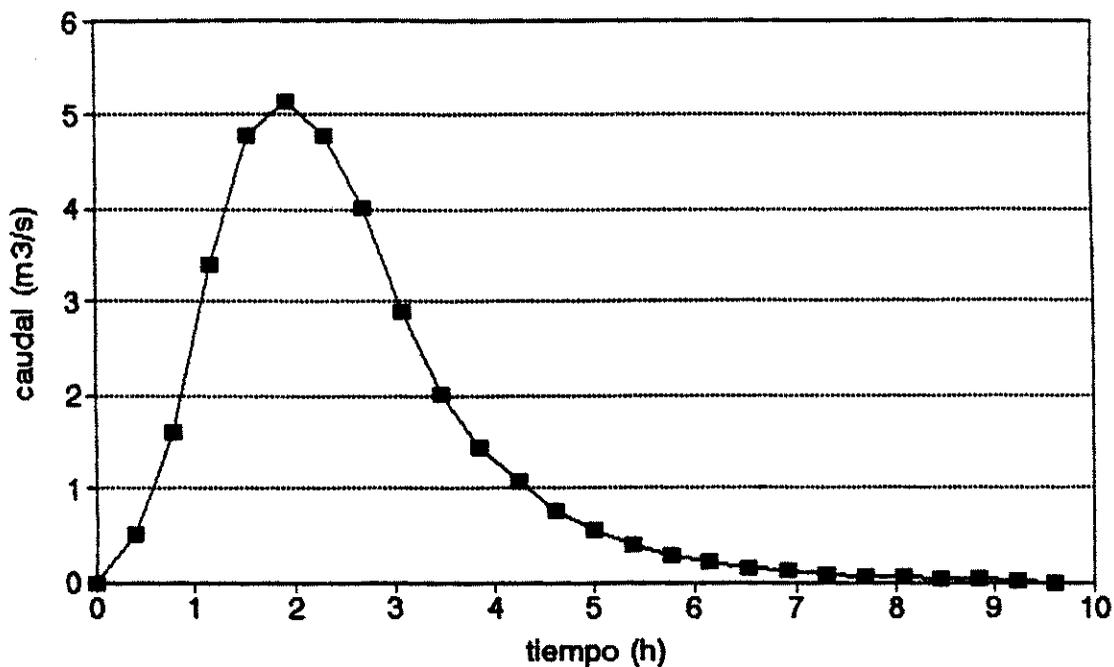


Figura 5.5.1.- Hidrograma Unitario de la microcuenca La Palma.

Hidrograma Unitario

MICROCUCENCA: LOS LIMONES

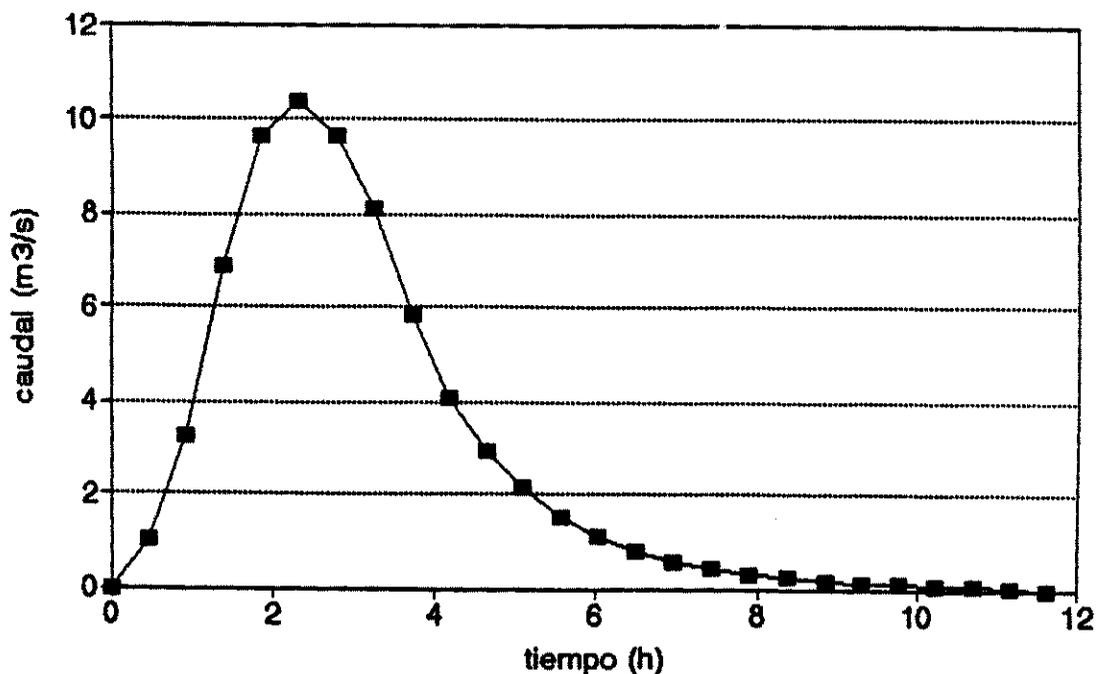


Figura 5.2.2.- Hidrograma Unitario de la Microcuenca Los Limones.

1b.- Tiempo de concentración: El tiempo de concentración, es el tiempo que tarda una gota de lluvia en viajar desde el punto más alejado de la cuenca hasta el punto de salida. Este valor puede estimarse a partir de la longitud del cauce principal y de su pendiente mediante la fórmula de Kirpich. El tiempo de concentración determinado en las 2 microcuencas indica que no son de respuesta rápida a los eventos lluviosos aportando menos recarga para las aguas subterráneas, ya que el agua que cae en la parte alta de la microcuenca escurre con una velocidad que no permite una mayor la infiltración. La Palma tiene menor tiempo de concentración debido a que la longitud del cauce principal es mucho menor.

2b.- Tiempo al pico: El tiempo al pico, es el tiempo que transcurre desde el punto de inicio del hidrograma de escorrentía directa, hasta el pico del hidrograma. El tiempo al pico estimado para la microcuenca La Palma y Los Limones es de 1.92 y 2.32 horas respectivamente, significando que en ese tiempo las microcuencas llegan a alcanzar el gasto (cantidad de agua escurrida por unidad de tiempo) máximo para un evento lluvioso de 1 mm de precipitación.

3b.- Tiempo base: El tiempo base se puede considerar como el tiempo que dura el escurrimiento directo en el hidrograma unitario, en el hidrograma inicia desde el punto de levantamiento, hasta el punto de recesión de la curva. Este valor para la microcuencas La Palma y Los Limones es de 9.61 y 11.62 horas respectivamente, después de este tiempo lo que circula por el cauce es escurrimiento subterráneo.

4b.- Gasto al pico: Es el gasto o el caudal en metros cúbicos por segundos que origina un milímetro de precipitación caído en la cuenca, que para las condiciones de las microcuencas La Palma y Los Limones es de 5 y 10 $\text{m}^3/\text{seg}/\text{mm}$ respectivamente.

5b.-Número de curva: Para la microcuenca La Palma el número de curva para esta microcuenca es "77", indicando este valor que la microcuenca se encuentra con cierta cobertura y que el recurso suelo mantiene alguna protección; sin embargo, esta microcuenca se encuentra en

relieve inclinado y por lo tanto requiere una cobertura mayor para evitar pérdidas grandes de agua por escorrentías.

Para la microcuenca Los Limones el número de curva para esta microcuenca es de "84", el cual nos indica que el grado de respuesta de la cuenca a la escorrentía es menor, sin embargo para esta microcuenca éste valor nos refleja que presenta cierta cobertura vegetal que la protege.

Los resultados para esta microcuenca se relacionan con la anterior, indicando que ambas microcuencas están ubicadas en relieves bastantes similares y que las pendientes donde se encuentran ubicadas tienen un grado de inclinación muy parecido, originando escorrentías que disminuye el aprovechamiento de agua de precipitación en las microcuencas por lo que debe darse un manejo adecuado para mejorar esta situación.

5.6.- Clasificación de las tierras por Capacidad de Uso.

El sistema de Clasificación de Capacidad de Uso de la Tierra (USDA, Handbook 210) determina ocho Clases de Capacidad de Uso denominadas por números romanos del I al VIII, basados en la consideración de las características físico-químicas de los suelos de las que originan limitaciones o restricciones al uso, por que afectan la naturaleza productiva del suelo, su conservación y su rentabilidad económica, como también el universo de adaptabilidad de los cultivos.

La Capacidad de Uso de los suelos se define según las limitaciones edafoclimáticas que presenten, las cuales indican su vocación a determinado o determinados usos de cada subgrupo taxonómico de suelo. Para establecer sus categorías de uso se consideran cuatro factores básicos: ecológico, edáficos, topográficos y drenabilidad, que son determinantes en el establecimiento del uso apropiado de los suelos, ya sea para Agricultura, Pecuario, Forestal y/o de Protección de Vida Silvestre.

5.6.1.-Clases de Capacidad de uso en el Municipio de El Sauce.

-Clase II: Los suelos de las clases II tienen algunas limitaciones que reducen la elección de plantas o requieren prácticas cuidadosas de manejo, incluyendo prácticas de conservación para prevenir deterioro o para mejorar las relaciones agua-aire. Las limitaciones son pocas y las prácticas son fáciles de aplicar. Los suelos pueden ser usados para cultivos agronómicos, pastos, pastoreos, bosque o vida silvestre. En en el municipio de El Sauce los suelos de esta clase presentan las siguientes limitaciones:

- Pendientes suaves (2 - 4 %).
- Susceptibilidad moderada a la erosión por el agua o por el viento o efectos adversos moderados causados por la erosión pasada.
- Daños ocasionales por inundaciones.
- Limitaciones ligeras de clima en el uso y manejo del suelo.

Suelos del orden Molisolls como el subgrupo taxonómico Udic Haplustolls se ubican en esta clase por presentar pendientes suaves 2 - 4 %, además podemos encontrar también suelos del orden Alfisols y el subgrupo representativo es el Udic Haplustalfs. Esta clase ocupa un área de 7312 ha para un 10.45 % del área total de municipio.

-Clase III: Los suelos en la clase III, tienen severas limitaciones que reducen la elección de plantas o requieren prácticas especiales de conservación, o ambas a la vez.

Estos suelos, tienen más restricciones de uso que aquellos en la clase II y cuando son usados para cultivos agronómicos, las prácticas de conservación son generalmente más difíciles de aplicar y de mantener. Estos suelos pueden ser utilizados para cultivos agronómicos, pastos, lotes de árboles, pastoreo extensivo y vida silvestre.

Las limitaciones de los suelos en esta clase restringen la elección de cultivos, épocas de siembra, laboreo y cosecha, cantidad de cultivos mixtos. Las limitaciones presentes en los suelos del municipio de El Sauce pueden resultar del efecto de una o más de las siguientes:

- Pendientes moderadamente inclinadas.
- Alta susceptibilidad a la erosión por el agua o por el viento, efectos adversos severos de pasadas erosiones.
- Moderadas condiciones climáticas limitantes.

Los suelos Udic Haplustolls, Fluventic Haplustolls y Entic Haplustolls del orden Molisolls se ubican en esta clase, con pendientes de 4 - 8%. Esta clase ocupa un área de 3563 ha. para un 5.09 % del área total.

También hay que destacar que suelos del orden Alfisols (aproximadamente el 80% de estos) cubren áreas de esta clase como lo es el subgrupo taxonómico Udic Haplustalfs, el cual gran parte del área que ocupan se encuentra en esta clase.

-Clase IV: Los suelos de la clase IV tienen limitaciones muy severas que restringen la elección de plantas y requieren un laboreo muy cuidadoso.

Las restricciones en el uso, para los suelos de la clase IV, son mayores que para los de la clase III, lo mismo que para la elección de plantas que pueden ser cultivadas, que es mucho más limitada. Cuando estos suelos son cultivados se requieren cuidadosas prácticas de manejo y también de conservación, que son más difíciles de aplicar y de mantener. Los suelos de la clase IV pueden ser usados para cultivos agronómicos, pastos, árboles y vida silvestre.

El uso de cultivos agronómicos es limitado como un resultado de los efectos de una o más de las características permanentes tales como:

- Pendientes muy pronunciada.
- Susceptibilidad severa a la erosión por el agua o por el viento.
- Severos efectos de pasadas erosiones.
- Suelos superficiales.
- Baja capacidad para retención de humedad.
- Moderados efectos adversos del clima.

Los suelos de la clase IV tienen limitaciones severas que restringen la selección de plantas y/o requieren manejo muy cuidadoso o específico. Estos suelos pueden ser bien adaptados solamente para dos o tres de los cultivos más comunes en el área, presentan pendientes de 8-15 %, textura desfavorable y profundidad entre 25 - 40 cm.

Los suelos Udic Hapludalfs, Aquic Haplustalfs y Typic Ochraqualfs del orden Alfisols, con pendientes mayores del 8 % y profundidad moderada de 25 - 40 cm, están ubicados también en esta clase áreas pequeñas de los Udic Haplustalfs, además podemos encontrar suelos del orden Entisols el subgrupo Typic Ustorthents que cubre un área pequeña en relación a las otras clases de capacidad. Esta clase ocupa 4170 ha para un 5.96% del área total.

- *Clase V* : Los suelos del clase V no tienen problemas de erosión, o si lo tienen , es muy pequeño. Sin embargo tienen otras limitaciones que no son prácticas de remover y que limitan su uso únicamente para pastos, árboles, vida silvestre.

Algunas de las limitaciones siguientes presentan los suelos del municipio:

- Suelos de terrenos bajos, sujetos a frecuentes inundaciones que impiden el normal desarrollo de los cultivos.
- Suelos casi planos.
- Suelos con piedras o rocas sobre la superficie.

Para los suelos de el municipio de El Sauce que pertenecen a esta clase tenemos el Udic Haplustalfs y Lithic Haplustalfs del orden Alfisols y suelos del orden Entisols que constituyen áreas pequeñas de esta clase por la alta presencia de piedras sobre la superficie.

Los suelos de esta clase presentan condiciones que reducen la selección de cultivos, presentan riesgos de encharcamiento, texturas desfavorables (arcillosas), pendientes generalmente entre 0 - 2 % y 2- 4 %, estos suelos presentan buenas condiciones de fertilidad, pero son difíciles de labrar, lo que aumenta los costos de producción. La mayoría de estos suelos son usados para pastoreo.

Los suelos Entic Pellusterts, Typic Pellusterts, Entic Chromusterts y la asociación de estos del orden Vertisols . Esta clase ocupa 12085 ha. para un 17.26 % del área total.

