

Identificación de los principales tipos de
suelos en el municipio de La Laguna

Identification of the main soil's types in the
municipality of La Laguna



TRABAJO DE FIN DE GRADO

Cristian Cruz Díaz

Tutorizado por Antonio Rodríguez Rodríguez y Carmen Dolores Arbelo
Rodríguez

Junio de 2017

ÍNDICE:

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	1
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVOS.....	5
MATERIAL Y MÉTODOS	6
Realización de los mapas	6
<i>Mapa de vegetación</i>	6
<i>Mapa geológico</i>	6
<i>Mapa de pendientes</i>	7
<i>Mapa climático</i>	7
Superposición de los mapas	7
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
La vegetación	9
La geología y el tiempo	10
La topografía y el relieve.....	11
El clima	12
Mapa de combinación de factores	14
Zona 1.....	14
Zona 2.....	15
Zona 3.....	16
Zona 4.....	18
Elaboración del mapa de suelos	20
Antrosoles.....	21
Leptsoles.....	21
Vertisoles.....	22
Andosoles	23
Ferralsoles	24
Umbrisoles.....	25
Luvisoles	26
Cambisoles.....	27
CONCLUSIONES	28
CONCLUSIONS	28
BIBLIOGRAFÍA.....	30

RESUMEN

Para la preservación y conservación de los suelos con mayor calidad agrícola y aquellos con mayor valor ambiental y paisajístico del municipio se ha realizado un estudio en forma cartográfica de la distribución de los diferentes tipos de suelos existentes. Para ello se analizó la vegetación, la geología y edad del material de origen, la topografía y el relieve y el clima, también en formato cartográfico. Una vez hechos los cuatro mapas correspondientes para cada factor de formación se realizó un mapa de combinación de dichos factores. Para facilitar su interpretación, el mapa se dividió en cuatro zonas, las cuales se corresponden con las cuatro grandes zonas ambientales que se pueden distinguir en el municipio de La Laguna. En dichas zonas, se procedió a extraer unidades que tenían las mismas características comunes, sustituyendo éstas últimas, por los tipos de suelos o asociaciones de los mismos que les corresponde y con todo ellos se elaboró el mapa final de suelos y asociaciones de suelos del municipio. Finalmente, se han cartografiado 11 unidades de leyenda y clasificado 8 Grupos de Suelos, a saber: Antrosoles, Leptosoles, Vertisoles, Andosoles, Ferralsoles, Umbrisoles, Luvisoles y Cambisoles, que normalmente aparecen en asociaciones complejas espacialmente.

ABSTRACT

For the preservation and conservation of the soils with the highest agricultural quality and those with the greatest environmental and landscape value of the municipality, it has been made a cartographic study of the distribution of the different types of existing soils. To do this, the vegetation, the geology and age of the source material, topography and relief and climate were analyzed, also in cartographic format. Once the four corresponding maps were made for each training factor, a combination map of these factors was made. To facilitate its interpretation, the map was divided into four zones, which correspond to the four large environmental zones that can be found in the municipality of La Laguna. In these areas, we proceeded to extract units that had the same common characteristics, replacing the last, by the types of soils or associations of the same that corresponds to them and with all of them we created the map of soils and soil associations of the municipality. Finally, 11 units of legend have been mapped and classified 8 Soil Groups: Anthrosols, Leptosols, Vertisols, Andosols, Ferralsols, Umbrisols, Luvisols and Cambisols, which usually appear in complex spatial associations.

INTRODUCCIÓN

En el municipio de La Laguna como en toda Canarias, los recursos del suelo son vitales y estratégicos para su desarrollo, en su doble sentido de factor productivo y de recurso ambiental.

La producción agrícola, cuyas bases fundamentales son el suelo y el agua, ha sido el sector donde tradicionalmente se ha sustentado el desarrollo del municipio. En consecuencia, el preservar los suelos de calidad agrícola para esta actividad, no es solo una manera de mejorar la productividad actual en este sector, sino también una necesidad estratégica ante las incertidumbres que se ciernen sobre otros sectores económicos.

Por otra parte, los suelos del municipio cumplen importantes funciones ambientales, como productores de biomasa, reguladores de la calidad de las aguas y de la atmósfera y base física y funcional de ecosistemas singulares que han hecho que gran parte del municipio haya sido declarado Reserva de la Biosfera, ante los notables servicios ecosistémicos que los suelos prestan. En gran medida los suelos son las bases del paisaje, uno de los recursos fundamentales donde se apoya el sector turístico, que se pretende potenciar basado principalmente en la calidad del paisaje y del territorio. Así, mantener la calidad ambiental de los suelos, es mantener la calidad de nuestro paisaje.

Tan solo por estos dos aspectos señalados, el suelo es un recurso que debemos conocer, entender su funcionamiento y sobre todo conservar para las generaciones futuras.

Debido a su origen volcánico, los materiales geológicos del municipio son relativamente uniformes en cuanto a composición. Sin embargo, desde el punto de vista de su influencia sobre las propiedades de los suelos que sobre ellos se desarrollan, es más importante la edad de estos materiales. En efecto, los materiales más antiguos del norte del municipio, que han estado sometidos durante mucho tiempo a la acción de los fenómenos climáticos y biológicos, han originado suelos profundos, fértiles y ricos en condiciones naturales, mientras que las rocas emitidas por fenómenos más recientes del volcanismo insular (Pleistoceno) se encuentran menos alteradas y los suelos son de menor espesor, pedregosos, pobres y de baja fertilidad. Finalmente, los sedimentos lacustres cuaternarios que han originado La Vega Lagunera, entre los relieves del macizo de Anaga y las formaciones basálticas pleistocénicas, que cerraron la cuenca por el suroeste, han originado suelos profundos de alta fertilidad y unos de los mejores suelos con potencialidad agrícola en Canarias.

Frente a la uniformidad relativa de los materiales geológicos, hay que destacar en La Laguna una extraordinaria variabilidad de mesoclimas. Los factores climáticos actúan sobre la formación y evolución del suelo, fundamentalmente a través de la temperatura y la humedad o agua de lluvia. La temperatura es bastante homogénea en todo el municipio, oscilando entre los 19°C de la zona costera de Bajamar-Valle Guerra y los 15-16°C de las zonas más altas del macizo de Anaga, y en consecuencia su influencia en la diferenciación de los suelos es mínima. No ocurre así con las precipitaciones, con importantes diferencias entre las zonas costeras (400-500 mm anuales), la planicie La Laguna-Los Rodeos (550-600 mm anuales) y las cumbres de Anaga (700-900 mm anuales).

La topografía y el relieve constituyen otro factor con una considerable importancia en la génesis de los suelos del municipio, sobre todo en la parte más accidentada del mismo, que coincide con el macizo de Anaga al Norte y con el área de Los Valles al Este, donde predominan los suelos lépticos y esqueléticos, que contrastan con los suelos profundos de las zonas de La Vega, de la planicie de Los Rodeos y de los lomos de la cordillera de Anaga.

La vegetación también está bien diferenciada en el municipio, predominando el tabaibal-cardonal en algunos valles y barrancos orientados al Norte del macizo de Anaga y otros orientados al Este en la zona de Los Valles, las comunidades nitrófilas de tuneras, piteras y magarzas, repartidas por todo el municipio, el área de Monteverde reducida al monte de Anaga, mientras que el resto de la superficie municipal, con los suelos más productivos, se encuentra ocupada por cultivos diversos y áreas ganaderas, en un territorio muy antropizado.

De la combinación y actuación conjunta de todos estos factores, surge la riqueza cualitativa y la relativa diversidad de los suelos de La Laguna.

En general, los suelos de La Laguna se encuentran en buen estado de conservación, si exceptuamos algunos enclaves en el entorno de la Mesa Mota y El Pulpito, con intensos procesos de erosión hídrica y eólica, debido a la práctica de motocross.

En cualquier planificación y ordenación territorial, es necesario tener en cuenta las características y posibilidades de uso de los suelos, para dedicar éstos a aquellas actividades que se adecuen más a sus capacidades o para las que presenten menor número de limitaciones. La adecuación de usos de los suelos es pues, una parte importante de la planificación en su concepción más actual y es además un factor esencial de conservación de los recursos edáficos.

Además, la identificación de las distintas tipologías de suelos, su distribución y principales características de los diferentes edafotaxas es muy útil para conocer la edafodiversidad y la riqueza edafológica natural de un territorio.

Por todo ello, los suelos como recurso ambiental importante han de constituir uno de los primeros factores a evaluar u ordenar en cualquier planeamiento territorial, máxime en un municipio como La Laguna tradicionalmente vertebrado a través de su sector primario y del sector turístico.

OBJETIVOS

Como se ha dicho anteriormente, una de las necesidades más urgentes del territorio del municipio de La Laguna es preservar y conservar sus suelos con mayor calidad agrícola y también conservar la calidad ambiental de aquellos suelos con mayor valor ecosistémico y paisajístico.