- *Clase VII:* Los suelos de la clase VII tiene limitaciones muy severas que los hace no aptos para cultivos y restringen su uso principalmente a pastos o bosques; donde el uso de estos generalmente no resulta práctico hacer mejoramientos de pastos como son la siembra de variedades mejoradas, fertilización y control de agua. Los suelos de El Sauce que pertenecen a la clase VII es debido a uno o más de las siguientes limitaciones:

- Pendientes escarpadas, generalmente de 30 - 45%.
- Peligro de erosión severa.
- Suelos muy superficiales, con profundidades menores de 25 cm.
- Texturas muy gruesas.
- Pedregosidad.

Algunos suelos en esta clase pueden ser usados para cultivos especiales bajo prácticas de manejo muy especiales principalmente con sistemas agroforestales.

Los suelos Udic Haplustalfs del orden Alfisols, Typic Ustorthents del orden Entisols, están ubicados en esta clase por presentar pendientes fuertes, entre 30 y 40 % para el primero y mayor de 40% para el segundo. Esta clase ocupa 13686 ha. para un 19.55% del área total.

- *Clase VIII:* Los suelos de la clase VIII no tienen la capacidad de dar respuesta significativas aún con la aplicación de buenas prácticas de manejo en cultivos, pastos o árboles. Es posible conseguir beneficios regionales de su uso como refugio de la fauna, fuentes de abastecimientos de agua y como centros recreativos.

Para el Municipio de El Sauce los suelos de la clase VIII presentan las limitaciones siguientes:

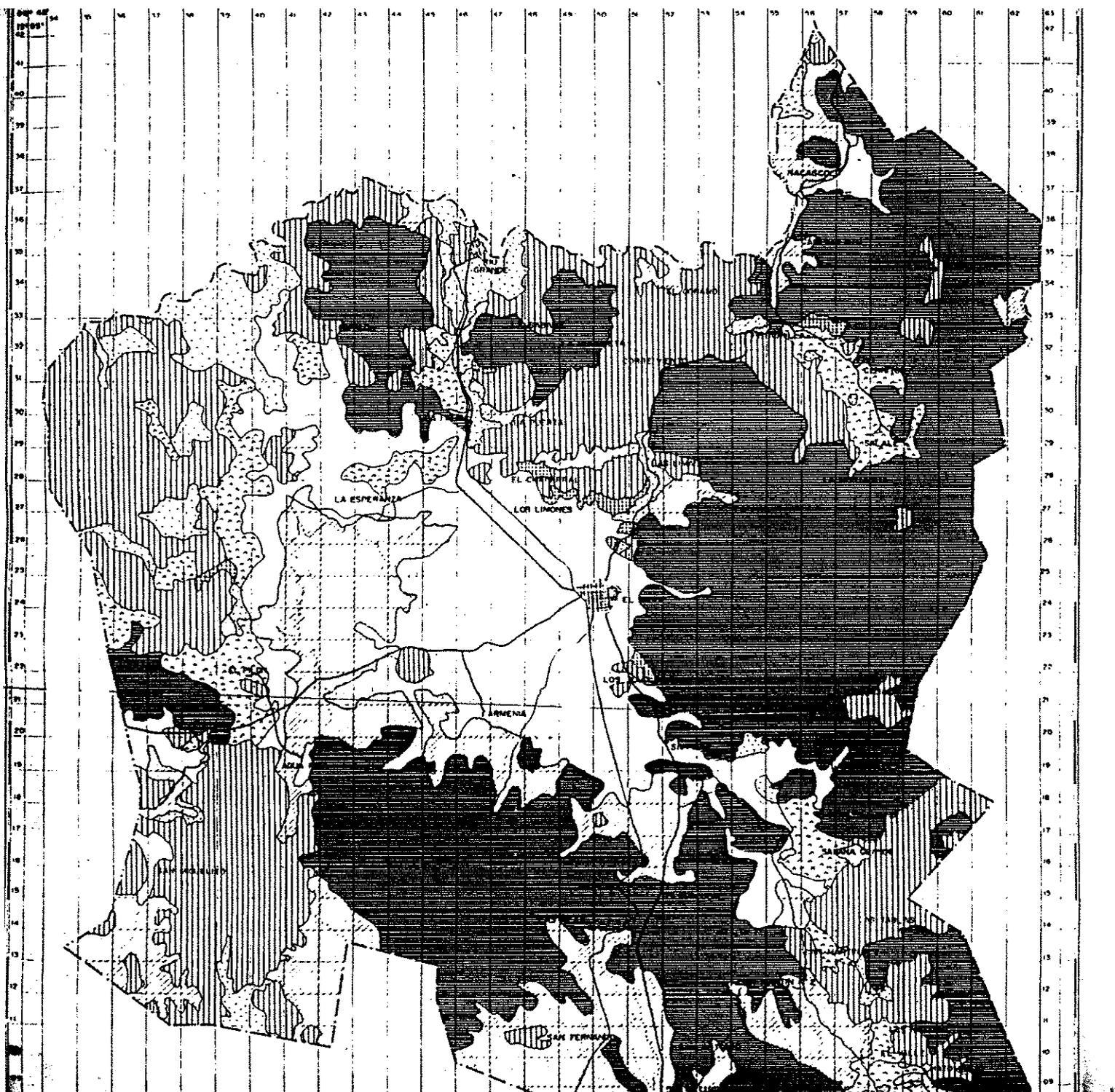
- Áreas de tierras rocosa.
- Suelos Superficiales.
- Tierras muy escarpadas con pendientes mayores del 45%.

Los suelos Udic Haplustalfs, Typic Ustorthents, Lithic Ustorthents, del orden Alfisols y Entisols respectivamente están ubicados en esta clase por presentar pendientes mayores del 45 % lo que implica un alto riesgo de erosión y tienen poca profundidad para penetración de las raíces. Ocupan un área de 29184 ha. , es decir el 41.69 % del total.

Siendo las clases VII y VIII de uso óptimo exclusivamente forestal el 60% del área total del municipio es de vocación forestal. La no existencia de suelos de clase I nos demuestra que todos los suelos del municipio necesitan obras de conservación.

Cuadro 14.- Clases de capacidad de uso de los suelos del municipio de El Sauce.

Clase de capacidad	Area (ha)	%
II	7312	10.45
III	3563	5.09
IV	4170	5.96
V	12085	17.26
VII	13686	19.55
VIII	29184	41.69
Total	70000	100



LEYENDA

Capacidad	Area Km ²	%
II	73.12	10.45
III	35.63	5.09
IV	41.70	5.88
V	3.91	0.56
V'	116.94	16.70
VII	136.86	19.56
VIII	291.84	41.69

5.7.- Uso de la Capacidad de los Suelos.

El Uso de la Capacidad de los suelos es el nombre que se le dió en el estudio al mapa este resulta de la sobreposición de los mapas de Capacidad de Uso versus el mapa de Uso Actual; através de esta sobreposición se identifican las áreas que están siendo usadas a capacidad (en conformidad con la capacidad del suelo), las sobreusadas (usadas por encima de la capacidad del suelo) y las subusadas (usadas por debajo de la capacidad del suelo).

Las áreas consideradas como sobreusadas, son las que han sufrido degradación a causa del mal uso al que han estado sometidas, esta degradación se refiere principalmente a la erosión causada por el agua, provocando el arrastre del suelo en las corrientes y con ello la pérdida de la capa arable o fértil y a la erosión eólica causada por el viento que arrastra las partículas orgánicas y minerales.

En el Municipio de El Sauce , el mayor porcentaje del área está siendo *sobreusada* con 44507 ha., o sea 63.58% del área total; los suelos *usados a capacidad* comprende un área de 16080 ha. o sea el 22.97 % del área total; el área *subusada* comprende 9413 ha. , o sea el 13.45 % del área total.

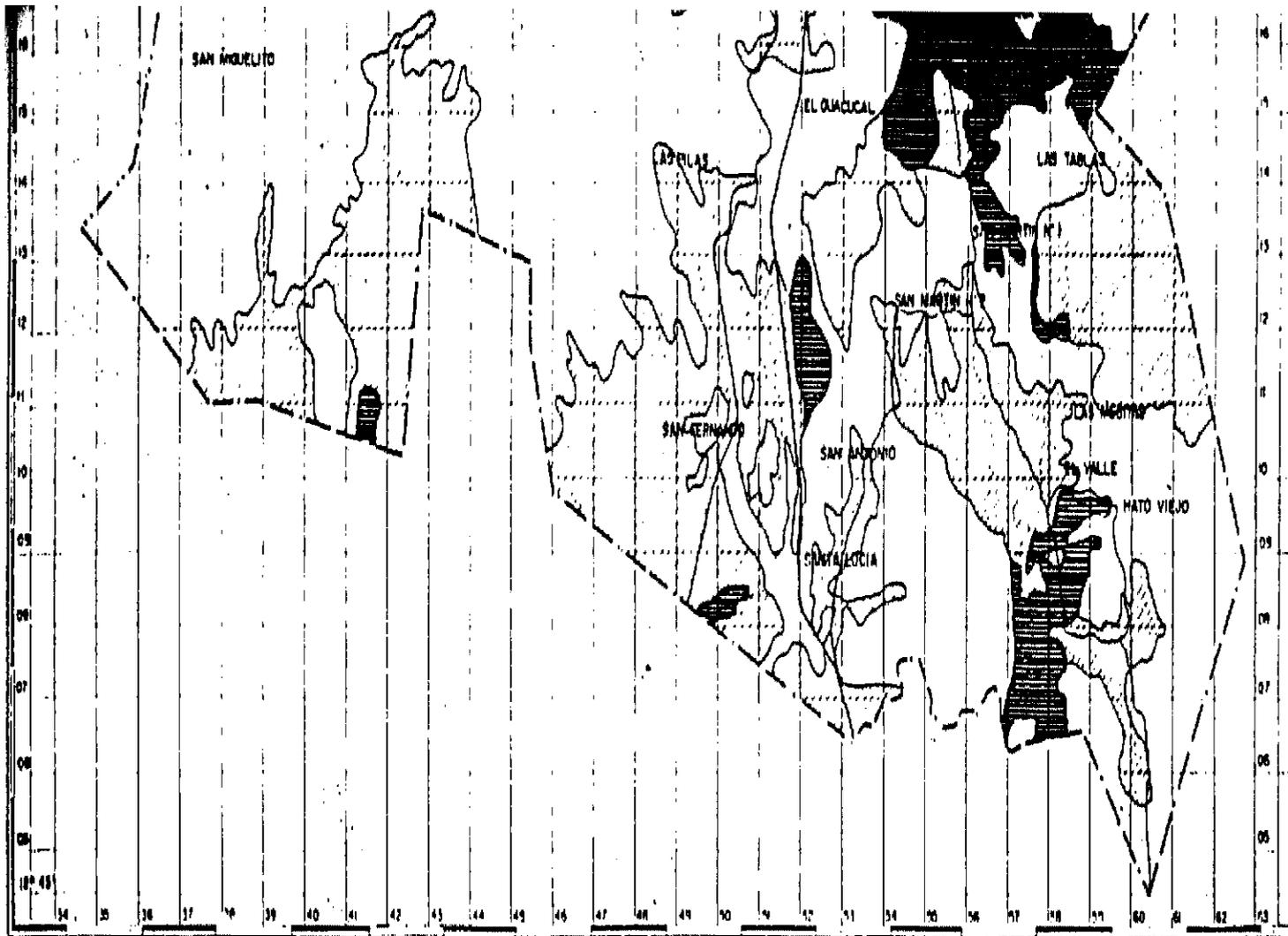
Este análisis permite explicar el deterioro acelerado de los recursos naturales (bosque, suelos, aguas) y es que estos recursos están siendo utilizados por encima de su capacidad de uso. Se debe tener presente que desde la clase II a la clase VII, se deben tomar medidas de conservación para poder producir en estas tierras de manera sostenible.

Sin embargo, la clase VIII debe ser destinada para la conservación de los recursos naturales y la protección de la vida silvestre y en El Sauce estas tierras han sido despaldadas o intervenidas y actualmente sólo se encuentra un bosque bajo secundario (Tacotales), también estas tierras están siendo utilizadas para cultivos anuales, y la mayoría de ellas sin las mínimas medidas de

conservación; por lo tanto, todos los esfuerzos de las instituciones y organismos que dirigen programas de conservación, deben planificar sus actividades en función de proteger estos recursos y darle un tratamiento más adecuado a las áreas productivas.

Cuadro 15.- Areas que ocupan el estado del uso de la capacidad de los suelos en El Sauce.

Area Usada a capacidad.	16080	22.97
Area Subusada	9413	13.45
Area Sobreusada	44507	63.58
Total	70000	100



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
 ESCUELA DE SUELOS Y AGUAS
 FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

CONTENIDO

MAPA DE USO DE LA CAPACIDAD

REALIZO	ING INF GHERDA BARRETO CAJINA	UBICACION	EL SAUCE
DISEÑO	C ZELAYA E ACUNA I RODRIGUEZ	DUEÑO	ALCALDIA EL SAUCE
ELABORADO	ABDEL GARCIA	AREA	700 Km ²
ESCALA	1:60.000	FECHA	24 - JUNIO - 95

5.8.- Degradación de los Recursos Naturales.

La sobreutilización de los suelos en el municipio de El Sauce ha sido producto de los requerimientos de un modelo económico agroexportador (algodonero y pecuario) que produjo el avance de la frontera agrícola ocasionando la casi completa deforestación con su consecuente afectación del recursos agua. Hoy en día la población sufre los efectos del mal uso de estos recursos, los que se manifiestan en la disminución de la fertilidad de los suelos, el secamiento de las fuentes de agua y la desaparición de los bosques.

De acuerdo a los resultados de este trabajo y en base al mapa de uso actual (Quiroz y Castillo, 1995) se observa que en el municipio de El Sauce el 60 % de sus tierras es de vocación forestal, presentándose un sobreuso de los suelos en un 63.58 % del área. Por lo que se pudo apreciar, el sobreuso de los suelos ha repercutido a nivel de todo el municipio, afectando principalmente la Subcuenca El Portillo cuyo cauce principal ha disminuido la capacidad de transportar agua durante todo el año. Por otro lado, el régimen hidrológico de toda la cuenca ha sufrido trastornos, esto se expresa en los cálculos de escorrentías a través del gran volumen de agua que se pierde o que permanece por muy poco tiempo en las microcuencas.

El proceso de degradación del bosque se ha acelerado al incrementar las necesidades de tierra para la producción pecuaria y algodonera de las épocas pasadas quedando únicamente un bosque bajo secundario (que representa el 45% del recurso forestal) en las partes altas del municipio cuya cobertura no protege los suelos superficiales que la caracterizan lo cual tiene sus consecuencias negativas en las partes bajas .

Como producto de toda esta problemática se hace necesario elaborar una Propuesta de Uso que contribuya a la recuperación y conservación de los recursos naturales del municipio.

5.9.-Propuesta de Uso para las tierras del municipio de El Sauce.

La mala planificación de los recursos naturales en el municipio de El Sauce ha repercutido principalmente en el recurso suelo y por consiguiente en el recurso agua, debido a que el suelo se ha explotado por encima de su capacidad de uso .

El mapa de suelos refleja claramente como están distribuidos los suelos, para el Municipio de El Sauce los suelos de mayor fertilidad (Mollisols) son muy pocos, correspondiente a un 2.90 % y suelos de mediana fertilidad (Alfisols) con un 27 %, significando que de estos suelos es donde descansa la producción agropecuaria del municipio. Sin embargo, la mayor área agrícola y pecuaria descansa sobre suelos Alfisols que son bastante frágiles o susceptibles a procesos de degradación por lo que requieren prácticas de recuperación y manejo adecuadas. Otro orden de suelo que es muy susceptible a la erosión son los Entisols los que se encuentran ubicados en pendientes de moderadas a fuertes y actualmente se encuentran sobreutilizados desde agricultura temporal hasta bosques altamente degradados que cubren la mayor parte del municipio (55.3 %).

De acuerdo a los resultados del estudio se ha comprobado que en el unicipio de El Sauce existe una sobreutilización de los recursos naturales, producto de la no planificación y explotación inadecuada de estos. Así mismo se ha determinado que este mal uso de la tierra ha repercutido en el ciclo hidrológico de la cuenca provocando la disminución de caudales en los ríos principales, así como la deforestación con su consecuencia en la desaparición de especies valiosas tanto de flora como de fauna y la erosión de los suelos.

Debido a toda esta problemática de deterioro de los recursos naturales, es necesario elaborar una propuesta de uso de la tierra para realizar proyectos de manejo y recuperación de recursos naturales, así como el dar a conocer nuevas alternativas de uso que van en beneficio de la población. Para la planificación del uso de la tierra hay que tomar en cuenta la capacidad de uso del suelo y las condiciones climáticas (zonas de vida).

En el municipio de El Sauce la Propuesta de Uso de la Tierra está basada en la implementación de sistemas agroforestales, silvopastoriles y zonas de protección de vida silvestre, cuya principal función es recuperación de los ecosistemas degradados y el aprovechamiento de la tierra tomando en cuenta la Capacidad de Uso del suelo, condiciones climáticas y especies de plantas adaptables a esas condiciones. El municipio de El Sauce se caracteriza por presentar un relieve variado desde planicies hasta serranías escarpadas; así como variaciones de clima que cambia con respecto al paisaje, por lo que la propuesta de uso de la tierra se elaboró tomando en cuenta todos estos parámetros.

5.9.1.- Descripción de los Sistemas planteados en la Propuesta de Uso .

- *Sistemas Agroforestales (SAF)*: son formas de uso y manejo de los recursos naturales en la agricultura, en los cuales, especies leñosas son utilizadas en asociación con cultivos agrícolas y animales en el mismo terreno, de manera simultánea o en secuencia temporal.

Algunos objetivos de los Sistemas Agroforestales son:

- a) Aumentar la productividad vegetal con el mínimo deterioro ambiental.
- b) Asegurar la sostenibilidad a través de la intensificación apropiada en el uso de la tierra.
- c) Diversificar la producción de alimentos.
- d) Producir madera, leña y otros materiales diversos que sirvan para la subsistencia del agricultor, el uso industrial o la exportación.
- e) Disminuir los riesgos del agricultor.

- f) **Mitigar los efectos perjudiciales del sol, viento y la lluvia sobre los suelos.**
- g) **Minimizar la escorrentía del agua y la pérdida de suelo.**
- h) **Combinar lo mejor de la experiencia tradicional con los conocimientos científicos.**

Asociaciones de sistemas cultivos-árboles que se pueden presentar son:

AF1: Sistemas agroforestales de cultivos anuales asociados con leguminosas, cultivos semiperennes, cultivos perennes más especies forestales para leña y madera. Adaptables a suelos profundos, bien drenados, de alta fertilidad con pendientes de 2 a 4 %.

AF2: Sistemas agroforestales de cultivos semiperennes y perennes más especies forestales para leña y madera. Adaptables a suelos moderadamente profundos, bien drenados, de fertilidad media, con pendientes de 4 a 8 %.

AF3: Sistemas agroforestales de cultivos perennes más especies forestales. Adaptables a suelos poco profundos, excesiva o moderadamente drenados, de fertilidad media, con pendientes de 8 a 30 %.

GF1: Sistemas silvopastoriles de pastos de gramíneas, arbustos de leguminosas y especies de plantas para forrajes, leña, aserrar, adaptables a suelos con texturas arcillosas, poco profundos y con drenaje imperfecto, con fertilidad que puede variar de alta a media y pendientes entre 15 - 30 %.

GF2: Sistema Silvopastoril de especies forrajeras leguminosas y árboles de aserrar y para leña, adaptables a suelos poco profundos, de fertilidad natural media, en pendientes de 30 - 40%.

PVS: Bosques de protección, bosques de regeneración o áreas de reforestación, destinados a la protección de cuencas hidrográficas o refugio de la vida silvestre, reserva biológica, parque nacional, ecoturismo o la investigación, con especies de plantas adaptables a condiciones de suelos superficiales, de baja fertilidad, pendientes muy fuertes (mayor de 45 %) y para todas las zonas de vida.

Cuadro 16.- Areas que ocupan los sistemas de la Propuesta de Uso.

AF1	10875	15.54
AF2/GF1	4170	5.96
AF3/GF1/GF2	12085	17.66
AF3/F	13686	19.55
PVS	29184	41.69
Total	70000	100

5.9.2.- Especies de plantas adaptables.

Cada uno de estos sistemas productivos se ubican en las zonas de vida presentes en el municipio de El Sauce con el fin de seleccionar especies adaptables para cada una de las zonas de vida correspondiente.

-Zona de Vida "a" (Bosque seco tropical bs-T): Especies de plantas adaptables a 0 - 600 msnm., con temperatura media anual entre 27 y 29 °C, precipitación media anual de 1200-1800 mm.

Cultivos

Anuales: Maíz, Sorgo, Ajonjolí, Soya, Maní, Frijol, Algodón y Yuca.

Hortalizas: Tomate, Sandía, Melón, Calabacín, Ayote, Pepino.

Cultivos

Semiperennes: Penca, Pitahaya, Granadilla, Maracuyá, Tempate Espadillo.

Cultivos

Perennes: Jocote veranero, Marañón, Nancite, Tamarindo, Guayaba, Almendra, Mango, Aguacate, cítricos agrios y dulces.

Pastos: Jaragua, Buffel, Bermuda, Angleton, Gamba, Estrella, Taiwan, etc.

Leguminosas: Leucaena, Madriado, Carbón, Genízaro, Gandúl, Caballero, Canabalia, Terciopelo.

Forestales

para leña: Quebracho, Brasil, Madroño, Nacascolo, Michigüiste, Cornizuelo, Vainilla, Guacimo de ternero y de molenillo, Carao, Caratillo y Amarguito.

Forestales

de Aserrar: Cedro Real, Guanacaste de oreja, Laurel, Granadillo, Caoba del pacífico, Genízaro, Acetuno, Ñambar, Almendro del río, Cedro pochote.

- *Zona de Vida "b" (Bosque húmedo subtropical - bh-s):* especies de plantas adaptables desde los 600 a 900 msnm, con precipitación media anual de 1200 a 1800 mm. y temperatura media anual entre 22 y 25 C.

Cultivos

Anuales: Maíz, Frijol, Soya, Yuca, Canavalia, Frijol terciopelo, Gandul.

Hortalizas: Repollo, Tomate, Cebolla, Ajo, Malanga y Cucurbitáceas (Ayote, Chayote, Pepino, Pipián, Calabazas, Calabacín).

Cultivos

Semiperennes: Banano Manzano, Banano blanco, Chayote, Penca, Granadilla, Maracuyá, Guineo cuadrado, Berenjena, Espárrago, Caña de azúcar, Pitahaya, Flores.

Cultivos

Perennes: Naranja dulce, Limón agrio, Naranja agria, Mango, Aguacate, Nancite de montaña, Guanábana, Mandarina, Marañón, Matasano, Papaya, Café, Guayaba.

Pastos: Jaragua, Guinea, Anglentón, Estrella, Pará, Bufell, Taiwan.

Forestales: Pino, Roble, Roble encino, Cedro Real, Granadillo, Macuelizo, Helequeme, Madrial, Amarguito, Carbón blanco, Guapinol, Ciprés, Paraíso, Jifocubabo, Laurel, Gallito, Huesito, Casia amarilla, Vainilla, Leucaena, Quebracho, Bambú, Falso roble, Cortéz, Guanacaste, Guásimo ternero.

- Zona de Vida "c" (Bosque seco tropical transición a bosque húmedo tropical (Bs- T ▶ Bh - T):

Especies de plantas adaptables desde los 300 - 600 msnm con temperatura media anual de 25 - 27 °C, y los 1,800 - 2000 mm/año de precipitación pluvial.

Cultivos

Anuales: Maíz, Sorgo, Ajonjolí, Soya, Maní, Frijol, Yuca.

Hortalizas: Tomate, Sandía, Melón, Calabacín, Ayote, Pepino.

Cultivos

Semiperennes: Penca, Pitahaya, Granadilla, Maracuyá, Tempate Espadillo, Musacea, Caña de azúcar.

Cultivos

Perennes: Jocote veranero, Marañón, Nancite, Tamarindo, Guayaba, Almendra, Mango, Aguacate, cítricos agrios y dulces, mamey, mamón

Pastos: Jaragua, Buffel, Bermuda, Angleton, Gamba, Estrella, Taiwan, etc.

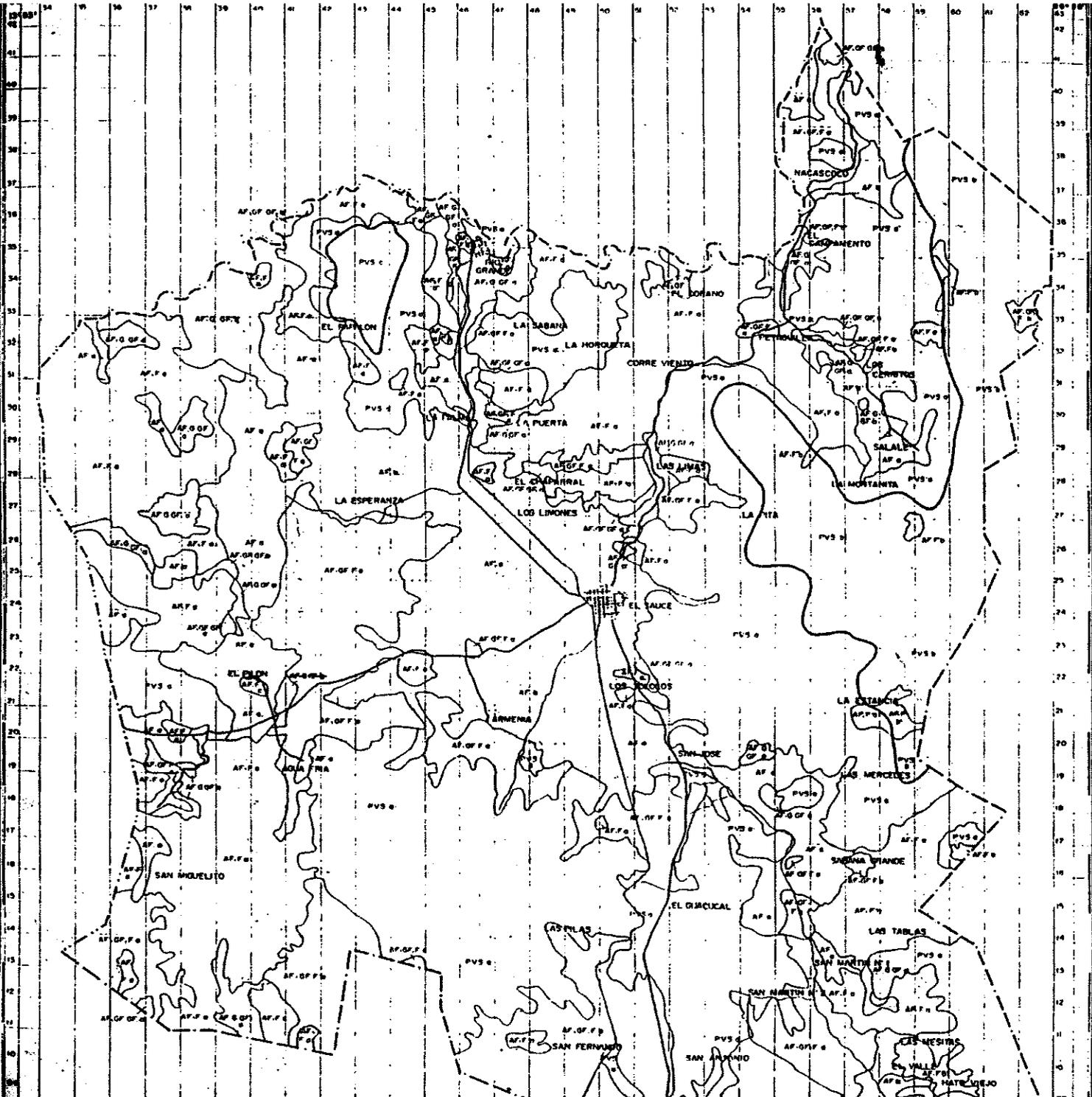
Leguminosas: Leucaena, Madriado, Carbón, Genízaro, Gandúl, Caballero, Canabalia, Terciopelo.

Forestales

para leña: Quebracho, Brasil, Madroño, Nacacolo, Michigüiste, Cornizuelo, Vainilla, Guacimo de ternero y de molenillo, Carao, Caratillo y Amarguito, Carbón blanco, Guapinol, Guaba, Quajiniquil.

Forestales

de Aserrar: Roble, Cedro Real, Cortez, Guanacaste de oreja, Laurel, Granadillo, Caoba del pacífico, Genízaro, Acetuno, Ñambar, Almendro del río, Cedro pochote.