Pero es bien conocido que “para conservar, primero hay que conocer”, por lo que primeramente es necesario conocer los suelos del término municipal y entender su funcionamiento.

Es necesario conocer con relativa profundidad los factores ambientales que han contribuido a la formación y diferenciación de los suelos y a su distribución espacial y por lo tanto conocer las diferentes tipologías de los suelos del municipio, su diferenciación geográfica en el territorio y sus principales características, con el objetivo último de conocer la edafodiversidad y riqueza edafológica del territorio.

Es pues éste el principal objetivo de este trabajo, que se llevará a cabo en base a ciertos objetivos parciales:

- Conocer en detalle los principales factores ambientales de formación de los suelos de La Laguna: materiales geológicos y edad de los mismos, características mesoclimáticas, topografía y relieve y características de las diferentes formaciones vegetales.
- Conocer las principales características morfológicas y físicas de los principales suelos que existen en La Laguna y su distribución en el municipio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ante la carencia de un Sistema de Información Geográfica más adecuado como puede ser ArcInfo, se ha optado por realizar una cartografía de suelos y factores ambientales de formación de una manera “pseudomanual” utilizando el programa Autocad.

De acuerdo con los objetivos, se ha tratado primeramente de realizar una distribución de los principales factores de formación (vegetación, geología y tiempo, relieve y clima) en el municipio y posteriormente utilizando el programa Autocad, realizar una superposición de los cuatro mapas resultantes y obtener un mapa de combinación de factores de formación, que se transformó en un mapa de suelos, basado en el conocimiento experto y el recorrido de campo para comprobar la veracidad de la tipología de suelos establecida.

Realización de los mapas

La realización de los mapas de factores de formación se llevó a cabo utilizando los datos disponibles en GRAFCAN (<http://visor.grafcan.es/visorweb/> consultado en Enero de 2018), para el caso de los de vegetación, geología y tiempo y topografía y pendiente, mientras que para el de datos climáticos, se utilizaron los disponibles en Del Arco MJ et al. 2006.

Mapa de vegetación

Tras extraer del mapa de vegetación actual, disponible en Grafcan, el correspondiente a la zona Noreste de Tenerife, se procedió a delimitar el contorno del municipio de La Laguna con el programa autocad. Una vez realizado esto y ante la complejidad que significaba el mapa de Grafcan para los objetivos de este trabajo, se simplificó el mismo, hasta que se quedó en cuatro comunidades vegetales de mayor relevancia y las que ocupan una mayor extensión territorial.

Mapa geológico

Para el mapa geológico, se siguió el mismo procedimiento que para el de vegetación. Una vez simplificadas las pequeñas unidades de escasa significación, el mapa geológico quedó reducido a tres formaciones de alta representación y a dos edades o Series geológicas.

Mapa de pendientes

Siguiendo el mismo procedimiento que para los casos anteriores y según procedimientos usuales en Edafología (Guerra JA. 2009), se han considerado solamente dos grados de pendiente: pendientes fuertes (>50%) y pendientes suaves (<50%).

Mapa climático

Del artículo Del Arco MJ et al. 2006 se tomaron los datos de temperatura anual (máximas, mínimas y medias) y de precipitaciones medias anuales. Se seleccionaron dichos datos para un total de 10 estaciones meteorológicas situadas en diferentes puntos del municipio de La Laguna (Cuadro 1) y con ellos y siempre según Del Arco et al. 2006, se procedió a su agrupación en tres zonas climáticas diferentes.

	Nombre de la estación	T° media anual (°C)	T ^a máxima anual (°C)	T ^a mínima anual (°C)	Lluvia anual en mm
1	Valle Guerra - Pajalillos	19.6	20.4	13.3	357.5
2	Valle Guerra – Garimba	16.6	16.4	11	476.2
3	Valle Guerra – Isamar	18.3	18.5	13	437
4	Laguna – Tejina pico	19.1	19.3	13.3	383.9
5	Laguna - Instituto	16	15.7	8.8	522.2
6	Laguna - Guamasa	16.3	18.3	7.8	727.4
7	Anaga – Valle Jimenez	17.2	16.9	10.2	382.1
8	Anaga – Carboneras	16.2	15.7	9.8	696.7
9	Anaga - Mercedes	15.3	14.8	8.2	839.3
10	Rodeos Aeropuerto TFN	16	15.6	9.6	589.6

Cuadro 1: Tabla de datos climatológicos de las diferentes estaciones del municipio de La Laguna. Del Arco et al. 2006. Elaboración propia.

Superposición de los mapas

La superposición de los diferentes mapas de factores de formación se realizó por capas, utilizando el programa autocad y considerando cada uno de los cuatro mapas como una capa.

Como resultado, se ha obtenido un mapa de combinación de factores de formación, que posteriormente se transformará en un mapa de suelos. Para tratar de simplificar la interpretación de la complejidad que significa la combinación de cuatro factores de formación, se dividió el

mapa resultante en cuatro zonas principales, que *grosso modo* corresponden a las cuatro grandes zonas ambientales, que se pueden distinguir en el municipio de La Laguna.

La zona 1 corresponde a toda la zona costera del municipio (Valle Guerra, Tejina, Bajamar, Punta del Hidalgo) incluyendo una parte de Guamasa, con unas características climáticas y de vegetación particulares.

La zona 2 corresponde a toda la llanura central del municipio (La Vega, La Laguna, Los Rodeos, incluyendo Los Baldíos y Los Genetos), con unas particularidades geológicas y geomorfológicas muy marcadas.

La zona 3 corresponde a una de las de topografía más accidentada del municipio (Los Valles, Jardina, Las Mercedes) y finalmente la zona 4 se encuentra en la parte del macizo de Anaga que pertenece a este municipio e incluye la Cruz del Carmen, El Batán, Las Carboneras, Chinamada, etc., con una topografía, una geología y una vegetación muy particular y singular.

A cada una de estas zonas, le correspondieron diferentes unidades definidas por la combinación particular de una serie de factores y por tanto a un tipo o asociación de suelos. De esta manera las cuatro zonas vienen también definidas por unos suelos o asociaciones de los mismos, en muchos casos también muy particulares y singulares.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se ha indicado ya anteriormente, el primer objetivo del trabajo es el de obtener un conocimiento más o menos exhaustivo de los factores de formación de los suelos y en la medida de lo posible de su distribución espacial. Los resultados obtenidos han sido los siguientes para los diferentes factores.

La vegetación

El territorio que abarca la zona a estudiar correspondería a una vegetación potencial xérica de cardonales y tabaibales de la clase *Kleinio-Euphorbieteae canariensis*, a la de bosques termófilos de *Oleo-Rhamnetalia crenulatea* y a la arbórea húmeda forestal del monte verde de la clase *Pruno-Lauratea azoricae*.

En la actualidad, esta vegetación potencial se encuentra prácticamente desaparecida de la zona, quedando solamente unos cuantos testimonios relictos. El desalojo de esta vegetación podemos decir que comenzó a partir de la conquista de la isla y posterior asentamiento de sus nuevos pobladores. Hoy en día, además de algunos relictos de tabaibal-cardonal y de Monteverde, el resto está ocupado por matorrales y herbazales de sustitución (García Gallo A. 1997).

En este estudio se ha reducido las formaciones vegetales actuales a cuatro: relictos de Monteverde (*Myrico fayae-Ericetum arboreae*), que ocupan la zona norte del municipio en el Macizo de Anaga y constituyen una comunidad vegetal singular y de elevada biodiversidad (González González R et al. 2002), comunidad nitrófila futescente y tunerales-piteraales (*Artemisio thusculae-Rumicion lunariae facies de Opuntia spp.*), la cual ocupa la vertiente norte y noroeste del extremo septentrional del municipio, relictos de tabaibal-cardonal (*Periploco laevigatae-Euphorbietum canariensis*) ocupando algunos barrancos en la zona de Los Valles y también pequeños valles en la zona noroccidental del término municipal y áreas antrópicas de escasa vegetación, cultivos y áreas misceláneas, que se sitúan en toda la zona de alta construcción de La Laguna, que alternan con áreas cultivadas, explotaciones ganaderas, etc.