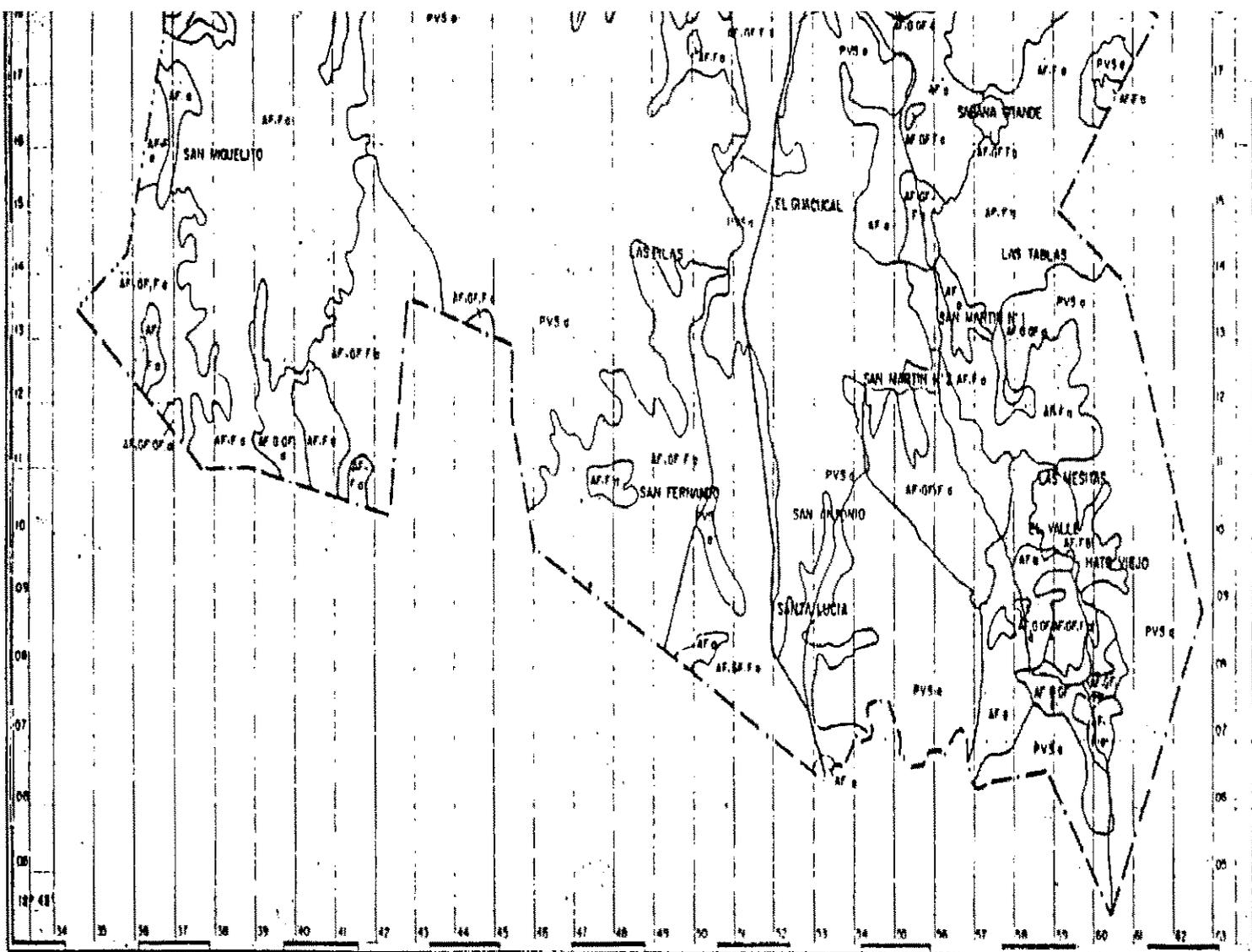


LEYENDA

Uso Propuesto	Area Km ²	%
AF	108.75	13.54
AF, G GF	41.70	5.96
AF, GF, GF ₂	3.91	0.56
	116.94	16.70
AF, F	136.86	19.65
PVS	291.64	41.69

Zone de Vida

a	Bs-T
b	Bh-S
c	Bs-Ty Bh-T



0 1 2 3 4 5 km

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
 ESCUELA DE SUELOS Y AGUAS
 FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

CONTIENE

MAPA DE
 USO PROPUESTO

REALIZADO	ING INF GHERDA BARRERO CAJINA	LUGAR	EL SAUCE
REVISADO	C ZELAYA E ACUNA I RODRIGUEZ	USO	ALCALDIA EL SAUCE
TITULAR	ABDEL GARCIA	AREA	700 Km
ESCALA	1:50 000	FECHA	24 JUNIO 95

VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1.- Conclusiones.

6.1.1.- Recursos Hídricos:

- a.- La caracterización de los recursos hídricos permitió conocer el comportamiento de la subcuenca ante los eventos lluviosos; la cual es de drenaje medio, debido al manejo de los recursos naturales que hace la población, la precipitación que cae en la parte alta de la cuenca no tiene una cubierta vegetal suficiente que soporte el impacto de la lluvia.
- b.- Actualmente, debido a condiciones de mal manejo de los recursos edáficos y forestales, como consecuencia muchos afluentes importantes de el Río El Portillo solamente transportan agua en época de invierno y en el verano se secan, por ejemplo ríos como Los Limones, La Palma, Quebrada Seca, El Sauce , Salale entre otros.
- c.- La falta de cobertura vegetal agregado a las características físicas de las microcuencas estudiadas, tipo de suelo (Entisols) arrojan números de curva medios que descubren la necesidad de proteger el suelo de las escorrentías.

6.1.2.- Recursos Edáficos:

- a.- Los suelos del municipio fueron clasificados en 5 órdenes de suelo :Entisols, Alfisols, Mollisols, Vertisols y Ultisols. Más de la mitad del municipio (55%) tiene suelos superficiales de baja fertilidad o sea los Entisols, los suelos de mediana a alta fertilidad como los Alfisols y Mollisols ocupan el 30% , los suelos maduros o más desarrollados como los Ultisols ocupan el 3% y los suelos arcillosos como los Vertisols ocupan el 12% del área total .

- b.- A nivel de uso de los recursos edáficos (suelo) se observó que los suelos del municipio están siendo sobreusados (63.58% del área total del Municipio) esto indica que el recurso suelo se está usando por encima de su capacidad, tal como lo demuestra el mapa de uso de la capacidad.
- c.- Aplicando la metodología de la capacidad de uso del suelo para el Municipio de El Sauce se determinó que el 41.69% del área total del Municipio corresponde a la clase VIII, por lo que de acuerdo a su aptitud estas áreas deben ser destinadas a la protección de la vida silvestre o recreación.
- d.- Los suelos del área estudiada varían por su capacidad de uso, desde la clase II hasta la clase VIII, ubicándose en las clases II y III los suelos con aptitud agrícola que corresponden a los de mayor potencial. Estos se encuentran ubicados fisiográficamente en los sistemas de terrazas fluviales con pendientes que oscilan 2 a 8% ocupando un área de 15.54% . Actualmente estos suelos en su mayoría se encuentran subutilizados de acuerdo a su capacidad de uso .
- e.- De acuerdo a la caracterización del municipio se puede afirmar que un 60% del área, es de vocación forestal según la Capacidad de Uso de los suelos (tipo de suelos y pendientes que presentan) y un 40% del área es de vocación agropecuaria (cultivos más ganadería). Esto significa que el deterioro de los recursos naturales es producto del desconocimiento de la verdadera vocación de las tierras del municipio.

6.1.3.- Recursos Forestales.

- a.- El área de El Sauce con vocación forestal se encuentra despaldada en un 80% , puesto que el 45% del área total del municipio está ocupada por un bosque bajo secundario o Tacotales, osea un bosque fuertemente intervenido por el hombre.

- b.- La reserva de pinos representa el 2.7% del área total del municipio y se encuentra ubicado en su mayoría en terrenos muy escarpados por lo que su capacidad de uso lo define como áreas de protección de la vida silvestre.
- c.- El bosque de Latifoliadas representa un área del 5% del total , esta área significa prácticamente la reserva de este tipo de bosque en el municipio.

6.1.4.- Propuesta de Uso.

- a.- La propuesta de uso para el Municipio de El Sauce corresponden a Cultivos Asociados, Sistemas Agroforestales, Sistemas Agrosilvopastoriles y Protección de la vida Silvestre.
- b.- Las zonas de Protección de Vida Silvestre propuestas promueven una forma de aprovechamiento de los sistemas de serranías escarpados que permitirá la regeneración de los bosques, la flora, fauna y el suelo erosionado.
- c.- Los sistemas de usos formulados en la metodología de la Propuesta de uso de los suelos pueden ser utilizados a niveles de estudios regionales, municipales y a nivel de cuenca y sirven de base para la planificación del uso de la tierra logrando una visualización a nivel macro de los requerimientos de uso de los suelos de una forma adecuada según sus características físicas y climáticas, convirtiéndose esta información en una base importante en la formulación de tipos de usos a nivel de fincas.
- d.- La metodología de la Propuesta de Uso de los suelos contiene sistemas de uso mayor asociados según las restricciones que define la capacidad de uso de los suelos y las condiciones climáticas de la zona. Este sistema propone tipos de uso que van aumentando la cobertura vegetal y estableciéndola de forma permanente para una

mayor protección del suelo a medida que aumentan las restricciones de uso de las clases de capacidad.

6.2.- Recomendaciones.

- a.- Diseñar una planificación del uso y manejo integral de la producción agropecuaria-forestal del municipio de El Sauce o de la Subcuenca Hidrográfica El Portillo tomando en cuenta la Propuesta de Uso elaborada.
- b.- Establecer obras de conservación de suelos y aguas para lograr disminuir la velocidad de la escorrentía , aprovechar los volúmenes de agua que se pierden para aumentar la recarga del acuífero subterráneo.
- c.- Elaborar planes de reforestación priorizando las áreas donde existe la mayor presión demográfica o áreas deforestadas estableciendo bosques energéticos, así como la reforestación en áreas críticas como márgenes de los ríos , parte agua de la cuenca , en laderas con pendientes pronunciadas y suelos superficiales (bosques de protección).
- d.- Establecer sistemas agroforestales y silvopastoriles para lograr la diversificación de la agricultura, recuperación de los suelos degradados y las zonas deforestadas.
- e.- Realizar estudios de biodiversidad de especies de flora y fauna principalmente en las zonas de protección de la vida silvestre, para formular proyectos de manejo y aprovechamiento de recursos genéticos, investigación científica y recreación ecoturística.
- f.- Tomar medidas que vayan en pro de la declaración de zonas protegidas y conservación de los recursos naturales donde el gobierno municipal debe tener una participación activa .

VII.- REFERENCIAS.

- Buol, S.W. ; Hole, F. D. ; McCracken R. J. 1983. Génesis y Clasificación de Suelos. Mexico D.F Trillas. 417 p.
- Carvajal J. y Martínez J. 1993. Proyecto de desarrollo rural integral "Manuel López", El Sauce, departamento de León. 20p.
- CATIE. 1988. Formulación de acciones y estrategias para mejorar la coordinación interinstitucional en el manejo de cuencas hidrográficas de Nicaragua.
- CATASTRO. 1971. Levantamiento de Suelos de la Región del Pacifico de Nicaragua. 102 p.
- Davidson, D. A. 1986. Land Evaluation. United States of America. 372p.
- Duchaufour, P. 1984. Edafogénesis y Clasificación. Masson. Barcelona, España, Masson. 493 p.
- Fenzl, N. 1989. Nicaragua: Geografía, Clima, Geología y Hidrología. Belem, Brasil Asociación de Editoriales Universitarios de América Latina y el Caribe. 62 p.
- F.A.O. 1977. Guía para la Descripción de Perfiles de Suelos. Roma, Italia. 2da ed. 70 p.
- Fassbender, M.W.; Bornemisza, E. 1987. Química de suelos con énfasis en América Latina. San José, C.R. IICA. 420p.
- Fitzpatrik, E. A. 1987. Suelos. Compañía Editora Continental s. a. de c.v. México.230 p.

- g.- Coordinar esfuerzos con los diferentes proyectos , instituciones , organismos y asociaciones que trabajan en el municipio y que tienen que ver con la protección y aprovechamiento de los recursos naturales con el fin de armonizar acciones y formular proyectos integrales de desarrollo sostenible en el municipio.**

- h.- Realizar estudios sobre el grado de aceptación de los agricultores en cuanto a la propuesta de estudio elaborada.**

- Forero, M. C. 1987. Metodología para levantamientos edafológicos. Bogotá, CIAF. 98p.

- Holdridge L.R. 1979. Ecología Basada en Zonas de Vida, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA), C.R. 216 p.

- INIFOM. 1992. Diagnóstico básico de las municipalidades de la región II.

- IRENA. 1981. Acta del II seminario nacional de Recursos Naturales y del Ambiente. Managua, Nicaragua.

- Instituto Nicaraguense de Estudios Territoriales. 1995. Fotografías aéreas (55) escala 1:25,000, año 1987.

- Linsley, J.R. Ray K. 1985. Hidrología para Ingenieros. Mexico 2 ed. 386 p.

- Munsell Soil color charts. s.f.. Maryland EE.UU. Munsell color co. s.p.

- Marín E. 1988. Proyecto de ordenamiento del sistema productivo de la región II. 64 p.

- Martínez, M. M. Estimación de Escurrimientos en Cuencas Pequeñas. U.A.CH. Chapingo, México.

- Montagnini, F. et al. 1992. Sistemas Agroforestales y Aplicación en los Trópicos. O.E.T. San José C.R.

- Ortiz C. y Cuanalo H. 1984. Metodología del levantamiento fisiográfico. Colegio de Posgraduados, Chapingo, México, 2da edición.

- Poch, R. M. 1993. **Técnicas de Conservación de los Suelos**. Ediciones de la Universitat de Lleida. 82 p.

- Richters, E.J. 1995. **Manejo del uso de la tierra en América Central**. Edit IICA. San José, Costa Rica. 440 p.

- Rojas, R. M. 1986. **Hidrología de Tierras Agrícolas**. CIDIAT. 3ra ed.

- Rodríguez, T. F. 1981. **Elementos del Escurrimiento Superficial**. PATENA A.C.G. Chapingo, México. 225 p.

- Salas, J. 1993. **Arboles de Nicaragua**. Managua, Nicaragua, Instituto Nicaraguense de Recursos Naturales y del Ambiente, IRENA.

- Soil Survey Staff. 1990. **Keys to soil Taxonomy**, traducido al español, Colegio de Postgraduados, México.

- UNCED. 1992. **Informe de Nicaragua presentado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y desarrollo**. 121 p.

- Waagstein, L., Guevara, R., Ramos, J. **Estudio Socioeconómico y análisis de perspectivas de las municipalidades de El Sauce**. 1992. Elaborado para IBIS. 63 p.

VIII.- ANEXOS .

Anexo 1.-Descripción de perfiles.

PERFIL 1

- Información acerca del sitio de la muestra

- a. Número del Perfil: # 1
- b. Nombre del Suelo:
- c. Clasificación a nivel de generalización amplia:
USDA: Udic Haplustolls
- d. Fecha de la observación: 30-04-95
- e. Autores: Gherda Barreto, Efraín Acuña, Ignacio Rodríguez, Eudoro Espinoza,
Martha Orozco
- f. Ubicación: Finca Santa Rita, empalme Carretera a los Encuentros
- g. Altitud: 200 msnm.
- h. Forma del Terreno: Terraza fluvial.
- i. Pendiente donde el perfil está situado: 2%
- j. Uso de la tierra: Cultivo (rastrojo de maíz)
- k. Clima: seco tropical.

- Información general acerca del suelo

- a. Material originario: Sedimentos del cuaternario
- b. Drenaje: bien drenado
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco
- d. Profundidad a la capa freática: desconocido.

e. Presencia de piedras en la superficie o afloramientos rocosos: no

f. Evidencia de erosión: Leve

g. Presencia de sales o álcalis: no hay

h. Influencia humana: Está siendo utilizado en agricultura de secano.

- Breve descripción del perfil:

Los perfiles descritos a continuación fueron examinados en una calicata especialmente preparada en lugares previamente electos según las variaciones de suelos encontradas en el municipio:

- | | | |
|-----------|---------------------|---|
| A | (0 - 28 cm) | Café muy oscuro (10 YR 2/2) en húmedo, franco; estructura bloques subangulares medios, finos, no es plástico, no es adhesivo, friable en húmedo, poros abundantes y finos, presencia de muchas raíces finas y medias. |
| Bw | (28 - 65 cm) | Café amarillento oscuro (10 YR 3/6) en húmedo, franco arenoso, estructura bloques subangulares medios, finos y débiles, friable, ligeramente adhesivo, no es plástico, poros abundantes medios y finos, muy pocas raíces, medias y finas. |
| C | (65 - 84 cm) | Café fuerte (7.5 YR 5/6) en húmedo, franco, estructura bloques angulares y subangulares medios y finos, ligeramente firme, ligeramente adhesivo, ligeramente plástico, con abundantes poros medios y finos, presencia de muy pocas raíces. |

PERFIL 2

- Información acerca del sitio de la muestra

- a. Número del Perfil: # 2
- b. Nombre del Suelo:
- c. Clasificación a nivel de generalización amplia:
USDA: Plinthic Paleudults
- d. Fecha de la observación: 1-05-95
- e. Autores: Gherda Barreto, Efraín Acuña, Ignacio Rodríguez,
Martha Orozco
- f. Ubicación: Camino al Cacao
- g. Altitud: 800 msnm.
- h. Forma del Terreno: Serranías.
- i. Pendiente donde el perfil está situado: 25%
- j. Uso de la tierra: bosque de pinares
- k. Clima: bosque húmedo subtropical.

- Información general acerca del suelo

- a. Material originario: Dacita
- b. Drenaje: moderadamente drenado
- c. Condiciones de humedad en el perfil: húmedo
- d. Profundidad a la capa freática: desconocido.
- e. Presencia de piedras en la superficie o afloramientos rocosos: no
- f. Evidencia de erosión: Leve
- g. Presencia de sales o álcalis: no hay
- h. Influencia humana: desforestado.

- Breve descripción del perfil:

Los perfiles descritos a continuación fueron examinados en una calicata especialmente preparada en lugares previamente electos según las variaciones de suelos encontradas en el municipio:

0	(2 - 0 cm)	Litter.
A	(0 - 10 cm)	Café muy oscuro (10 YR 3/1) en húmedo, arcilloso, estructura bloques subangulares medios, finos y moderados, friable, plástico y ligeramente adherente; con poros finos abundantes y medios en cantidades moderadas, presencia de pocas raíces gruesas y medias en cantidades moderadas.
Bt	(10 - 95cm)	Rojo amarillento (5YR 5/8) en húmedo, arcilloso, estructura bloques subangulares moderados a fuertes, firme, muy adhesivo y ligeramente plástico, muchos poros finos y medios con presencia de pocas raíces gruesas y medias en cantidades moderadas.
C	(95 - 125 cm)	Amarillo rojizo (5 YR 6/8) en húmedo, franco arcillo limoso, estructura de masiva a blocosa, firme, ligeramente adhesivo, no plástico, muchos poros medios y finos, con presencia de pocas raíces gruesas.

PERFIL 3

- Información acerca del sitio de la muestra

- a. Número del Perfil: # 3
- b. Nombre del Suelo:
- c. Clasificación a nivel de generalización amplia:
USDA: Typic Pellusterts
- d. Fecha de la observación: 1-05-95
- e. Autores: Gherda Barreto, Efraín Acuña, Ignacio Rodríguez,
Martha Orozco
- f. Ubicación: Finca Santa María, 500 m. al oeste del puente El Portillo
- g. Altitud: 130 msnm.
- h. Forma del Terreno: Planicie aluvial .
- i. Pendiente donde el perfil está situado: 1%
- j. Uso de la tierra: bosque de jícara con pasto natural
- k. Clima: bosque seco tropical.

- Información general acerca del suelo

- a. Material originario: cuaternario indiferenciado
- b. Drenaje: pobremente drenado
- c. Condiciones de humedad en el perfil: húmedo
- d. Profundidad a la capa freática: desconocido.
- e. Presencia de piedras en la superficie o afloramientos rocosos: no
- f. Evidencia de erosión: no perceptible
- g. Presencia de sales o álcalis: no hay
- h. Influencia humana: pastoreo

- Breve descripción del perfil:

Los perfiles descritos a continuación fueron examinados en una calicata especialmente preparada en lugares previamente electos según las variaciones de suelos encontradas en el municipio:

- | | | |
|----------------------|-----------------------|--|
| A₁ | (0 - 40 cm) | Gris muy oscuro (2.5 Y 3/0) en húmedo, arcilloso, estructura de prismas muy gruesos a masivos, muy firme, ligeramente adhesivo plástico, con muchos poros finos y muy finos, presencia de pocas raíces finas y muy finas. |
| A₂ | (40 - 100 cm) | Negro (2.5 Y 2/0) en húmedo , arcilloso, estructura de prismas muy gruesos a masivos, muy firme ,ligeramente adhesivo, plástico, muchos poros finos y muy finos, muy pocas raíces finas. |
| C | (100 - 118 cm) | Café grisáceo (10 YR 5/2) en húmedo , arcilloso, estructura de prismas muy gruesos a masivos, muy firme, ligeramente adhesivo, plástico,muchos poros finos y muy finos, sin presencia de raíces. |

PERFIL 4

- Información acerca del sitio de la muestra

- a. Número del Perfil: # 4**
- b. Nombre del Suelo:**
- c. Clasificación a nivel de generalización amplia:**
USDA: Udic Haplustalfs
- d. Fecha de la observación: 1-05-95**
- e. Autores: Gherda Barreto, Efraín Acuña, Ignacio Rodríguez,
Martha Orozco**
- f. Ubicación: Finca Donald Pichardo**
- g. Altitud: 130 msnm.**
- h. Forma del Terreno: Terraza fluvial.**
- i. Pendiente donde el perfil está situado: 2%**
- j. Uso de la tierra: barbecho (rastrajo de maíz)**
- k. Clima: bosque seco tropical.**

- Información general acerca del suelo

- a. Material originario: sedimentos del cuaternario**
- b. Drenaje: moderadamente drenado**
- c. Condiciones de humedad en el perfil: húmedo**
- d. Profundidad a la capa freática: desconocido.**
- e. Presencia de piedras en la superficie o afloramientos rocosos: no**
- f. Evidencia de erosión: moderada**
- g. Presencia de sales o álcalis: no hay**
- h. Influencia humana: terreno cultivado.**

III. Breve descripción del perfil: Los perfiles descritos a continuación fueron examinados en una calicata especialmente preparada en lugares previamente electos según las variaciones de suelos encontradas en el municipio:

- A (0 - 21 cm)** Café grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo, arcillo arenoso fino; estructura en bloques subangulares medios, finos y moderados, friable, ligeramente adhesivo y plástico, abundantes poros finos y pocos medios, presencia de muchas raíces finas.
- AB (21 - 41 cm)** Café amarillento oscuro(10 YR 4/4) en húmedo, franco arcillo arenoso fino, estructura bloques subangulares medios, finos y moderados, firme a friable, adhesivo, plástico,muchos poros finos y medios, presencia de muy pocas raíces finas.
- B1t (41 - 63 cm)** Rojo (2.5 YR 4/6) en húmedo con moteado de coloración café amarillento oscuro (10 YR 4/4) ; franco arcilloso, estructura en bloques subangulares gruesos, medios y finos, firme, muy adhesivo y muy plástico, muchos poros finos y medios, presencia de muy pocas raíces finas.
- B2t (63 - 96 cm)** Rojo (2.5 YR 4/6) en húmedo con moteado de coloración café amarillento oscuro (10 YR 4/4); franco arcilloso, estructura en bloques subangulares gruesos, medios y finos, firme, muy adhesivo y muy plástico, muchos poros finos y medios, sin presencia de raíces.

- C (96 - 115 cm) Rojo(2.5 YR 4/8) en húmedo con moteado de coloración café amarillento (10 YR 5/6), arcillo arenoso, estructura bloques subangulares gruesos , medios y finos, firme, adherente y plástico, muchos poros medios y finos, sin presencia de raíces.

PERFIL 5

I- Información acerca del sitio de la muestra

- a. Número del Perfil: # 5
- b. Nombre del Suelo:
- c. Clasificación a nivel de generalización amplia:
USDA: Entic Haplustolls
- d. Fecha de la observación: 2-05-95
- e. Autores: Gherda Barreto, Efraín Acuña, Ignacio Rodríguez,
Martha Orozco
- f. Ubicación: Corre Viento
- g. Altitud: 440 msnm.
- h. Forma del Terreno: Terraza fluvial.
- i. Pendiente donde el perfil está situado: 4%
- j. Uso de la tierra: pasto natural matorralozo
- k. Clima: bosque seco tropical.

II. Información general acerca del suelo

- a. Material originario: sedimentos del cuaternario
- b. Drenaje: bien drenado
- c. Condiciones de humedad en el perfil: húmedo

- d. Profundidad a la capa freática: desconocido.
- e. Presencia de piedras en la superficie o afloramientos rocosos: no
- f. Evidencia de erosión: moderada
- g. Presencia de sales o álcalis: no hay
- h. Influencia humana: pastoreo.

III. Breve descripción del perfil: El perfil descrito a continuación fue examinado en una calicata especialmente preparada en un lugar previamente electos según las variaciones de suelos encontradas en el municipio:

- | | |
|----------------------------------|---|
| AC (0 - 20 cm) | Café oscuro (10 YR 3/3) en húmedo, areno francoso, estructura en bloques subangulares finos ,friable, ligeramente adherente, no es plástico, abundantes poros finos y medios en cantidades moderadas, presencia de muchas raíces finas. |
| IIA ₁ b (20 - 55 cm) | Gris muy oscuro (10 YR 3/1) en húmedo, franco arcilloso, estructura en bloques subangulares a granular, muy friables, adhesivo y plástico, con abundantes poros medios y finos, presencia de muchas raíces medias y gruesas. |
| IIA ₂ b (55 - 91 cm) | Gris muy oscuro (10 YR 3/1) en húmedo, arcilloso, estructura en bloques subangulares medios, finos y moderados, muy friable, muy adherente , muy plástico, abundantes poros medios ,presencia de pocas raíces gruesas. (Presenta tixotropia). |

- Bw** (91-111 cm) Café grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en húmedo, franco arcillo arenoso, estructura en bloques subangulares medios , finos y moderados, firme, adherente, plástico, abundantes poros gruesos, presencia de pocas raíces gruesas.
- C** (111 cm) Café (7.5 YR 5/2) en húmedo, arcillo arenoso con gravas, estructura masiva, firme, muy adherente, muy plástico, muchos poros finos y pocos medios, presencia de muy pocas raíces medias.

PERFIL 6

I- Información acerca del sitio de la muestra

- a. Número del Perfil: # 6
- b. Nombre del Suelo:
- c. Clasificación a nivel de generalización amplia:
USDA: Typic Ustorthents
- d. Fecha de la observación: 2-05-95
- e. Autores: Gherda Barreto, Efraín Acuña, Ignacio Rodríguez,
Martha Orozco
- f. Ubicación: Finca Los Mangos
- g. Altitud: 400 msnm.
- h. Forma del Terreno: serranía.
- i. Pendiente donde el perfil está situado: 40%
- j. Uso de la tierra: pasto natural
- k. Clima: bosque seco tropical.

II. Información general acerca del suelo

- a. Material originario: dacita
- b. Drenaje: moderadamente drenado
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco
- d. Profundidad a la capa freática: desconocido.
- e. Presencia de piedras en la superficie o afloramientos rocosos: si
- f. Evidencia de erosión: severa
- g. Presencia de sales o álcalis: no hay
- h. Influencia humana: desforestado.

III. Breve descripción del perfil: Los horizontes descritos a continuación fueron examinados en una calicata especialmente preparada en un lugar previamente electo según las variaciones de suelos encontradas en el municipio:

- | | | |
|---|--------------|---|
| A | (0 - 15 cm) | Café (10 YR 5/3) en húmedo, franco arenoso, estructura en bloques subangulares finos y medios a granular,, ligeramente friable, ligeramente adherente, ligeramente plástico, muchos poros finos, presencia de muchas raíces finas y pocas medias. |
| C | (15-35 cm) | Café pálido (10 YR 6/3) en húmedo, areno francoso, estructura masiva, friable, muy ligeramente adherente, no es plástico, muchos poros medios,muy pocas raíces finas. |

Anexo 3.- Metodologías utilizadas para el Análisis de Laboratorio.

Para la realización de los análisis de laboratorio de las muestras de suelos se utilizó la metodología planteada por la International Soil Reference and Information Center (ISRIC), (1994). Se realizaron los siguientes análisis de laboratorio:

3.1.- Textura del suelo: La textura del suelo se realizó por el método de la pipeta de Robinson. El cual se basa en la relación existente entre la velocidad de precipitación de las partículas del suelo y su tamaño, de acuerdo a la ley de Stokes. Después de un tiempo calculado, se saca con una pipeta una parte alícuota desde una profundidad definida por debajo de la superficie y se evapora a sequedad; el residuo se seca a la estufa y se pesa, determinándose las tres partículas fundamentales del suelo arena, limo y arcilla.

3.2.- PH del suelo: La determinación del pH del suelo se realizó en agua destilada con una relación sólido líquido de 1:2.5, las muestras se agitaron durante dos horas, se dejó reposar cinco minutos y se procedió a efectuar las lecturas en el peachimetro calibrado con soluciones buffer de pH 4, 7 y 9.