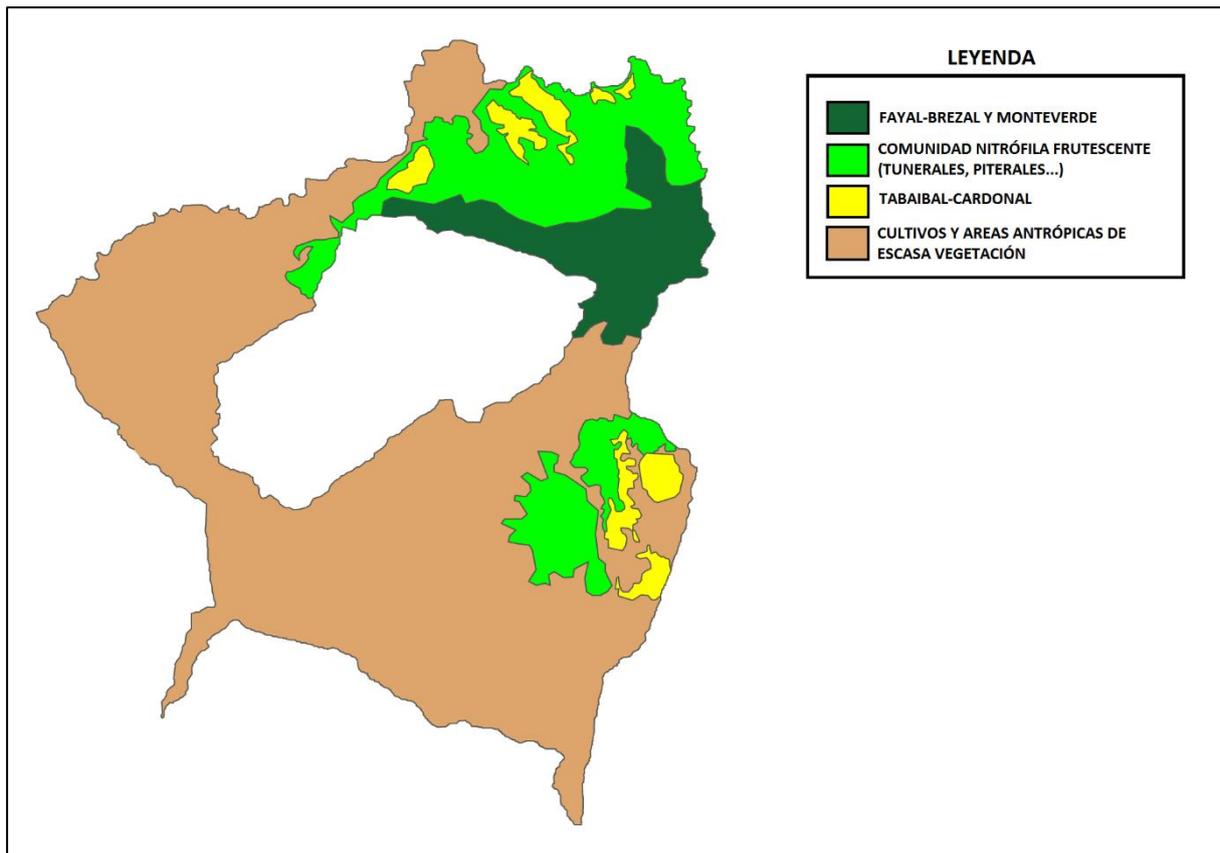


Figura 1: Mapa esquemático de distribución de las formaciones vegetales. Fuente: GRAFCAN, modificado y elaboración propia.

La geología y el tiempo

De la simplificación realizada del mapa original de Grafcan, se ha considerado tres formaciones geológicas diferentes de tres épocas geológicas distintas: Coladas basálticas del mioceno (Serie I) y del Pleistoceno (Serie III) y depósitos sedimentarios, cuya edad va desde el Pleistoceno Superior a mayormente el Holoceno (Serie IV).

Las coladas basálticas de la Serie I junto con algunos depósitos piroclásticos subordinados y mayormente alterados y edafizados, constituyen los materiales más antiguos del municipio y de la isla y se sitúan en el macizo de Anaga y en algunas estribaciones al Sur del mismo, como la zona Norte de Los Valles.

Las coladas basálticas más recientes (Pleistocénicas-Serie III) se encuentran bien representadas y además presentan numerosos conos volcánicos bien conservados. Aparecen en dos zonas bien diferenciadas: el área de La Cuesta, Las Chumberas, Los Baldíos y Los Genetos y por otro lado la zona de Guamasa, Valle Guerra, Tejina, Bajamar y La Punta.

Los depósitos coluviales y sedimentarios son el producto de la actividad erosiva, fundamentalmente asociada a los abruptos relieves pertenecientes a la Serie I (Macizo de Anaga), y se encuentran situados a las faldas de dichos relieves. Ocupan las zonas de Los Rodeos, La Vega Lagunera, y las estribaciones de Las Mercedes y sobre ellos se asientan unos suelos de extraordinario valor agrícola.

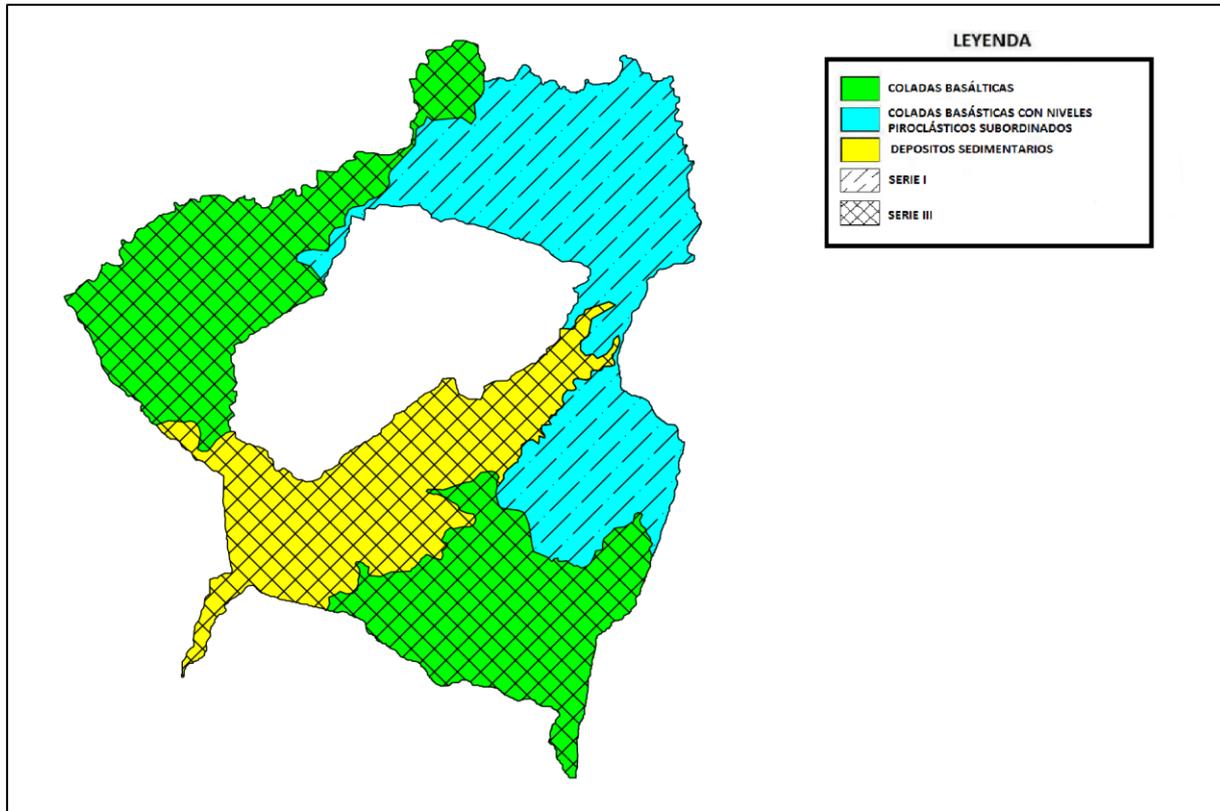


Figura 2: Mapa esquemático de distribución de las formaciones geológicas principales. Fuente: GRAFCAN, modificado y elaboración propia.

La topografía y el relieve

Poco más de la mitad del territorio de La Laguna tiene un relieve suave (pendientes inferiores al 50%), constituyendo la amplia planicie La Laguna-Los Rodeos situada a una altitud aproximada de 500-600 msnm e incluye también amplias zonas de la costa de Valle Guerra, Tejina y Punta del Hidalgo.

Las áreas más abruptas (pendientes superiores al 50%) coinciden con el macizo de Anaga y con la zona de Los Valles que se inicia en el Pico de Gonzaliáñez y continúa por La Gallardina, Montaña Guerra, Las Mesas, etc. Existen también pequeños relieves en el límite occidental del municipio de Tegueste, como El Boquerón, Picacho, Los Lázaros, Mesa de Tejina y otros.

Estos relieves condicionan en gran medida las principales características de los suelos que se forman: de tendencia léptica y lítica en zonas abruptas y mucho más profundos en relieves suaves, siempre con las respectivas excepciones.