3.3.- Materia Orgánica: Para la determinación de materia orgánica se utilizó el procedimiento de Walkley y Black. Este procedimiento involucra la combustión húmeda de la materia orgánica con una mezcla de dicromato de potasio ($K_2 Cr_2 O_7$) y ácido sulfúrico.

3.4.- Carbono Orgánico: Para obtener el % de carbono orgánico se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% MO = M \frac{(V_1 - V_2)}{S} * 0.39.$$

S

M: Molaridad de la solución sulfato ferroso.

V₁: ml de la solución sulfato ferroso requerido por el blanco.

V₂: ml de la solución sulfato ferroso requerido por la muestra.

S : peso de la muestra del suelo.

$$0.39: 3 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 1.3$$

Para la conversión del % de carbono orgánico a % de materia orgánica se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ MO} = 2 \cdot \% \text{ carbono orgánico.}$$

3.5.- Nitrógeno: Se utilizó el procedimiento Kjeldahl. La muestra es digerada en ácido sulfúrico y peróxido de hidrógeno. La solución es alcalina y se destila el amonio. El procedimiento determina todo el nitrógeno del suelo (incluyendo el amonio adsorbido) excepto los nitratos.

Para el cálculo del % de nitrógeno se utilizó la siguiente fórmula.

$$\% \text{ N} = \frac{a-b}{s} M \cdot 1.4 \text{ mcf.}$$

5

Donde:

a = ml HCL requeridos para la muestra titulada.

b = ml HCL requeridos para el blanco titulado.

s = Muestra del suelo seco al aire pesada en gramos.

M = $14 \cdot 10^{-3} \cdot 100$ (14= peso atómico del nitrógeno).

mcf = Factor de corrección de la humedad.

3.6.- Fósforo: Se utilizó la solución extractora de Olsen Modificado (NaHCO_3 0.5 N pH 8.5) y se analizó por fotocolorimetría con una longitud de onda de 680 nm y filtro rojo.

3.7.- Potasio: Se determinó por solución extractora Olsen Modificado y con espectrofotómetro de absorción atómica.

3.8.- Calcio: Se determinó por medio de cloruro de potasio como solución extractora 1 N y se midió por espectrofotómetro de absorción atómica.

3.9.- Magnesio: Por medio de cloruro de potasio (KCL) 1 N como solución extractora y determinado por espectrofotómetro de absorción atómica.

Anexo 4.- Actividades del proceso metodológico.

ACTIVIDADES	DESCRIPCION	TIEMPO DE EJECUCION
a- Pre-campo a.1 Recopilación de información básica.	+Recopilación de informes y mapas de estudios anteriores relacionados con el Municipio tales como Suelos, Clima, Zonas de vida, Geomorfología, Topografía, Hidrología.	30 días.
a.2 Fotointerpretación.	*Interpretación de los diferentes elementos de las fotografías aéreas. *Preparación de mapas de fotointerpretación con unidades Geomorfológicas, Uso actual de la Tierra, Hidrología, Suelos, Pendientes.	15 días
b- Trabajo de Campo.	*Trazado de transeptos de estudio del Area. *Comprobación de unidades de fotointerpretación. *Chequeo de campo mediante observaciones detalladas con perfiles y barrenadas en los suelos del área. *Evaluación Forestal. *Comprobación del uso de la Tierra. *Descripción de perfiles representativos y recolección de muestras de suelos.	20 días
c- Trabajo de Pos-Campo.	*Corrección de mapas bases Geomorfológicos, Hidrológicos, Forestal, Uso actual de la Tierra. *Primer borrador de Mapas de Uso Potencial y Zonificación Agroclimáticos. *Revisión de primer informe borrador. *Revisión de mapas e integración de nuevos elementos.	60 días
	*Edición de Mapas de Geomorfología, Hidrología, Uso Actual de la Tierra, Areas Forestales, Uso Potencial, Zonificación Agroclimática. *Edición y Presentación de Informe Final.	30 días.

Anexo 5.-Metodologías para los cálculos del Recurso hídrico superficial.

Para investigar el recurso hídrico superficial se estudia la morfología de la cuenca , en la metodología para su estudio se utilizan una serie de fórmulas. La morfología de la cuenca se define por tres de parámetros: forma, relieve y red hidrográfica.

a.- Forma: Para el cálculo de la forma de la cuenca se utilizó la fórmula siguiente:

$$C_g = \frac{P}{2(3.1416 * A)^{0.5}}$$

Donde:

C_g = Coeficiente de Gravelius.

P = Perímetro de la cuenca en metros.

A = Superficie de la cuenca en km².

Cg	Forma
1.00 - 1.25	Redonda
1.25 - 1.50	Ovalada
1.50 - 1.75	Oblonga

b.- Relieve: Los parámetros mas utilizados para determinar el relieve son los siguientes:

Ib.- Alejamiento Medio de la Cuenca: Es un coeficiente que relaciona el curso de agua más largo con la superficie de la cuenca.

$$a = \frac{L}{A^{0.5}}$$

Donde:

a = Alejamiento medio de la cuenca.

L = Longitud del curso de agua más largo en km.

A = Superficie de la cuenca en km²

c.- Red Hidrográfica: Los parámetros donde fueron utilizadas fórmulas son los siguientes:

1c.- *Densidad de drenaje*:

$$D = \frac{L_i}{A}$$

Donde:

D = Densidad de drenaje.

L_i = Sumatoria de todos los tributarios.

A = Area de la cuenca en km².

2c.- *Pendiente Media de un Cauce*: Se calcula mediante la expresión:

$$S = \frac{H_{\text{máx}} - H_{\text{mín}}}{L} \cdot 100$$

Donde:

H_{max} = Altura máxima del cauce en metros.

H_{min} = Altura mínima en metros.

L = Longitud del cauce principal en metros.

Anexo 6.- Cuantificación de Hidrología Superficial

ESTACION: EL SAUCE

CALCULO DE PRECIPITACIONES MAXIMAS

p max	X-AVG		p max	N/M+1
80.8	-17.28	1	59.2	0.0385
119.4	2.84	2	68.6	0.0769
105.9	-10.66	3	71.1	0.1154
161.3	44.74	4	74.8	0.1538
84.8	-31.76	5	78.1	0.1923
99.1	-17.46	6	80.8	0.2308
111.8	-4.76	7	81.2	0.2692
71.1	-45.46	8	84.8	0.3077
68.6	-47.96	9	96.4	0.3462
146.4	29.84	10	99.1	0.3846
144.3	27.74	11	105.6	0.4231
174.8	58.24	12	105.9	0.4615
111.6	-4.96	13	110.1	0.5000
74.8	-41.76	14	111.6	0.5385
81.2	-35.36	15	111.8	0.5769
59.2	-57.36	16	119.4	0.6154
130.8	14.24	17	130.8	0.6538
78.1	-38.46	18	132.5	0.6923
133	16.44	19	133.0	0.7308
287.1	170.54	20	144.3	0.7692
132.5	15.94	21	145.3	0.8077
110.1	-6.46	22	146.4	0.8462
145.3	28.74	23	161.3	0.8846
96.4	-20.16	24	174.8	0.9231
105.6	-10.96	25	187.1	0.9615
				0.0000

MEDIA 116.56 6308.9
 DESVTIP 46.109 0.0023 COEFASIM

PARAMETROS GUMBEL	F(X)	T(ANOS)	Y	X(MM/24INT(MM/H)
ALFA = 35.951	0.5000	2.0	0.4	109.0 4.5
U = 95.809	0.8000	5.0	1.5	149.7 6.2
	0.9000	10.0	2.3	176.7 7.4
	0.9333	15.0	2.7	191.9 8.0
	0.9600	25.0	3.2	210.8 8.8
	0.9800	50.0	3.9	236.1 9.8
	0.9900	100.0	4.6	261.2 10.9

INTENSIDADES PARA DURACIONES MENORES DE 24 HORAS (mm/h)

T (años)	24H	12H	6H	5H	4H	3H	2H	1H	0.5H
2.0	4.5	7.7	12.8	14.6	17.2	21.2	28.5	47.2	78.3
5.0	6.2	10.6	17.5	20.0	23.6	29.1	39.1	64.9	107.6
10.0	7.4	12.5	20.7	23.7	27.8	34.3	46.2	76.6	127.0
15.0	8.0	13.6	22.5	25.7	30.2	37.3	50.1	83.2	138.0
25.0	8.8	14.9	24.7	28.2	33.2	41.0	55.1	91.3	151.5
50.0	9.8	16.7	27.7	31.6	37.2	45.9	61.7	102.3	169.7
100.0	10.9	18.4	30.6	35.0	41.1	50.8	68.2	113.2	187.7

PRECIPITACIONES TOTALES PARA DISTINTAS DURACIONES(mm)

T (años)	24H	12H	6H	5H	4H	3H	2H	1H	0.5H
2.0	109.0	92.4	76.6	72.9	68.7	63.5	56.9	47.2	39.2
5.0	149.7	126.9	105.3	100.2	94.3	87.3	78.2	64.9	53.8
10.0	176.7	149.8	124.2	118.3	111.3	103.0	92.3	76.6	63.5
15.0	191.9	162.7	134.9	128.4	120.9	111.9	100.3	83.2	69.0
25.0	210.8	178.7	148.2	141.1	132.8	122.9	110.1	91.3	75.8
50.0	236.1	200.1	166.0	158.0	148.7	137.6	123.4	102.3	84.8
100.0	261.2	221.4	183.6	174.8	164.6	152.3	136.5	113.2	93.9

AGUACEROS DE CALCULO

Precipitación acumulada para distintos periodos de retorno (mm)
Duración del aguacero (h)

T(años)	1	2	3	4	5	6
2	4.3	10.9	58.1	67.8	72.9	76.6
5	5.9	14.9	79.8	93.1	100.2	105.3
10	6.9	17.6	94.2	109.9	118.3	124.2
15	7.5	19.1	102.3	119.4	128.4	134.9
25	8.2	21.0	112.3	131.1	141.1	148.2
50	9.2	23.5	125.8	146.9	158.0	166.0
100	10.2	26.0	139.2	162.5	174.8	183.6

Precipitación en cada intervalo para distintos periodos de
 retorno (mm)

T(años)	Duración del aguacero (h)					
	1	2	3	4	5	6
2	4.3	6.6	47.2	9.7	5.1	3.7
5	5.9	9.1	64.9	13.4	7.1	5.1
10	6.9	10.7	76.6	15.8	8.3	6.0
15	7.5	11.6	83.2	17.1	9.0	6.5
25	8.2	12.7	91.3	18.8	9.9	7.1
50	9.2	14.3	102.3	21.1	11.1	8.0
100	10.2	15.8	113.2	23.3	12.3	8.8

Anexo 6.1.- Cálculos de los Hidrogramas Unitarios de las microcuencas

Microcuenca: LOS LIMONES

Sup =	113.81 km ²	Dur HU =	1 h
Long c. =	25250 m		
Pend =	0.033 m/m		
Tc =	3.04 h	Tl =	1.82 h
Tp =	2.32 h		
Tb =	11.62 h		
Op =	10 m ³ /s		

HIDROGRAMA UNITARIO 1 mm

t/Tp	q/Op	t(h)	q(m ³ /s)
0	0	0.00	0.0
0.2	0.1	0.46	1.0
0.4	0.31	0.93	3.2
0.6	0.66	1.39	6.9
0.8	0.93	1.86	9.7
1	1	2.32	10.4
1.2	0.93	2.79	9.7
1.4	0.78	3.25	8.1
1.6	0.56	3.72	5.8
1.8	0.39	4.18	4.0
2	0.28	4.65	2.9
2.2	0.207	5.11	2.1
2.4	0.147	5.58	1.5
2.6	0.107	6.04	1.1
2.8	0.077	6.51	0.8
3	0.055	6.97	0.6
3.2	0.04	7.44	0.4
3.4	0.029	7.90	0.3
3.6	0.021	8.37	0.2
3.8	0.015	8.83	0.2
4	0.011	9.30	0.1
4.2	0.01	9.76	0.1
4.4	0.007	10.23	0.1
4.6	0.003	10.69	0.0
4.8	0.0015	11.16	0.0
5	0	11.62	0.0

Microcuenca: LA PALMA

Sup =	46.6 km ²	Dur HU =	1 h
Long c. =	15250 m		
Pend =	0.023 m/m		
Tc =	2.37 h	T1 =	1.42 h
Tp =	1.92 h		
Tb =	9.61 h		
Qp =	5 m ³ /s		

HIDROGRAMA UNITARIO 1 mm

t/Tp	q/Qp	t(h)	q(m ³ /s)
0	0	0.00	0.0
0.2	0.1	0.38	0.5
0.4	0.31	0.77	1.6
0.6	0.66	1.15	3.4
0.8	0.93	1.54	4.8
1	1	1.92	5.1
1.2	0.93	2.31	4.8
1.4	0.78	2.69	4.0
1.6	0.56	3.08	2.9
1.8	0.39	3.46	2.0
2	0.28	3.84	1.4
2.2	0.207	4.23	1.1
2.4	0.147	4.61	0.8
2.6	0.107	5.00	0.6
2.8	0.077	5.38	0.4
3	0.055	5.77	0.3
3.2	0.04	6.15	0.2
3.4	0.029	6.53	0.1
3.6	0.021	6.92	0.1
3.8	0.015	7.30	0.1
4	0.011	7.69	0.1
4.2	0.01	8.07	0.1
4.4	0.007	8.46	0.0
4.6	0.003	8.84	0.0
4.8	0.0015	9.23	0.0
5	0	9.61	0.0

Anexo 6.2.- Cálculo de Caudales Máximos

Convolución de hidrogramas

Microcuenca: LA PALMA

Precipitación neta

Incrementos de P (mm)

Duración del aguacero (h)

T(años)	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
5.00	0.00	0.00	0.05	0.49	0.46	0.41
10.00	0.00	0.00	0.60	1.24	0.90	0.74
15.00	0.00	0.00	1.16	1.72	1.18	0.95
25.00	0.00	0.00	2.10	2.36	1.55	1.23
50.00	0.00	0.00	3.72	3.30	2.08	1.62
100.00	0.00	0.00	5.73	4.29	2.64	2.04

PERIODO DE RETORNO T= 5 ANOS

t (h)	HU(m ³ /s)	HU*0.5	HU*0.5	HU*0.4	SUMA
0.00	0.00	0.00			4.29
0.50	0.50	0.24			0.24
1.00	1.60	0.78	0.00		0.78
1.50	3.40	1.66	0.23		1.89
2.00	4.80	2.34	0.73	0.00	3.07
2.50	5.10	2.49	1.55	0.20	4.24
3.00	4.80	2.34	2.19	0.65	5.18
3.50	4.00	1.95	2.33	1.38	5.66
4.00	2.90	1.41	2.19	1.95	5.55
4.50	2.00	0.97	1.82	2.07	4.87
5.00	1.40	0.68	1.32	1.95	3.96
5.50	1.10	0.54	0.91	1.63	3.07
6.00	0.80	0.39	0.64	1.18	2.21
6.50	0.60	0.29	0.50	0.81	1.61
7.00	0.40	0.19	0.36	0.57	1.13
7.50	0.30		0.27	0.45	0.72
8.00	0.20		0.18	0.33	0.51
8.50	0.10			0.24	0.24
9.00	0.10			0.16	0.16

Q MAX = 5.66 m³/s

PERIODO DE RETORNO T= 10 ANOS

t (h)	HU(m3/s)	HU*0.6	HU*1.2	HU*0.9	HU*0.7	SUMA
0.00	0.00	0.00				0.00
0.50	0.50	0.30				0.30
1.00	1.60	0.96	0.00			0.96
1.50	3.40	2.04	0.62			2.66
2.00	4.80	2.88	1.99	0.00		4.86
2.50	5.10	3.06	4.22	0.45		7.73
3.00	4.80	2.88	5.96	1.44	0.00	10.28
3.50	4.00	2.40	6.34	3.06	0.37	12.17
4.00	2.90	1.74	5.96	4.32	1.19	13.21
4.50	2.00	1.20	4.97	4.59	2.53	13.29
5.00	1.40	0.84	3.60	4.32	3.57	12.33
5.50	1.10	0.66	2.49	3.60	3.79	10.54
6.00	0.80	0.48	1.74	2.61	3.57	8.40
6.50	0.60	0.36	1.37	1.80	2.97	6.50
7.00	0.40	0.24	0.99	1.26	2.15	4.65
7.50	0.30		0.75	0.99	1.49	3.22
8.00	0.20		0.50	0.72	1.04	2.26
8.50	0.10		0.37	0.54	0.82	1.73
9.00	0.10			0.36	0.59	0.95
9.50	0.10			0.27	0.45	0.72
10.00	0.10				0.30	0.30

Q MAX = 13.29 m3/s

PERIODO DE RETORNO T= 15 ANOS

t (h)	HU(m3/s)	HU*1.2	HU*1.7	HU*1.2	HU*1	SUMA
0.00	0.00	0.00				0.00
0.50	0.50	0.58				0.58
1.00	1.60	1.86	0.00			1.86
1.50	3.40	3.96	0.86			4.82
2.00	4.80	5.59	2.76	0.00		8.34
2.50	5.10	5.93	5.86	0.59		12.38
3.00	4.80	5.59	8.27	1.89	0.00	15.74
3.50	4.00	4.65	8.79	4.01	0.48	17.93
4.00	2.90	3.37	8.27	5.66	1.52	18.83
4.50	2.00	2.33	6.89	6.02	3.24	18.47
5.00	1.40	1.63	5.00	5.66	4.57	16.86
5.50	1.10	1.28	3.45	4.72	4.86	14.30
6.00	0.80	0.93	2.41	3.42	4.57	11.33
6.50	0.60	0.70	1.89	2.36	3.81	8.76
7.00	0.40	0.47	1.38	1.65	2.76	6.26
7.50	0.30		1.03	1.30	1.90	4.24
8.00	0.20		0.69	0.94	1.33	2.97
8.50	0.10			0.71	1.05	1.76
9.00	0.10			0.47	0.76	1.23
9.50	0.10				0.57	0.57
10.00	0.10				0.38	0.38

Q MAX = 18.83 m3/s

PERIODO DE RETORNO T= 25 ANOS

t (h)	HU(m3/s)	HU*2.1	HU*2.4	HU*1.5	HU*1.2	SUMA
0.00	0.00	0.00				0.00
0.50	0.50	1.05				1.05
1.00	1.60	3.36	0.00			3.36
1.50	3.40	7.13	1.18			8.31
2.00	4.80	10.07	3.78	0.00		13.85
2.50	5.10	10.70	8.04	0.77		19.51
3.00	4.80	10.07	11.35	2.48	0.00	23.89
3.50	4.00	8.39	12.06	5.27	0.61	26.33
4.00	2.90	6.08	11.35	7.43	1.96	26.83
4.50	2.00	4.19	9.46	7.90	4.18	25.73
5.00	1.40	2.94	6.86	7.43	5.89	23.12
5.50	1.10	2.31	4.73	6.19	6.26	19.49
6.00	0.80	1.68	3.31	4.49	5.89	15.37
6.50	0.60	1.26	2.60	3.10	4.91	11.87
7.00	0.40	0.84	1.89	2.17	3.56	8.46
7.50	0.30		1.42	1.70	2.46	5.58
8.00	0.20		0.95	1.24	1.72	3.90
8.50	0.10			0.93	1.35	2.28
9.00	0.10			0.62	0.98	1.60
9.50	0.10				0.74	0.74
10.00	0.10				0.49	0.49

Q MAX = 26.83 m3/s

PERIODO DE RETORNO T= 50 ANOS

t (h)	HU(m3/s)	HU*3.7	HU*3.3	HU*2.1	HU*1.6	SUMA
0.00	0.00	0.00				0.00
0.50	0.50	1.86				1.86
1.00	1.60	5.96	0.00			5.96
1.50	3.40	12.66	1.18			13.84
2.00	4.80	17.87	3.78	0.00		21.65
2.50	5.10	18.99	8.04	1.04		28.07
3.00	4.80	17.87	11.35	3.33	0.00	32.55
3.50	4.00	14.89	12.06	7.07	0.81	34.83
4.00	2.90	10.80	11.35	9.98	2.60	34.72
4.50	2.00	7.45	9.46	10.60	5.52	33.02
5.00	1.40	5.21	6.86	9.98	7.79	29.84
5.50	1.10	4.10	4.73	8.32	8.27	25.41
6.00	0.80	2.98	3.31	6.03	7.79	20.11
6.50	0.60	2.23	2.60	4.16	6.49	15.48
7.00	0.40	1.49	1.89	2.91	4.71	11.00
7.50	0.30	1.12	1.42	2.29	3.24	8.07
8.00	0.20	0.74	0.95	1.66	2.27	5.62
8.50	0.10			1.25	1.78	3.03
9.00	0.10			0.83	1.30	2.13
9.50	0.10			0.62	0.97	1.60
10.00	0.10				0.65	0.65

Q MAX = 34.83 m3/s

PERIODO DE RETORNO T= 100 ANOS

t (h)	HU(m3/s)	HU*5.7	HU*4.3	HU*2.6	HU*2.0	SUMA
0.00	0.00	0.00				0.00
0.50	0.50	2.86				2.86
1.00	1.60	9.16	0.00			9.16
1.50	3.40	19.47	2.14			21.61
2.00	4.80	27.48	6.86	0.00		34.35
2.50	5.10	29.20	14.58	1.32		45.10
3.00	4.80	27.48	20.59	4.22	0.00	52.30
3.50	4.00	22.90	21.88	8.97	1.02	54.77
4.00	2.90	16.60	20.59	12.67	3.26	53.12
4.50	2.00	11.45	17.16	13.46	6.93	49.00
5.00	1.40	8.02	12.44	12.67	9.78	42.90
5.50	1.10	6.30	8.58	10.56	10.39	35.83
6.00	0.80	4.58	6.01	7.65	9.78	28.02
6.50	0.60	3.44	4.72	5.28	8.15	21.58
7.00	0.40	2.29	3.43	3.70	5.91	15.33
7.50	0.30		2.57	2.90	4.07	9.55
8.00	0.20		1.72	2.11	2.85	6.68
8.50	0.10			1.58	2.24	3.82
9.00	0.10			1.06	1.63	2.69
9.50	0.10				1.22	1.22
10.00	0.10				0.81	0.81

Q MAX = 54.77 m3/s

Convolución de hidrogramas

Microcuenca: LOS LIMONES

Precipitación neta

Incrementos de P (mm)

Duración del aguacero (h)

T(años)	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
5.00	0.00	0.00	0.05	0.49	0.46	0.41
10.00	0.00	0.00	0.60	1.24	0.90	0.74
15.00	0.00	0.00	1.16	1.72	1.18	0.95
25.00	0.00	0.00	2.10	2.36	1.55	1.23
50.00	0.00	0.00	3.72	3.30	2.08	1.62
100.00	0.00	0.00	5.73	4.29	2.64	2.04

PERIODO DE RETORNO T= 5 ANOS

t (h)	HU(m3/s)	HU*0.5	HU*0.5	HU*0.4	SUMA
0.00	0.00	0.00			4.29
0.50	1.00	0.49			0.49
1.00	3.20	1.56	0.00		1.56
1.50	6.90	3.36	0.46		3.82
2.00	9.70	4.73	1.46	0.00	6.19
2.50	10.40	5.07	3.15	0.41	8.62
3.00	9.70	4.73	4.42	1.30	10.45
3.50	8.10	3.95	4.74	2.80	11.50
4.00	5.80	2.83	4.42	3.94	11.19
4.50	4.00	1.95	3.69	4.23	9.87
5.00	2.90	1.41	2.65	3.94	8.00
5.50	2.10	1.02	1.82	3.29	6.14
6.00	1.50	0.73	1.32	2.36	4.41
6.50	1.10	0.54	0.96	1.63	3.12
7.00	0.80	0.39	0.68	1.18	2.25
7.50	0.60		0.50	0.85	1.35
8.00	0.40		0.36	0.61	0.97
8.50	0.30			0.45	0.45
9.00	0.20			0.33	0.33

Q MAX = 11.50 m3/s

PERIODO DE RETORNO T= 10 ANOS

t (h)	HU(m3/s)	HU*0.6	HU*1.2	HU*0.9	HU*0.7	SUMA
0.00	0.00	0.00				0.00
0.50	1.00	0.60				0.60
1.00	3.20	1.92	0.00			1.92
1.50	6.90	4.13	1.24			5.38
2.00	9.70	5.81	3.98	0.00		9.79
2.50	10.40	6.23	8.57	0.90		15.70
3.00	9.70	5.81	12.05	2.88	0.00	20.75
3.50	8.10	4.85	12.92	6.22	0.74	24.73
4.00	5.80	3.47	12.05	8.74	2.38	26.64
4.50	4.00	2.40	10.06	9.37	5.13	26.96
5.00	2.90	1.74	7.21	8.74	7.20	24.89
5.50	2.10	1.26	4.97	7.30	7.72	21.25
6.00	1.50	0.90	3.60	5.23	7.20	16.93
6.50	1.10	0.66	2.61	3.60	6.02	12.89
7.00	0.80	0.48	1.86	2.61	4.31	9.26
7.50	0.60		1.37	1.89	2.97	6.23
8.00	0.40		0.99	1.35	2.15	4.50
8.50	0.30		0.75	0.99	1.56	3.30
9.00	0.20			0.72	1.11	1.83
9.50	0.10			0.54	0.82	1.36
10.00	0.10				0.59	0.59

Q MAX = 26.96 m3/s

PERIODO DE RETORNO T= 15 ANOS

t (h)	HU(m3/s)	HU*1.2	HU*1.7	HU*1.2	HU*1	SUMA
0.00	0.00	0.00				0.00
0.50	1.00	1.16				1.16
1.00	3.20	3.72	0.00			3.72
1.50	6.90	8.03	1.72			9.75
2.00	9.70	11.29	5.51	0.00		16.80
2.50	10.40	12.10	11.89	1.18		25.17
3.00	9.70	11.29	16.71	3.77	0.00	31.77
3.50	8.10	9.43	17.91	8.14	0.95	36.43
4.00	5.80	6.75	16.71	11.44	3.05	37.95
4.50	4.00	4.65	13.95	12.27	6.57	37.44
5.00	2.90	3.37	9.99	11.44	9.24	34.04
5.50	2.10	2.44	6.89	9.55	9.90	28.79
6.00	1.50	1.75	5.00	6.84	9.24	22.82
6.50	1.10	1.28	3.62	4.72	7.71	17.33
7.00	0.80	0.93	2.58	3.42	5.52	12.46
7.50	0.60		1.89	2.48	3.81	8.18
8.00	0.40		1.38	1.77	2.76	5.91
8.50	0.30			1.30	2.00	3.30
9.00	0.20			0.94	1.43	2.37
9.50	0.10				1.05	1.05
10.00	0.10				0.76	0.76

Q MAX = 37.95 m3/s

PERIODO DE RETORNO T= 25 ANOS

t (h)	HU(m ³ /s)	HU*2.1	HU*2.4	HU*1.5	HU*1.2	SUMA
0.00	0.00	0.00				0.00
0.50	1.00	2.10				2.10
1.00	3.20	6.71	0.00			6.71
1.50	6.90	14.47	2.36			16.83
2.00	9.70	20.34	7.57	0.00		27.91
2.50	10.40	21.81	16.31	1.55		39.67
3.00	9.70	20.34	22.94	4.96	0.00	48.23
3.50	8.10	16.99	24.59	10.69	1.23	53.49
4.00	5.80	12.16	22.94	15.02	3.93	54.05
4.50	4.00	8.39	19.15	16.11	8.47	52.12
5.00	2.90	6.08	13.71	15.02	11.91	46.73
5.50	2.10	4.40	9.46	12.54	12.77	39.18
6.00	1.50	3.15	6.86	8.98	11.91	30.90
6.50	1.10	2.31	4.97	6.19	9.95	23.41
7.00	0.80	1.68	3.55	4.49	7.12	16.84
7.50	0.60		2.60	3.25	4.91	10.77
8.00	0.40		1.89	2.32	3.56	7.78
8.50	0.30			1.70	2.58	4.28
9.00	0.20			1.24	1.84	3.08
9.50	0.10				1.35	1.35
10.00	0.10				0.98	0.98

Q MAX = 54.05 m³/s

PERIODO DE RETORNO T= 50 ANOS

t (h)	HU(m ³ /s)	HU*3.7	HU*3.3	HU*2.1	HU*1.6	SUMA
0.00	0.00	0.00				0.00
0.50	1.00	3.72				3.72
1.00	3.20	11.91	0.00			11.91
1.50	6.90	25.69	2.36			28.05
2.00	9.70	36.11	7.57	0.00		43.68
2.50	10.40	38.72	16.31	2.08		57.11
3.00	9.70	36.11	22.94	6.65	0.00	65.70
3.50	8.10	30.16	24.59	14.34	1.62	70.71
4.00	5.80	21.59	22.94	20.17	5.19	69.89
4.50	4.00	14.89	19.15	21.62	11.19	66.86
5.00	2.90	10.80	13.71	20.17	15.74	60.41
5.50	2.10	7.82	9.46	16.84	16.87	50.99
6.00	1.50	5.58	6.86	12.06	15.74	40.24
6.50	1.10	4.10	4.97	8.32	13.14	30.52
7.00	0.80	2.98	3.55	6.03	9.41	21.96
7.50	0.60	2.23	2.60	4.37	6.49	15.69
8.00	0.40	1.49	1.89	3.12	4.71	11.20
8.50	0.30			2.29	3.41	5.69
9.00	0.20			1.66	2.43	4.10
9.50	0.10			1.25	1.78	3.03
10.00	0.10				1.30	1.30

Q MAX = 70.71 m³/s

PERIODO DE RETORNO T= 100 ANOS

t (h)	HU(m3/s)	HU*5.7	HU*4.3	HU*2.6	HU*2.0	SUMA
0.00	0.00	0.00				0.00
0.50	1.00	5.73				5.73
1.00	3.20	18.32	0.00			18.32
1.50	6.90	39.51	4.29			43.80
2.00	9.70	55.54	13.73	0.00		69.26
2.50	10.40	59.54	29.60	2.64		91.78
3.00	9.70	55.54	41.61	8.45	0.00	105.59
3.50	8.10	46.38	44.61	18.21	2.04	111.24
4.00	5.80	33.21	41.61	25.60	6.52	106.94
4.50	4.00	22.90	34.75	27.45	14.06	99.16
5.00	2.90	16.60	24.88	25.60	19.76	86.85
5.50	2.10	12.02	17.16	21.38	21.19	71.75
6.00	1.50	8.59	12.44	15.31	19.76	56.10
6.50	1.10	6.30	9.01	10.56	16.50	42.37
7.00	0.80	4.58	6.43	7.65	11.82	30.49
7.50	0.60		4.72	5.54	8.15	18.41
8.00	0.40		3.43	3.96	5.91	13.30
8.50	0.30			2.90	4.28	7.18
9.00	0.20			2.11	3.06	5.17
9.50	0.10				2.24	2.24
10.00	0.10				1.63	1.63

Q MAX = 111.24 m3/s

Anexo 6.3.- Cálculo de escorrentías diarias reales.