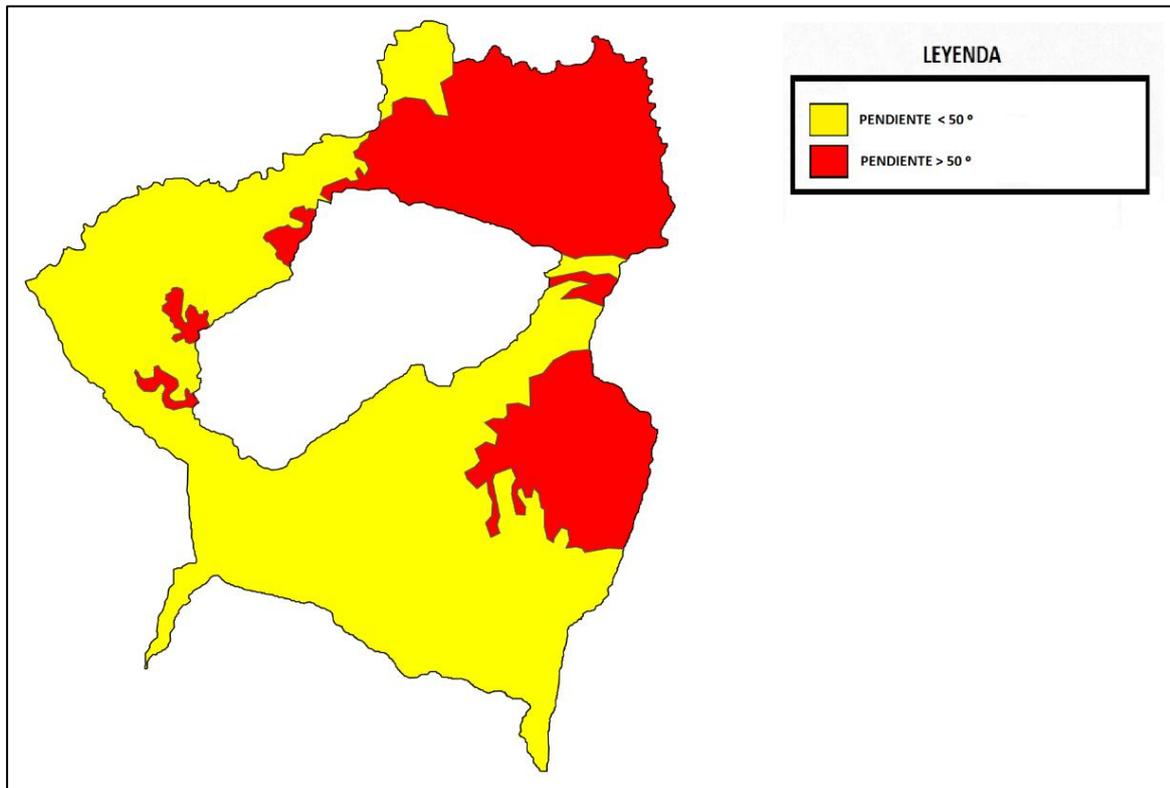


Figura 3: Mapa esquemático de la pendiente del terreno. Fuente: GRAFCAN, modificado y elaboración propia.

El clima

El clima del municipio de La Laguna depende en gran medida de las diferencias altitudinales que abarcan desde los 0 msnm hasta aproximadamente los 1000 msnm. También influyen los vientos alisios que azotan la parte norte de la zona y su relieve complejo.

Para concretar la caracterización climática del municipio se han utilizado los datos de 10 estaciones meteorológicas de las estudiadas por Del Arco et al. 2006, que quedan enclavadas en el interior del término municipal de La Laguna. Según la clasificación bioclimática que se hace en dicho trabajo que clasifica las zonas bioclimáticas según sea su termotipo, su bioclima y su ombrotipo, todas las estaciones estudiadas pueden clasificarse en tres grandes zonas bioclimáticas: la Inframediterránea xérica semiárida, en toda la franja costera y en la zona de Los Valles, con un índice pluviométrico anual bajo (300-400 mm) y una temperatura media anual relativamente más elevada (17°C-19°C) que en el resto del municipio (Cuadro 1).

En toda la planicie La Laguna, Los Rodeos, Los Baldíos, Geneto el bioclima es Termomediterráneo pluviestacional seco ($T=16^{\circ}\text{C}$, $P=600-700\text{ mm}$), mientras que en el Macizo de Anaga es Termomediterráneo pluviestacional subhúmedo, con una temperatura media anual de $15^{\circ}\text{C}-16^{\circ}\text{C}$, y una pluviometría de $700-800\text{ mm}$. (Cuadro 1).

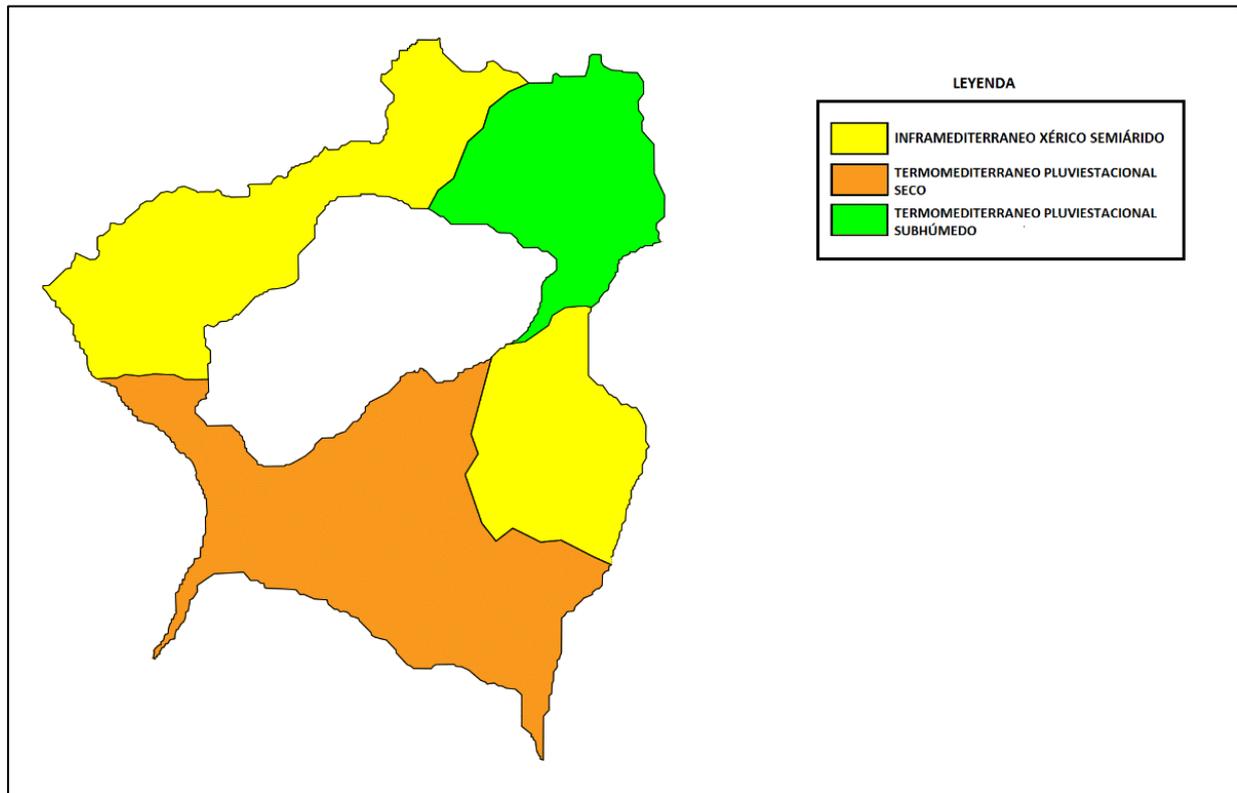


Figura 4: Mapa esquemático del bioclima del municipio. Fuente: Del Arco et al. 2006. Elaboración propia.

Mapa de combinación de factores

Como se indicó anteriormente, el segundo objetivo de este trabajo es la obtención de un mapa de distribución de los principales suelos de La Laguna y para ello se hizo inicialmente un mapa de combinación de los cuatro factores de formación analizados anteriormente. El mapa resultante es de extrema complicación y de difícil interpretación (Fig. 5), por lo que, para facilitar, se dividió el mismo en cuatro zonas principales que se corresponden aproximadamente con las cuatro grandes zonas ambientales que se pueden distinguir en el municipio de La Laguna.