Subcuenca: EL PORTILLO

Superficie: 382.67 km²

Hum.Ant.	NC	S' (mm)	0.2 S' (mm)
I	62.0	155.7	31.1
II	79.0	67.5	13.5
III	93.0	19.1	3.8

1963 ESCORRENTIA TOTAL = 338.0513 mm = 129362102.8 m³

Fecha	Hum.Ant.	S' (mm)	P(mm)	R(mm)
9 ABR	II	67.5	20.3	0.6
12 ABR	III	19.1	22.9	9.5
2-JUN	III	19.1	10.2	1.6
9 JUN	III	19.1	59.7	41.6
19 JUL	II	67.5	35.6	5.5
9 AGOS	III	19.1	50.8	33.4
3 SEP	II	67.5	29.2	3.0
6 SEP	III	19.1	40.6	24.2
19 SEP	III	19.1	76.2	57.3
25 SEP	III	19.1	50.8	33.4
8 OCT	III	19.1	34.3	18.7
9 OCT	III	19.1	66	47.6
10 NOV	III	19.1	80.8	61.7

1966 ESCORRENTIA TOTAL = 948.8 mm = 363070597.8 m³

Fecha	Hum.Ant.	S' (mm)	P(mm)	R(mm)
6-may	I	19.1	48.3	31.1
9-may	III	19.1	67.3	48.8
12-may	III	19.1	45.7	28.8
19-may	I	155.7	55.9	3.4
28-may	III	19.1	54.6	36.9
31-may	III	19.1	49.5	32.2
1-jun	III	19.1	161.3	140.4
4-jun	III	19.1	83.8	64.5
6-jun	III	19.1	45.7	28.8
20-jun	III	19.1	35.6	19.8
26-jun	III	19.1	73.9	55.1
27-jun	III	19.1	99.1	79.4
9-jul	III	19.1	38.1	22.0
10-jul	III	19.1	91.4	71.9
29-jul	III	19.1	38.9	22.7
8-sep	III	19.1	35.6	19.9
17-sep	III	19.1	48.8	31.6
25-sep	III	19.1	108.8	88.8
3-oct	III	19.1	58.4	40.4
5-oct	III	19.1	71.1	52.4
18-oct	III	19.1	47.0	29.9

1972 ESCORRENTIA TOTAL = 36.4 mm = 13931234.28 m3

Fecha	Hum.Ant.	S' (mm)	P(mm)	R(mm)
15-may	III	19.1	23.8	10.2
22-may	II	67.5	20.0	0.6
20-jun	II	67.5	66.0	23.0
21-jul	II	67.5	19.1	0.4
3-oct	I	155.7	24.1	0.3
15-oct	II	67.5	25.8	1.9

CALCULO DE ESCORRENTIAS DIARIAS REALES

Microcuenca: La Palma

Superficie: 46.6 km²

Hum.Ant.	NC	S' (mm)	0.2 S' (mm)
I	60.0	169.3	33.9
II	77.0	75.9	15.2
III	92.0	22.1	4.4

1963 ESCORRENTIA TOTAL = 309.5 mm = 14425028.69 m³

Fecha	Hum.Ant.	S' (mm)	P(mm)	R(mm)
12-abr	III	22.1	22.9	8.4
1-jun	II	75.9	31.8	3.0
9-jun	III	22.1	59.7	39.5
13-jun	II	75.9	36.8	4.8
7-jul	II	75.9	27.9	1.8
19-jul	II	75.9	35.6	4.3
9-agos	III	22.1	50.8	31.4
5-sep	III	22.1	40.6	22.5
19-sep	III	22.1	76.2	54.9
25-sep	III	22.1	50.8	31.4
9-oct	III	22.1	66	45.3
28-oct	II	75.9	31.8	3.0
10-nov	III	22.1	80.8	59.2

1966 ESCORRENTIA TOTAL = 738.7 mm = 34424220.66 m³

Fecha	Hum.Ant.	S' (mm)	P(mm)	R(mm)
6-may	I	169.3	48.3	1.1
12-may	III	22.1	45.7	26.9
19-may	I	169.3	55.9	2.5
28-may	III	22.1	54.6	34.8
31-may	III	22.1	49.5	30.3
1-jun	III	22.1	161.3	137.5
4-jun	III	22.1	83.8	62.1
10-jun	III	22.1	41.9	23.6
27-jun	III	22.1	99.1	76.8
1-jul	III	22.1	41.1	22.9
10-jul	III	22.1	91.4	69.4
29-jul	III	22.1	38.9	21.0
8-agos	II	75.9	27.9	1.8
8-sep	III	22.1	35.6	18.2
15-sep	III	22.1	43.8	25.2
25-sep	III	22.1	108.0	85.4
30-sep	III	22.1	38.9	21.0
5-oct	III	22.1	71.1	50.1
18-oct	III	22.1	47.0	28.0

1972 ESCORRENTIA TOTAL = 55.7 mm = 2594450.955 m³

Fecha	Hum.Ant.	S' (mm)	P(mm)	R(mm)
15-may	III	22.1	23.8	9.1
24-may	III	22.1	34.6	17.4
20-jun	II	75.9	66.0	20.4
21-jul	II	75.9	19.1	0.2
15-oct	II	75.9	25.8	1.3
19-oct	III	22.1	21.3	7.3

CALCULO DE ESCORRENTIAS DIARIAS REALES

Microcuenca: Los Limones Superficie: 113.8 km²

Hum.Ant.	NC	S' (mm)	0.2 S' (mm)
I	66.0	130.8	26.2
II	84.0	48.4	9.7
III	95.0	13.4	2.7

1963 ESCORRENTIA TOTAL = 341.7 mm = 38885774.36 m³

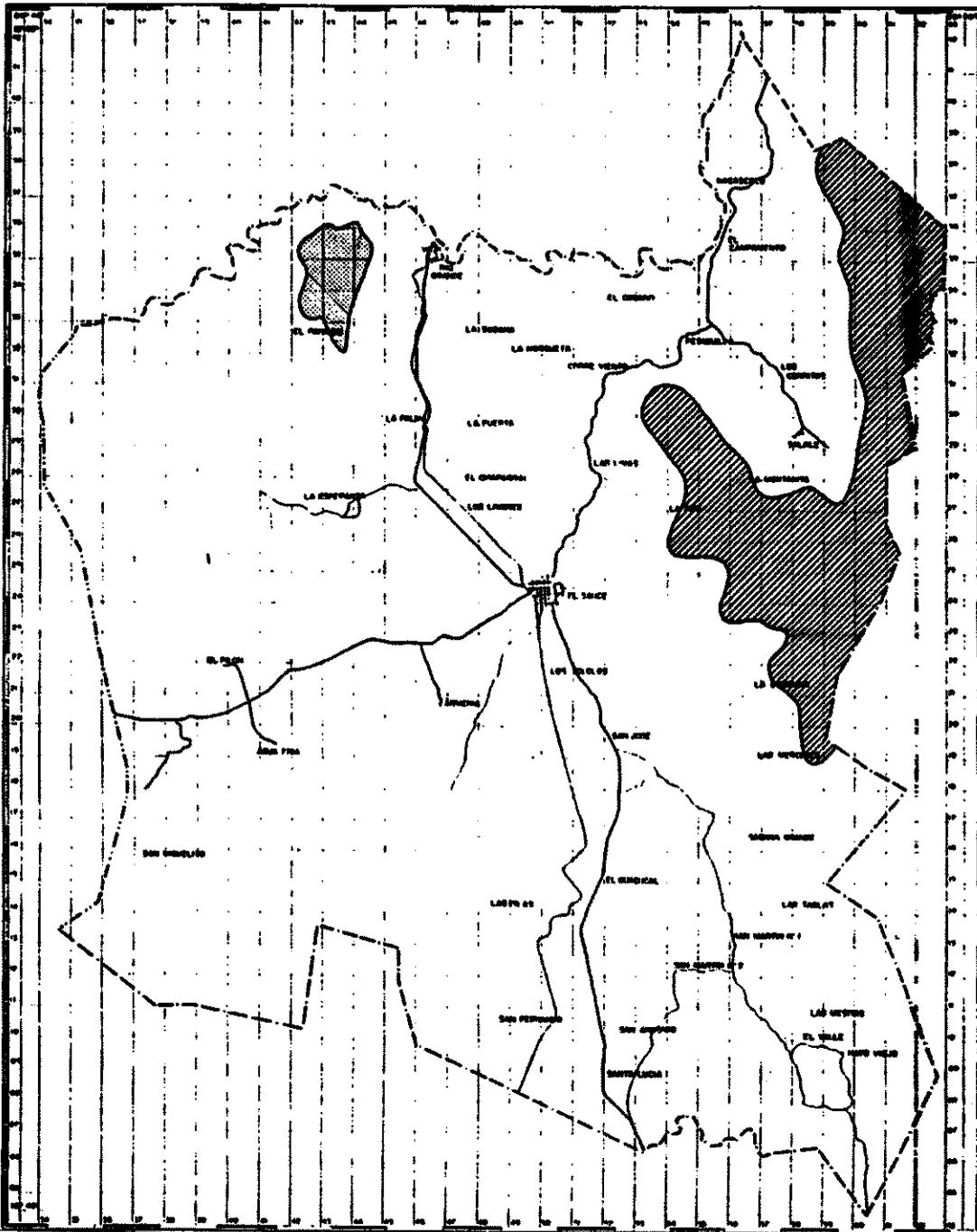
Fecha	Hum.Ant.	S' (mm)	P(mm)	R(mm)
12-abr	III	13.4	22.9	12.2
1-jun	I	130.8	31.8	0.2
9-jun	III	13.4	59.7	46.2
13-jun	II	48.4	36.8	9.7
27-jun	I	130.8	32.2	0.3
7-jul	II	48.4	27.9	5.0
19-jul	II	48.4	35.6	9.0
9-agos	III	13.4	50.8	37.6
2-sep	I	130.8	33	0.3
13-sep	I	130.8	31.8	0.2
19-sep	III	13.4	76.2	62.2
25-sep	III	13.4	50.8	37.6
7-oct	III	13.4	61	47.4
28-oct	II	48.4	31.8	6.9
10-nov	III	13.4	80.8	66.7

1966 ESCORRENTIA TOTAL = 856.3 mm = 97452798.04 m3

Fecha	Hum.Ant.	S' (mm)	P(mm)	R(mm)
5-may	I	130.8	48.3	3.2
9-may	III	13.4	67.3	53.5
19-may	I	130.8	55.9	5.5
28-may	III	13.4	54.6	41.3
1-jun	III	13.4	161.3	146.3
4-jun	III	13.4	83.8	69.6
10-jun	III	13.4	41.9	29.3
20-jun	II	48.4	35.6	9.0
27-jun	III	13.4	99.1	84.7
1-jul	III	13.4	41.1	28.5
10-jul	III	13.4	91.4	77.1
14-jul	III	13.4	25.4	14.3
28-jul	II	48.4	25.4	3.9
8-agos	II	48.4	27.9	5.0
8-sep	III	13.4	35.6	23.4
15-sep	III	13.4	43.9	31.1
25-sep	III	13.4	108.0	93.5
3-oct	III	13.4	58.4	44.9
5-oct	III	13.4	71.1	57.2
18-oct	III	13.4	47.0	34.1
24-oct	II	48.4	16.8	0.9

1972 ESCORRENTIA TOTAL = 137.4 mm = 15642022.46 m3

Fecha	Hum.Ant.	S' (mm)	P(mm)	R(mm)
15-may	III	13.4	23.8	12.9
22-may	III	13.4	34.6	22.5
20-jun	II	48.4	66.0	30.3
21-jul	II	48.4	19.1	1.5
26-jul	II	48.4	12.0	0.1
7-oct	II	48.4	17.0	1.0
'14-oct	I	130.8	36.1	0.7
19-oct	III	13.4	21.3	10.8
22-dic	I	130.8	146.4	57.6



LEYENDA

Forma de vida	Altitud	Pala mm	Tem °C	
□	0-7	0-600	1800-1900	27-29
▨	0-3	600-900	1200-1600	22-25
▩	0-7 0-1	300-600	1000-2000	25-27

1 0 3 0 1 2 3 4 5 km

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
ESCUELA DE INGENIERIA Y AGROPECUARIO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

**MAPA DE
ZONAS DE VIDA**

INGENIERO: ING. INF. GHERDA BARRETO CAJAMA
C. ZELAYA E ACUNA I RODRIGUEZ
ABOGLADO: ABDEL GARCIA
Escala: 1:50,000

EL SAUCE
ALCALDIA EL SAUCE
700 Mts
24 - JUNIO - 88