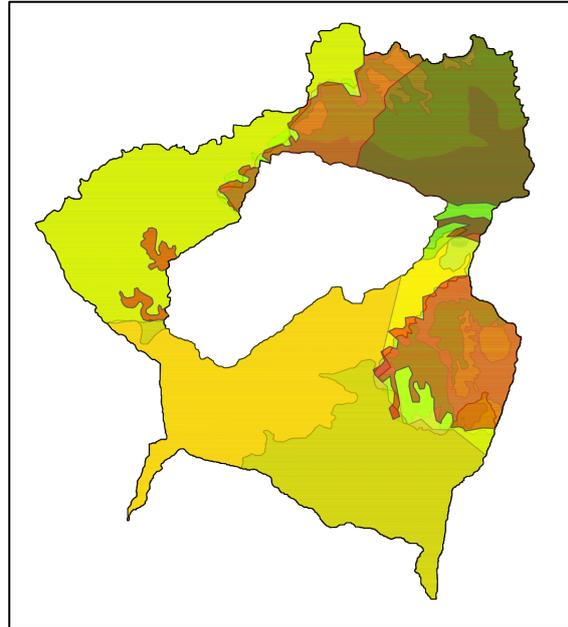


Figura 5: Mapa de combinación de factores de factores. Elaboración propia.

Zona 1

Corresponde como se ha dicho, a la zona costera del municipio, incluyendo una parte de Guamasa y viene caracterizada por una vegetación muy escasa con muchas áreas antrópicas y otras intensamente cultivadas. Desde el punto de vista geológico está constituido por coladas basálticas pleistocénicas (Serie III) y el clima es Inframediterráneo seco semiárido (Cuadro 2). Solo la pendiente permite distinguir en esta área dos unidades. La unidad 1 con una pendiente superior al 50%, corresponde a los relieves de El Boquerón y Picacho de los Lázaros y con estas condiciones dominantes de vegetación, clima y pendiente los suelos dominantes son **Leptosoles**, mientras que la unidad 2 (pendiente <50%), corresponde a las rampas que descienden desde el límite con Tegueste hasta la costa, donde la pendiente suave ha permitido

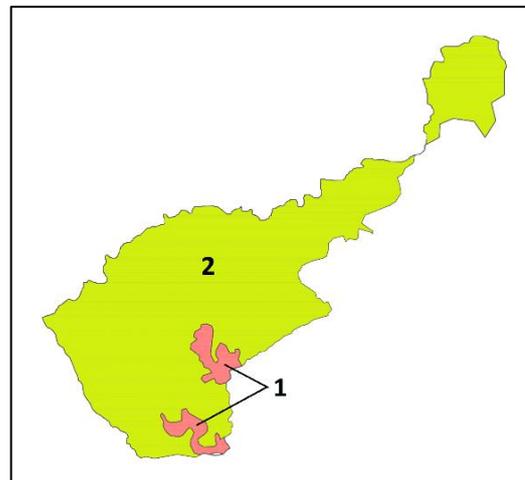


Figura 6: Zona 1 del mapa de combinación de factores de formación. Elaboración propia.

formarse suelos más profundos que en algunos casos se encuentran cultivados (Vertisoles) y en otras donde el sustrato rocoso no permitía el laboreo, dadas las excelentes condiciones climáticas para determinados cultivos, los suelos se han sorribado (Antrosoles). De tal manera que esta unidad está dominada por la asociación de suelos **Vertisoles** y **Antrosoles**.

Unidad	Carac. de vegetación	Carac. geológicas	Carac. climáticas	Carac. de pendiente	Tipo de suelo
1	Cultivos y áreas antrópicas de escasa vegetación	Coladas basálticas de la Serie III	Inframediterráneo xérico semiárido	>50°	Leptosoles
2	Cultivos y áreas antrópicas de escasa vegetación	Coladas basálticas de la Serie III	Inframediterráneo xérico semiárido	<50°	Vertisoles-Antrosoles

Cuadro 2: Características de las unidades de la Zona 1.

Zona 2

Como ya se ha dicho corresponde a toda la llanura central del municipio y viene caracterizada también por muchas áreas antrópicas (incluida la ciudad de La Laguna), otras intensamente cultivadas y otras con escasa vegetación espontánea. La pendiente, al constituir una altiplanicie, es siempre inferior al 50%. Las tres unidades que se distinguen en esta zona vienen determinadas por un diferente material geológico (coladas basálticas y depósitos sedimentarios pleistocénicos) y por un clima ligeramente diferente en la zona norte (Las Canteras, Las Mercedes) algo más seco (Inframediterráneo, seco, semiárido). En cualquier caso, ninguno de estos dos últimos factores (geología y clima) intervienen de manera determinante en la formación de los suelos, cuyas características vienen más bien definidas por una antigua vegetación de Monteverde (García Gallo A. 1997) y sobre todo por el carácter sedimentario del material de origen, dando así lugar a suelos profundos y con intensa liberación de óxidos de hierro (colores rojizos). Esto es a la asociación de **Cambisoles** y **Luvisoles**.

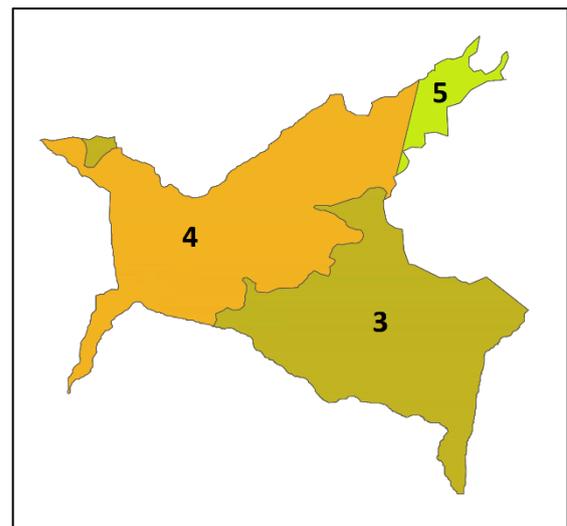


Figura 7: Zona 2 del mapa de combinación de factores de formación. Elaboración propia.

Unidad	Carac. de vegetación	Carac. geológicas	Carac. climáticas	Carac. de pendiente	Tipo de suelos
3	Cultivos y áreas antrópicas de escasa vegetación	Coladas basálticas de la Serie III	Termomediterráneo pluviestacional seco	<50°	Cambisoles-Luvisoles
4	Cultivos y áreas antrópicas de escasa vegetación	Depósitos sedimentarios de la Serie III	Termomediterráneo pluviestacional seco	<50°	Cambisoles-Luvisoles
5	Cultivos y áreas antrópicas de escasa vegetación	Depósitos sedimentarios de la Serie III	Inframediterráneo xérico semiárido	<50°	Cambisoles-Luvisoles

Cuadro 3: Característica de las unidades de la Zona 2.

Zona 3

Esta zona incluye todo el macizo de Los Valles con su complicada orografía. La superposición que se ha hecho de factores nos proporciona hasta 10 unidades, algunas de ellas de muy pequeño tamaño o con apenas diferencias en los factores con las unidades adyacentes. El principal factor que condiciona la diferenciación de suelos es la pendiente y en algunos casos la edad del material de origen. Así las unidades 6, 1 y 7 se caracterizan por una vegetación escasa, coladas basálticas y depósitos sedimentarios, un clima

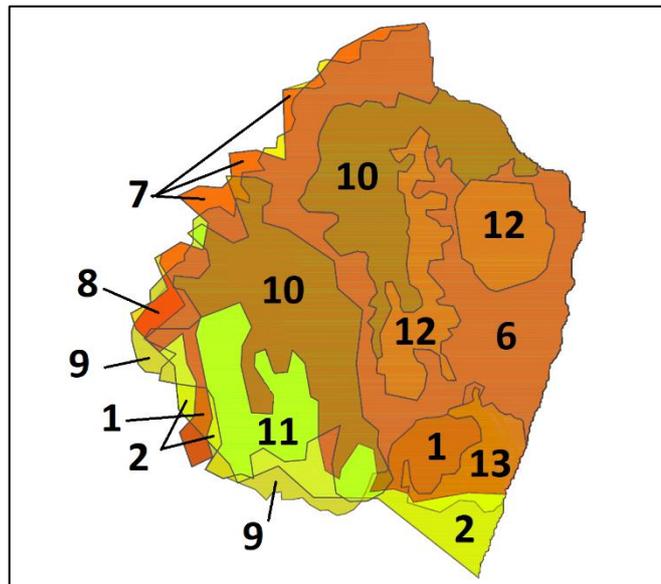


Figura 8: Zona 3 del mapa de combinación de factores de formación. Elaboración propia.

inframediterráneo xérico y por pendientes acusadas, superiores al 50% y en todas ellas los suelos predominantes son los **Leptosoles**. En la unidad 2 de características similares, pero con pendientes suaves, aparecen suelos más profundos como los Cambisoles y la unidad se caracteriza por la asociación de **Cambisoles** y **Leptosoles**.

Las unidades 8, 10 y 13 tienen solamente en común una pendiente superior al 50%, pero la presencia de materiales geológicos muy antiguos (miocénicos) y a veces de una vegetación de tabaibal-cardonal, hace que aparezcan reductos de suelos más o menos profundos (Cambisoles), lo que da lugar a la asociación de **Leptosoles** y **Cambisoles**.

En la unidad 9, con un material de origen miocénico, un bioclima pluviestacional seco y unas pendientes suaves, la asociación de suelos que aparece es continuación de la que existe en la planicie de La Laguna, es decir **Cambisoles y Luvisoles**.

En las unidades 11 y 12, sobre materiales miocénicos, bioclima Inframediterráneo xérico, semiárido y vegetación de tabaibal-cardonal fundamentalmente, los suelos más característicos son los **Vertisoles**, que según la topografía forman asociación con los **Cambisoles** (<50%) (Unidad 11) o con los **Leptosoles** (>50%) (Unidad 12).

Unidad	Carac. de vegetación	Carac. geológicas	Carac. climáticas	Carac. de pendiente	Tipo de suelos
6	Cultivos y áreas antrópicas de escasa vegetación	Coladas basálticas con niveles piroclásticos subordinados de la Serie I	Inframediterráneo xérico semiárido	>50°	Leptosoles
1	Cultivos y áreas antrópicas de escasa vegetación	Coladas basálticas de la Serie III	Inframediterráneo xérico semiárido	>50°	Leptosoles
2	Cultivos y áreas antrópicas de escasa vegetación	Coladas basálticas de la Serie III	Inframediterráneo xérico semiárido	<50°	Cambisoles-Leptosoles
7	Cultivos y áreas antrópicas de escasa vegetación	Depósitos sedimentarios de la Serie III	Inframediterráneo xérico semiárido	>50°	Leptosoles
8	Cultivos y áreas antrópicas de escasa vegetación	Coladas basálticas con niveles piroclásticos subordinados de la Serie I	Termomediterráneo pluviestacional seco	>50°	Leptosoles-Cambisoles
9	Cultivos y áreas antrópicas de escasa vegetación	Coladas basálticas con niveles piroclásticos subordinados de la Serie I	Termomediterráneo pluviestacional seco	<50°	Cambisoles-Luvisoles
10	Comunidad nitrófila frutescente	Coladas basálticas con niveles piroclásticos subordinados de la Serie I	Inframediterráneo xérico semiárido	>50	Leptosoles-Cambisoles
11	Comunidad nitrófila frutescente	Coladas basálticas con niveles piroclásticos subordinados de la Serie I	Inframediterráneo xérico semiárido	<50	Vertisoles-Cambisoles
12	Tabaibal-cardonal	Coladas basálticas con niveles piroclásticos subordinados de la Serie I	Inframediterráneo xérico semiárido	>50°	Vertisoles-Leptosoles
13	Tabaibal-cardonal	Coladas basálticas de la Serie III	Inframediterráneo xérico semiárido	>50°	Leptosoles-Cambisoles

Cuadro 4: Características de las unidades de la Zona 3.

Zona 4

Esta zona comprende, como hemos ya indicado, la parte del macizo de Anaga que pertenece a este municipio e incluye El Batán, Las Carboneras, Chinamada, etc, con una topografía, una geología y una vegetación muy particular y singular, que da lugar a la presencia de unos suelos también peculiares como son aquellos más característicos de los desarrollados sobre materiales volcánicos: los Andosoles.

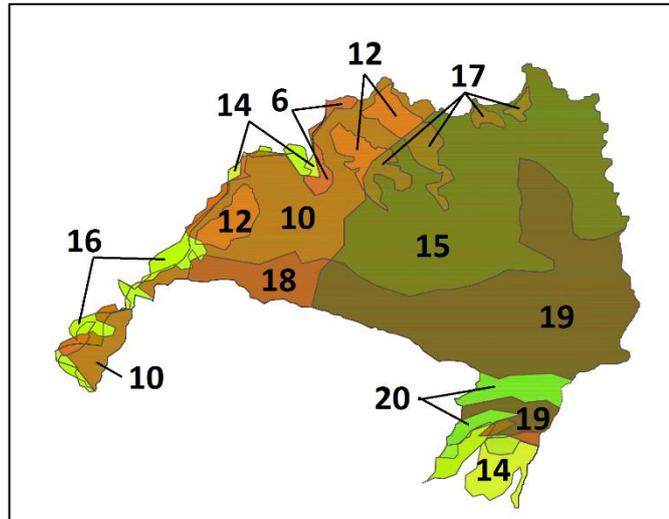


Figura 9: Zona 4 del mapa de combinación de factores de formación. Elaboración propia.

Los principales factores que diferencian los distintos suelos en esta zona son la vegetación, la topografía y en determinadas situaciones las condiciones bioclimáticas.

Las unidades 6, 15 y 17 vienen caracterizadas por unas pendientes fuertes, comprenden la mayor parte del macizo: Roque de los Pinos, Roque Chinamada, Las Carboneras, El Batán, Acantilados de Los Hermanos, etc e independientemente de la vegetación y la geología, se forman siempre suelos de muy poco desarrollo como consecuencia de la erosión (**Leptosoles**).

La Unidad 10 (Zona alta de La Punta del Hidalgo), tiene también unas pendientes elevadas, pero la existencia de materiales miocénicos muy alterados hace que aparezcan también suelos relativamente profundos (Cambisoles), dando lugar a la asociación de **Leptosoles y Cambisoles**.

En las pendientes más suaves de la Mesa de Tejina y El Homicián y otras de situación similar (Unidades 16 y 12), el clima Inframediterráneo xérico y una vegetación de tabaibal cardonal en su mayoría, hace que se formen Vertisoles en las partes bajas de las laderas o en las partes más llanas, mientras que en el resto siguen predominando los Leptosoles (Asociación de **Vertisoles y Leptosoles**).

En algunos reductos de Bajamar y en la base de los lomos de Gonzaliáñez y La Gallardina aparece una asociación de suelos (Unidad 14) donde alternan los Cambisoles bien desarrollados y Vertisoles desarrollados a partir de sedimentos miocénicos (Asociación de **Cambisoles y Vertisoles**).

La Unidad 18 situada al oeste de El Moquinal, presenta un clima más xérico y cálido que el resto del que aparece en el Monteverde, por ello los suelos no adquieren las propiedades ándicas y se han clasificado como **Umbrisoles**.

En las zonas más pendientes del Monteverde (Unidad 19), por ejemplo, en Los Batanes y con unas características edafoclimáticas de alta humedad se genera una de las asociaciones más características de Anaga, la de **Andosoles y Umbrisoles**, mientras que en las áreas de topografía más suave (Lomo del Boquerón, Cruz del Carmen) (Unidad 20), aparece otra de las asociaciones más típicas del Monteverde la de **Andosoles y Ferralsoles**.

Unidad	Carac. de vegetación	Carac. geológicas	Carac. climáticas	Carac. de pendiente	Tipo de suelos
6	Cultivos y áreas antrópicas de escasa vegetación	Coladas basálticas con niveles piroclásticos subordinados de la Serie I	Inframediterráneo xérico semiárido	>50°	Leptosoles
14	Cultivos y áreas antrópicas de escasa vegetación	Coladas basálticas con niveles piroclásticos subordinados de la Serie I	Inframediterráneo xérico semiárido	<50°	Cambisoles-Vertisoles
10	Comunidad nitrófila frutescente	Coladas basálticas con niveles piroclásticos subordinados de la Serie I	Inframediterráneo xérico semiárido	>50°	Leptosoles-Cambisoles
15	Comunidad nitrófila frutescente	Coladas basálticas con niveles piroclásticos subordinados de la Serie I	Termomediterráneo pluviestacional subhúmedo	>50°	Leptosoles
16	Comunidad nitrófila frutescente	Coladas basálticas de la Serie III	Inframediterráneo xérico semiárido	<50°	Vertisoles-Leptosoles
12	Tabaibal-cardonal	Coladas basálticas con niveles piroclásticos subordinados de la Serie I	Inframediterráneo xérico semiárido	>50°	Vertisoles-Leptosoles
17	Tabaibal-cardonal	Coladas basálticas con niveles piroclásticos subordinados de la Serie I	Termomediterráneo pluviestacional subhúmedo	>50°	Leptosoles
18	Fayal-brezal	Coladas basálticas con niveles piroclásticos subordinados de la Serie I	Inframediterráneo xérico semiárido	>50°	Umbrisoles
19	Fayal-brezal	Coladas basálticas con niveles piroclásticos subordinados de la Serie I	Termomediterráneo pluviestacional subhúmedo	>50°	Andosoles-Umbrisoles
20	Fayal-brezal	Coladas basálticas con niveles piroclásticos subordinados de la Serie I	Termomediterráneo pluviestacional subhúmedo	<50°	Andosoles-Ferralsoles

Cuadro 5: Características de las unidades de la Zona 4.

Elaboración del mapa de suelos

A partir del mapa de combinación de factores, con sus respectivas zonas y unidades y sustituyendo éstas últimas, por los tipos de suelos o asociaciones de los mismos que les corresponde, se elaboró el mapa de suelos, teniendo en cuenta que muchas unidades en la misma o en distintas zonas tienen el mismo tipo de suelo o asociación de suelos.

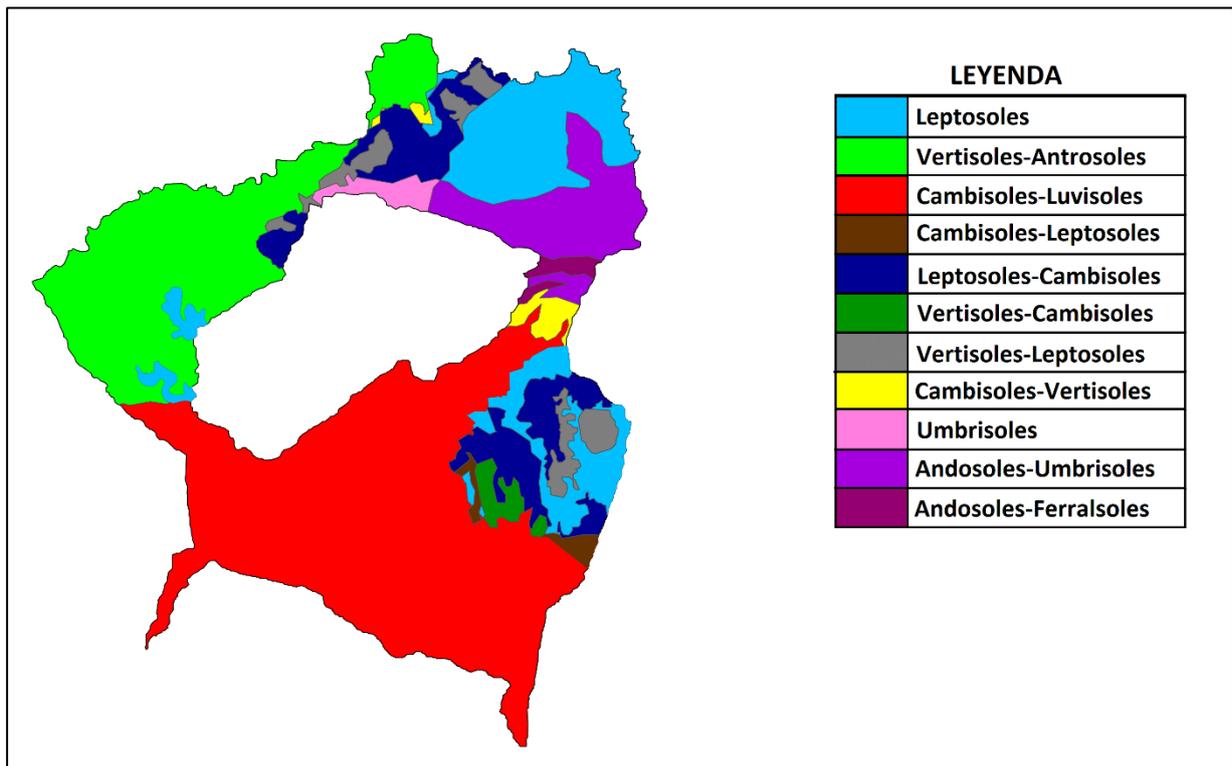


Figura 10: Mapa esquemático de los diferentes tipos de suelo del Municipio de La Laguna. Elaboración propia.

Como resultado se ha obtenido un mapa relativamente complejo, sobre todo en las zonas 3 y 4 (Anaga y Los Valles) y otras con mayor uniformidad en los tipos de suelos, que corresponden a la zona costera (Zona 1) y a la planicie La Laguna-Los Rodeos (Zona 2), habiéndose cartografiado 11 unidades de leyenda (Figura 10). En total se han clasificado 8 Grupos de Suelos de Referencia de los señalados en la IUSS Working Group WRB. 2015, a saber: Antrosoles, Leptosoles, Vertisoles, Andosoles, Ferralsoles, Umbrisoles, Luvisoles y Cambisoles, que normalmente aparecen en asociaciones complejas espacialmente.

Antrosoles

Suelos que tienen un horizonte superficial profundamente modificado por las actividades humanas, en particular las agrícolas, el cultivo, la fertilización y el abonado. Un claro ejemplo en la zona costera que es donde más aparecen estos suelos son las sorribas o suelos artificiales, construidos por el hombre, mediante la explanación de un terreno rocoso o de suelos improductivos, la colocación de un sistema de drenaje (picón, escombros, etc.) y la adición de una capa de espesor variable (40-90 cms) de "tierra vegetal", procedente de suelos de buena calidad agrícola, por lo general de las medianías o cumbres.



Figura 11: Vista del horizonte superficial de un Antrosol.

Leptosoles

Los Leptosoles son suelos conocidos comúnmente como suelos minerales brutos y Litosuelos. Son aquellos suelos que tienen un espesor inferior o igual a 25 cms o más de un 80% de piedras y gravas (<20% de tierra fina). Son característicos de zonas montañosas y de topografía accidentada y la acumulación de materia orgánica, es el principal proceso genético al propiciar el desarrollo de una cierta estructura y la movilización de constituyentes solubles.

Estos suelos aparecen muy extendidos por todo el municipio en las áreas más abruptas cubiertas de vegetación, como el macizo de Anaga, donde el fayal-brezal enraíza en las fisuras del material geológico y que aporta los restos vegetales suficientes para generar un horizonte orgánico superficial. La mayoría de las veces se limitan a un horizonte orgánico más o menos espeso situado directamente sobre la roca dura. Este tipo de suelos aparece por todas partes del municipio, donde la erosión ha actuado con mayor intensidad, por lo que los podemos encontrarlos también en las vertientes sur y suroeste del mismo, como en el macizo de Los

Valles. Hay que resaltar que a pesar de su escaso espesor y de su aspecto de suelos someros y esqueléticos, aunque no tengan ningún valor por ejemplo agrícola, si juegan un importante papel en la dinámica del agua en los ecosistemas de ladera imprescindibles para la producción de biomasa y para el mantenimiento de una vegetación de elevado interés ecológico



Figura 12: Leptosol.

Vertisoles

En las zonas costeras del Norte del término municipal es frecuente la aparición de Vertisoles también conocidos como “barro blanco”, “mazapé” o “tierras negras”, haciendo referencia a su carácter arcilloso o a los colores grisáceos que en general presentan. Los vertisoles se generan allí donde se han acumulado sedimentos finos procedentes de la erosión geológica de los materiales miocénicos y pliocénicos, por lo que aparecen también en el fondo de valles de las zonas de Los Valles y Anaga en las vertientes más áridas generalmente asociados con Antrosoles, Leptosoles y Cambisoles.

En general los vertisoles, se caracterizan por su textura arcillosa (más del 30% de fracción arcilla) lo que les hace muy pesados y difíciles de trabajar. Son suelos con unas aceptables características químicas de fertilidad (alta capacidad de cambio catiónico y elevado contenido en cationes básicos), aunque sus propiedades físicas desfavorables han restringido su uso que se limita a cultivos hortícolas de subsistencia, en áreas muy localizadas y próximas a los núcleos habitados. Lo más usual, es que actualmente se encuentren ocupados por un pastizal xérico espontáneo o por la vegetación xerofítica de sustitución típica de las zonas bajas, en antiguas terrazas de cultivo hoy abandonadas o transformados en Antrosoles por costosas labores de sorribado.



Figura 13: Perfil de un Vertisol cálcico.

Andosoles

Los Andosoles son los suelos más característicos y exclusivos de los materiales geológicos de origen volcánico, con un alto contenido en vidrio (piroclastos y coladas escoriáceas muy antiguas) cuyas propiedades heredan los suelos en sus primeros estadios de evolución. Son además los suelos que conforman el equilibrio climácico con la formación boscosa más características del municipio: el Monteverde.

Tienen un alto contenido en materia orgánica y nutrientes, un predominio de silicatos “amorfos” en la fracción fina coloidal, el color es negro o pardo muy oscuro. Presentan una textura equilibrada con tendencia limosa y una estructura grumosa muy fina, muy estable y con alta friabilidad, una elevada capacidad de retención de humedad y baja densidad aparente. La reacción es ácida y presentan una morfología particular que les hace fácilmente distinguibles de otros suelos (color negro en superficie, abundancia de materia orgánica, alta porosidad y friabilidad, etc.). Además, cuando se secan se transforman en un polvillo fino consecuencia de las texturas limosas que les caracterizan. Son suelos que presentan un equilibrio climácico muy inestable con las formaciones vegetales actuales y que tienen un elevado valor ambiental e interés para la conservación

En la Laguna sólo los hemos encontrado en el macizo de Anaga y asociados a Umbrisoles y Ferralsoles.



Figura 14: Andosol.

Ferralsoles

Los Ferralsoles son los suelos más antiguos y evolucionados del municipio y de la isla, desarrollados a partir de la alteración profunda de los materiales basálticos de mayor antigüedad en el macizo de Anaga. Se les asocia con alteraciones de carácter ferralítico y originan suelos profundos, arcillosos con lixiviación intensa de la sílice y los cationes básicos, acumulándose de manera relativa óxidos de hierro y aluminio y arcillas de baja actividad química, y cuyo contenido en nutrientes está ligado al mantenimiento de la vegetación forestal y de los procesos de reciclado de la materia orgánica.

Tienen una estructura poliédrica fina, media o gruesa característica, color en tonos rojizos o pardo rojizos debido a la liberación más o menos intensa de oxihidróxidos de hierro y contenido medio en materia orgánica y nutrientes. Vienen caracterizados fundamentalmente por la existencia de un horizonte argílico que está desaturado en su mayor parte (<50% de saturación).

Se encuentran en el Monte de Anaga limitando con Tegueste y asociados a Andosoles o lo que es más frecuente como suelos bisecuenciales donde los Ferralsoles aparecen en profundidad y los Andosoles en superficie.



Figura 15: Perfil de un Ferralsol.

Umbrisoles

Los Umbrisoles son suelos de morfología similar a la de los Andosoles y sólo se diferencian de aquellos en la ausencia de propiedades ándicas o de un horizonte ándico. Esta ausencia de carácter ándico se debe a que en el complejo coloidal de estos suelos hay un predominio de minerales cristalinos (arcillas) frente a los minerales con ordenación de corto alcance (alofana-imogolita) o a los complejos Al-humus. Son suelos que se han desarrollado sobre basaltos antiguos, en las mismas zonas climáticas que los Andosoles, pero bien en áreas más xéricas, que favorecen la mineralización de la fracción orgánica de los complejos organominerales o bien en situaciones de fondo de vaguada, donde el menor drenaje impide la lixiviación completa de la sílice. Ambas son situaciones que favorecen la evolución de los minerales "amorfos" a otros de mayor cristalinidad y la pérdida, por tanto, del comportamiento ándico.

En Canarias son comunes en todas las cumbres de las islas, bajo pinar, fayal-brezal o matorral de cumbre. En La Laguna se han descrito en el macizo de Anaga bajo monteverde (fayal-brezal) y generalmente asociados a Andosoles.



Figura 16: Perfil de un Umbrisol en Anaga.

Luvisoles

Los Luvisoles o suelos fersialíticos son generalmente suelos profundos y evolucionados, arcillosos y con estructura poliédrica fina, media o gruesa característica, color en tonos rojizos o pardo rojizos debido a la liberación más o menos intensa de oxihidróxidos de hierro y contenido medio en materia orgánica y nutrientes. Los Luvisoles son fácilmente distinguibles en el campo por su color rojo más o menos intenso, su textura muy arcillosa en profundidad y su estructura poliédrica o prismática. Son suelos de elevada fertilidad y aptos para la mayoría de los cultivos. En las Islas Canarias son los suelos característicos de las medianías y se encuentran altamente antropizados y cultivados. Asociados a Cambisoles constituyen toda la planicie de La Laguna-Los Rodeos.



Figura 17: Perfil de un Luvisol en Los Rodeos.

Cambisoles

Son suelos que tienen un horizonte cámbico; esto es un horizonte de textura francoarenosa o más fina, ausencia de estructura de roca y evidencias de alteración: colores pardos, presencia de agregados y más del 4% de fracción arcilla. Suelos típicos de regiones templadas y se encuentran muy extendidos. Tienen muy buenas propiedades físicas y químicas y se encuentran ampliamente cultivados. Los Cambisoles se corresponden con la denominación genérica de Suelos Pardos y su característica principal es el no presentar rasgos definidos, ni horizontes de acumulación de materia orgánica, ni horizontes arcillosos, ni un color específico.

En Canarias son suelos muy frecuentes en prácticamente todos los ecosistemas y a todas las altitudes e igualmente ocurre en La Laguna donde los encontramos asociados a Luvisoles, Vertisoles, Leptosoles muy repartidos por el término municipal.



Figura 18: Cambisol.

CONCLUSIONES

Se ha realizado una distribución de los principales factores ambientales de formación de los suelos identificando cuatro grandes formaciones vegetales, entre ellas, relictos de Monteverde, comunidades nitrófilas frutescentes, relictos de tabaibal-cardonal y áreas muy antropizadas sin vegetación natural. Igualmente se han establecido tres formaciones geológicas de tres edades diferentes: Coladas basálticas del mioceno (Serie I) y del pleistoceno (Serie III) y depósitos sedimentarios del holoceno (Serie IV). También se han considerado dos grados de pendiente: relieves abruptos (>50%) y relieves suaves (<50%) que ocupan más de la mitad del territorio municipal. Y, además, se han definido tres zonas bioclimáticas: Inframediterráneo xérico semiárido, Termomediterráneo pluviestacional seco y Termomediterráneo pluviestacional subhúmedo.

Al final se ha obtenido un mapa de suelos relativamente complejo en el que se han cartografiado 11 unidades de leyenda y 8 Grupos de Suelos de Referencia de los señalados en la IUSS Working Group WRB 2015, a saber: Antrosoles, Leptosoles, Vertisoles, Andosoles, Ferralsoles, Umbrisoles, Luvisoles y Cambisoles, que normalmente aparecen en asociaciones complejas espacialmente.

Cabe destacar que, en dos zonas del territorio (Zona 3 y Zona 4) que se corresponden con los macizos de Los Valles y Anaga se presenta una mayor diversidad de suelos debido sobre todo a la elevada variabilidad de los factores de formación, destacando Los Leptosoles y la asociación Andosoles-Umbrisoles. En cambio, en las Zonas 1 y 2, zona costera y la planicie La Vega-Los Rodeos tenemos una mayor uniformidad dada la escasa variabilidad de la naturaleza de los factores ambientales de formación destacando la asociación de Vertisoles-Antrosoles y la asociación Cambisoles-Luvisoles.

CONCLUSIONS

A distribution of the main environmental factors of soil formation has been made, identifying four large vegetation formations, among them Monteverde relicts, frutescent nitrophilous communities, relicts of cardonal tabaibal and very anthropized areas without natural vegetation. Likewise, three geological formations of three different ages have been established: Basaltic Miocene (Series I) and Pleistocene (Series III) and sedimentary deposits of the Holocene (Series

IV). Two degrees of slope have also been considered: abrupt reliefs (> 50%) and soft reliefs (<50%) that occupy more than half of the municipal territory. And in addition, three bioclimatic zones have been defined: semi-arid, semi-arid infra-Mediterranean, dry pluvisesonal thermomediterranean and sub-humid pluvisesonal thermomediterranean.

In the end, a relatively complex soil map has been obtained in which 11 legend units and 8 Reference Soil Groups have been mapped out of those indicated in the IUSS Working Group WRB 2015, namely: Anthrosols, Leptosols, Vertisols, Andosols, Ferralsols, Umbrisols, Luvisols and Cambisols, which usually appear in spatially complex associations.

It should be mentioned that in two areas of the territory (Zone 3 and Zone 4) that correspond to the Los Valles and Anaga massifs, there is a greater diversity of soils, mainly due to the high variability of the formation factors, especially the Leptosols and the Andosols-Umbrisols association. On the other hand, in Zones 1 and 2, the coastal zone and the La Vega-Los Rodeos plain, we have greater uniformity because of the low variability on the the nature of the environmental factors of formation, highlighting the association of Vertisols-Antrosols and the Cambisols-Luvisols association.

BIBLIOGRAFÍA

- AUTODESK AUTOCAD 2017, versión N 52.0.0 AutoCAD 2017, Autodesk, Inc, Estados Unidos, 2016
- Del Arco, M.J., Pérez de Paz, P.L., Acebes, J.R., González-Mancebo, J.M., Reyes-Betancort, J.A. et al. 2006. Bioclimatology and climatophilous vegetation of Tenerife (Canary Islands). *Ann. Bot. Fennici* 43:167-192
- García Gallo, A., 1997. Flora y vegetación del municipio La Laguna. Santa Cruz de Tenerife, Islas Canarias, España: Graficas Tenerife S.A.
- González González, R., León Arencibia, M.C. y Del Arco, M.J. 2002. Los Helechos de la Reserva Natural Integral de El Pijaral. S/C Tenerife. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias.
- GRAFCAN (<http://visor.grafcan.es/visorweb/> consultado en Enero de 2018)
- Guerra, J.A. 2009. Evaluación de la degradación de los suelos naturales de la Isla de Tenerife: Secuencias edáficas evolutivas y regresivas. Serie Tesis Doctorales. Facultad de Biología. Dpto. Edafología y Geología, ISBN: 978-84-7756-929-9.
- IUSS Working Group WRB, 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma.