



Paisaje agrícola en la provincia de Chimborazo



INSTITUTO
GEOGRÁFICO
MILITAR

SUELOS DEL ECUADOR CLASIFICACIÓN, USO Y MANEJO.

Editores:
José Espinosa
Julio Moreno
Gustavo Bernal

2022

SUELOS DEL ECUADOR

CLASIFICACIÓN, USO Y MANEJO

Editores

José Espinosa, Consultor: jepinosa@fragaria.com.ec

Julio Moreno, Instituto Geográfico Militar: vjmi76.jm@gmail.com

Gustavo Bernal, Consultor: gusrbg@yahoo.com



**INSTITUTO
GEOGRÁFICO
MILITAR**

2022

Catalogación en publicación IGM. Gestión Geográfica

Nombres: Espinosa Marroquín, José Antonio Elías, editor / Moreno Izquierdo, Víctor Julio, editor / Bernal Gómez, Gustavo Ramón, editor /

Título: Suelos del Ecuador: Clasificación, Uso y Manejo. José Espinosa, Julio Moreno, Gustavo Bernal (editores).

Descripción: Primera edición. / Quito: Instituto Geográfico Militar, 2022.

Identificación: ISBN 978-9942-22-557-3

Temas: Visión General de los Suelos de Ecuador / Suelos de la Costa / Suelos de la Sierra / Suelos del Oriente / Suelos de las Islas Galápagos / Uso del Suelo en Ecuador / Erosión del Suelo en Ecuador / Características de los Suelos en Ecuador y su Manejo / Microorganismos Benéficos en Suelos de Ecosistemas Naturales y Agroecosistemas del Ecuador.

Clasificación: Sector Público Gubernamental (978-9942-22)

La presente obra fue posible gracias al auspicio del Instituto Geográfico Militar (IGM). El libro es el resultado de la información generada, entre los años 2009 y 2017, por diversos proyectos de inversión que el Estado ecuatoriano estimó eran prioritarios, como, por ejemplo, los proyectos “Generación de Geoinformación para la Gestión y Valoración de Tierras de la Cuenca Baja del Río Guayas” y “Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio a Nivel Nacional”, los cuales se trabajaron a escala semidetallada.

Primera edición: 11 de abril, 2022.

©Instituto Geográfico Militar (IGM)

Av. Seniergues E4-676 y Gral. Telmo Paz y Miño, El Dorado.

Quito-Ecuador

ISBN 978-9942-22-557-3

Diseño de portada y Diagramación: Danny Lincango

Impresión: IGM

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.

La versión digital está disponible gratuitamente en el Geoportal del IGM:

<https://www.geoportalmgm.gob.ec/portal/index.php/estudios-geograficos/>

Como citar este libro:

Espinosa, J., J. Moreno y G. Bernal (eds). 2022. Suelos del Ecuador: Clasificación, Uso y Manejo. Instituto Geográfico Militar (IGM). Quito, Ecuador.

Como citar capítulos de este libro (ejemplo capítulo 4):

Sánchez, D., J. Merlo, R. Haro, M. Acosta y G. Bernal. 2022. Suelos del Oriente. En: J. Espinosa, J. Moreno y G. Bernal (eds). Suelos del Ecuador. Instituto Geográfico Militar (IGM). Quito, Ecuador.

—SUELOS— DE LAS ISLAS GALÁPAGOS

Lorena Lasso, Consultora: lore_lasso13@hotmail.com

José Espinosa, Consultor: [jespinosa@fragaria.com.ec](mailto:jespিনosa@fragaria.com.ec)

RESUMEN

Las Islas Galápagos se formaron por el ascenso del magma a la superficie a través de fallas y fracturas de la Placa de Nazca, la lava corrió libremente formando grandes mantos en planchas o enrollamientos que luego recibieron contribuciones piroclásticas de los volcanes activos. Aun al momento, el Archipiélago de Galápagos es uno de los sitios con mayor actividad volcánica del mundo. Debido a su importancia ambiental, las Islas Galápagos requieren de especial y cuidadoso manejo, por esta razón, las actividades humanas solo están permitidas en cuatro islas y en áreas que no estén incluidas dentro del Parque Nacional. En consecuencia, los estudios de suelos se condujeron solamente en áreas con intervención humana, donde son importantes para el manejo del suelo y evaluación de la tierra. Este capítulo presenta la información de las Islas Santa Cruz y San Cristóbal, debido a que estas son las islas que tienen el área más grande bajo intervención humana y porque tienen la mayor concentración poblacional. Las principales características de los suelos de Galápagos provienen de la alteración de depósitos piroclásticos relativamente recientes en diferentes condiciones de altitud, clima y vegetación. Los órdenes de suelo presentes bajo manejo agrícola en la Isla Santa Cruz son Alfisoles, Andisoles, Entisoles, Inceptisoles y Mollisoles, mientras que los órdenes presentes en las áreas bajo uso agrícola en la Isla San Cristobal son Alfisoles, Entisoles e Inceptisoles.

ABSTRACT

The Galapagos Islands were formed by the rise of magma to the surface through the faults and fractures of the Nazca Plate, lava flowed freely forming large sheet or coiled blankets, which later received pyroclastic contributions from the active volcanos. Even now, the Galapagos archipelago is one of the sites with the greatest volcanic activity in the world. Due to its environmental importance, the Galapagos Islands require special and careful management, for this reason, human activities are allowed only in four islands and in areas that are not included within the National Park. Therefore, soil studies were conducted only in areas with human intervention, where surveys are important for soil management and land evaluation. This chapter presents the information for the Santa Cruz and San Cristobal Islands, because these islands have the largest soil area with human intervention, and the highest population concentration. The main characteristics of the Galapagos soils come from the alteration of relatively recent pyroclastic deposits in different conditions of altitude, climate, and vegetation. Soil orders present in areas under agricultural use in Santa Cruz Island are Alfisols, Andisols, Entisols, Inceptisols, and Mollisols, while soil orders present in areas under agricultural use in San Cristobal Island are Alfisols, Entisols and Inceptisols.

5.1. Introducción

Las Islas Galápagos se encuentran ubicadas a 1 000 km al este de la Costa ecuatoriana y están conformadas por 7 islas mayores: Isabela, Santa Cruz, Fernandina, Santiago, San Cristóbal, Floreana y Marchena; 14 islas menores: Española, Pinta, Baltra, Santa Fe, Pinzón, Genovesa, Rábida, Seymour Norte, Wolf, Tortuga, Bartolomé, Darwin, Daphne Mayor y Plaza Sur; 12 islas adicionales, 64 islotes y 136 rocas, acumulando una superficie aproximada de 8 000 km² (Ministerio del Ambiente, 2014). Solamente cinco de estas islas se encuentran pobladas: San Cristóbal, Santa Cruz e Isabela son parroquias urbanas, mientras que Floreana y Baltra son parroquias rurales (Granda y Choez, 2013).

Las condiciones particulares de clima inducidas por su ubicación en la línea ecuatorial y por el efecto de las corrientes marinas de Humboldt y El Niño han hecho del Archipiélago de Galápagos un lugar único en el mundo donde se han desarrollado flora y fauna singulares que atraen la visita de científicos y turistas de todo el planeta.

Las islas Galápagos fueron descubiertas por accidente por Fray Tomás de Berlanga en 1535, sin embargo, existen relatos que mencionan que el Inca Tupac Yupanqui realizó expediciones a la isla de Fuego (isla Isabela) y a la isla de Fuera (isla San Cristóbal) antes que los españoles. El descubrimiento reportado al Rey Carlos V de España hizo que el archipiélago fuera visitado por otros Españoles y que se difundiera su ubicación entre la gente de mar. Entre 1684 y 1816, el archipiélago fue frecuentemente visitado por piratas, quienes vieron a las islas como fuente de provisiones y agua y como un escondite luego de asaltar galeones españoles cargados de oro. En el año 1793, James Colnet pensó en la posibilidad de convertir a las islas en el centro de operaciones de barcos balleneros (Black, 1973).

Desde su descubrimiento hasta 1831, las islas Galápagos no pertenecieron a ninguna nación en particular. En 1832, el presidente de la República del Ecuador, Juan José Flores, autorizó una expedición con la misión de tomar posesión del Archipiélago, pasando a ser parte del territorio ecuatoriano. Algunos de los acontecimientos científicos y políticos relevantes en la historia de las islas Galápagos se presentan a continuación (Black, 1973; Congreso Nacional, 2001; Jäger, *et al.*, 2009):

- Charles Darwin visita las islas en 1835 para complementar sus estudios que dieron lugar a la teoría de la Evolución y que se publicaron en su libro “Origen de las Especies” en el año de 1859.
- Teodoro Wolf, científico comisionado por el gobierno del Ecuador, visita las islas en 1875 para realizar estudios geológicos, botánicos y zoológicos.
- Rollo Beck organiza una expedición auspiciada por la Academia de Ciencias de California en 1906. Llega acompañado de especialistas en geología, entomología, ornitología, botánica, zoología y herpetología, quienes realizaron estudios detallados en sus respectivas áreas.
- Misael Acosta Solís, geobotánico ecuatoriano, visita las islas en 1935 para recolectar muestras de la vegetación y publica sus observaciones en los anales de la Universidad Central del Ecuador.
- Durante la Segunda Guerra Mundial, el gobierno de los Estados Unidos estableció una base aeronaval en la isla Baltra con la autorización del gobierno del Ecuador.
- En 1959 el 97 % del área de las islas Galápagos fue declarado Parque Nacional por el Gobierno ecuatoriano.
- En 1979 la UNESCO declara al Archipiélago como Patrimonio Natural de la Humanidad y en 1985 lo declara Reserva de la Biósfera.
- En 2001 el Gobierno ecuatoriano establece control de los establecimientos humanos en las islas para limitar el crecimiento poblacional.

La historia de las investigaciones edafológicas de las islas Galápagos se inicia con la expedición científica internacional del año 1962, organizada por el Departamento de Geología de la Universidad de Ghent, auspiciada por la Fundación Charles Darwin y en cooperación con la Fundación Nacional de Investigación

Científica de Bélgica. Esta expedición recolectó información científica de diversa índole que incluía estudios geológicos, geomorfológicos y edafológicos (Laurrelle, 1966; Eswaran, *et al.*, 1973; Stoops, 2014; Taboada, *et al.*, 2016). El convenio entre la Oficina de Investigación Científica y Técnica de Ultramar (ORSTOM, por sus siglas en francés), el Instituto Nacional Galápagos (INGALA) y el Programa Nacional de Regionalización Agraria (PRONAREG) permitió la realización de estudios temáticos de los recursos naturales de las islas Galápagos en 1987 (PRONAREG, 1987). Finalmente, el Programa Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica (SIGTIERRAS) realizó estudios temáticos completos para la valoración de tierras de las principales islas y los reportó en el 2011 (SIGTIERRAS, 2011).

Debido a su importancia científica, las islas Galápagos requieren un manejo especial y cuidadoso, por lo cual se permiten actividades antrópicas solo en cuatro islas y en áreas que no estén incluidas dentro del Parque Nacional.

Los estudios de SIGTIERRAS se condujeron, principalmente, en las áreas con intervención antrópica, donde los estudios edafológicos son importantes para el manejo del suelo y para valoración de la tierra, sin embargo, varios estudios reportan información nueva sobre los suelos en sitios puntuales en las islas Galápagos (Adelinet, *et al.*, 2008; Rial, *et al.*, 2017; Candra, *et al.*, 2019; Gerzabek, *et al.*, 2019). En el reporte de SIGTIERRAS se presenta la información de las islas San Cristóbal y Santa Cruz que tienen la mayor superficie de suelo intervenido por el hombre (**Figura 5.1**) y por ser las islas que tienen la mayor concentración de población. San Cristóbal tiene el 30 % de los habitantes de toda la provincia de Galápagos y en Santa Cruz se concentra el 61 % (Granda y Choez, 2013).

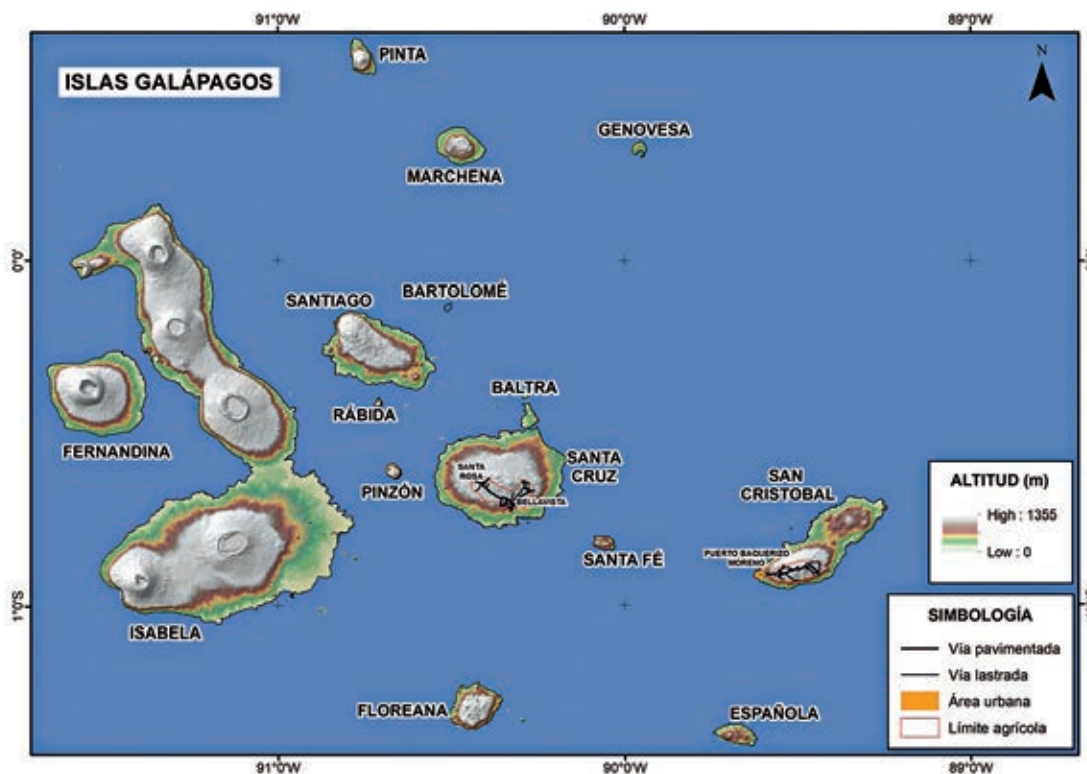


Figura 5.1. Área agrícola y ubicación de las islas Santa Cruz y San Cristóbal (Winckell, 1997).

La isla San Cristóbal tiene 567 km² y aproximadamente el 10 % de esta superficie está constituida por zonas aptas para uso agrícola, el resto corresponde a áreas pobladas o áreas incluidas en el Parque Nacional. La isla Santa Cruz tiene 988 km² y alrededor del 11 % de la superficie de la isla tiene aptitud agrícola y el resto corresponde a zonas pobladas o están también dentro del Parque Nacional (SIGTIERRAS, 2011; Granda y Choez, 2013).

5.2. Origen de las Islas

Las islas Galápagos se formaron hace 20 millones de años del manantial de magma, conocido como el punto caliente Galápagos, ubicado en el manto sobre la corteza superior entre las placas de Cocos y Nazca. El magma, al ascender, entró en contacto con la corteza promoviendo la formación de volcanes submarinos y aéreos, lo que originó la cordillera de Carnegie y luego la plataforma insular de Galápagos (**Figura 5.2**). La conformación geomorfológica actual de las islas se debe al ascenso del magma a la superficie por la presencia de fallas y fracturas que afectan a la Placa de Nazca (Sallarés, *et al.*, 2009). Aun al momento, las islas Galápagos constituyen uno de los sitios con mayor actividad volcánica del mundo. Sin embargo, las islas Santa Cruz y San Cristóbal, al ser las más antiguas, solo presentan remanentes de volcanes que ya no tienen ningún tipo de actividad (Acosta Solís, 1979).

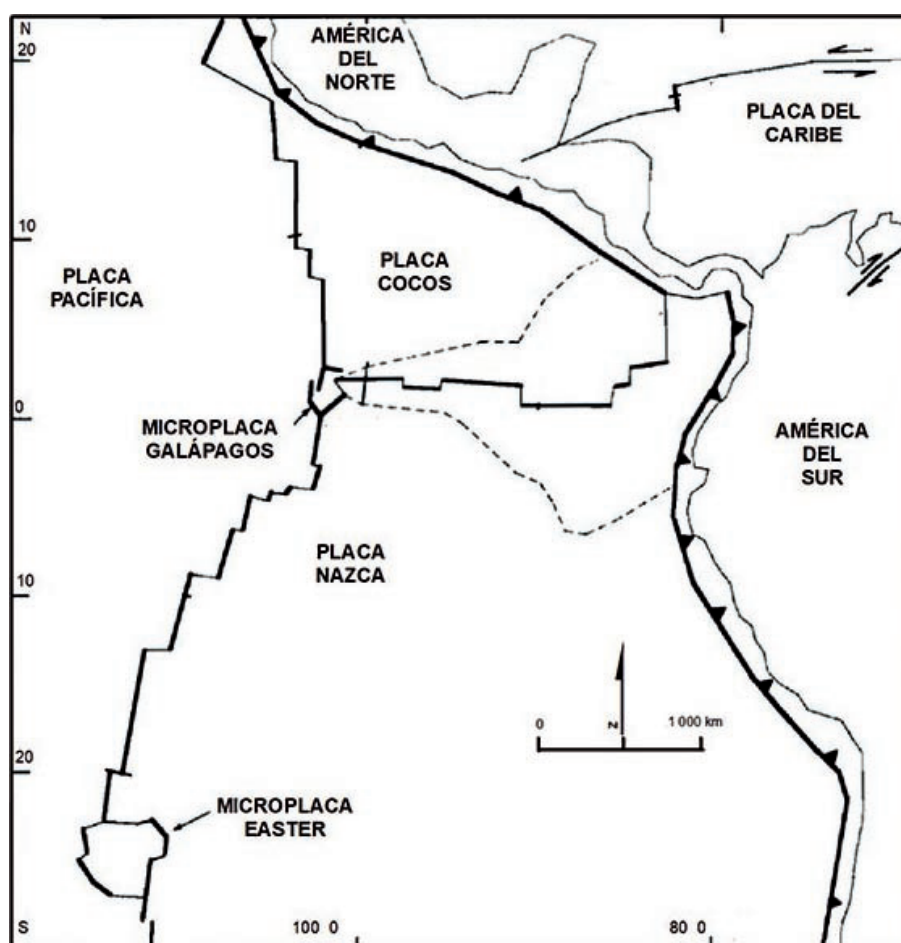


Figura 5.2. Las placas oceánicas y el archipiélago de Galápagos (Winckell, 1997).

5.3. Factores formadores del suelo

5.3.1. Geología y Geomorfología

Las dos unidades geológicas que dan origen a las islas Galápagos son las lavas basálticas submarinas levantadas de la plataforma y los volcanes jóvenes construidos por basaltos y materiales piroclásticos (Black, 1973). Las rocas del archipiélago son volcánicas en casi su totalidad y $< 1\%$ son rocas sedimentarias. Las islas Santa Cruz y San Cristóbal están conformadas por basaltos alcalinos ricos en magnesio, con presencia de volcanes con calderas erosionadas (Bristow y Hoffstetter, 1977). Los basaltos pueden ser afaníticos y porfiríticos con grandes fenocristales de plagioclasas, asociadas a intercalaciones de sedimentos de origen submarino (Winckell, 1997).

Las islas se han formado por la acumulación de dos tipos de lava, aquella que ha fluido libremente formando grandes mantos en planchas o enrollamientos (lava tipo pahoehoe o planchonada) y la que por su viscosidad ha sido lanzada en bloques que luego se han revuelto formando aristas agudas y cortantes que impiden el ingreso al interior de las islas (lava denominada quemado o AA) (Black, 1973).

El basalto afanítico, muy coherente y medianamente poroso, se meteoriza lentamente, mientras que las proyecciones piroclásticas se meteorizan rápidamente. Los bloques de lavas tipo AA tienen un proceso de alteración más veloz que los mantos de lava tipo pahoehoe (Winckell, 1997).

El paisaje de la mitad oriental de la isla San Cristóbal y las partes noreste y sur de la isla Santa Cruz se caracterizan por presentar relieves de suaves a moderados, mesetas de coladas basálticas de parcial origen submarino, pequeños conos de escorias cimerales y que no presentan construcciones volcánicas altas como en las otras islas. Estas áreas se caracterizan por presentar volcanes escudos, parcialmente erosionados, cuyas calderas son difíciles de identificar. En las dos islas se identifica una parte basal extensa con pendientes suaves, que van aumentando hacia la parte alta, con pendientes más fuertes y que gradualmente se juntan con los modelados cimerales planos a suavemente ondulados (Winckell, 1997).

5.3.2. Clima

Las islas Galápagos tienen las mismas condiciones climáticas que la región costera del Ecuador continental, es decir, tienen la influencia de importantes corrientes marinas antagónicas que modifican el clima: la corriente cálida del Niño por el Norte y las corrientes frías de Humboldt por el Sur y de Cromwell por el Este (Winckell, 1997; Chiriboga, *et al.*, 2006). Por esta razón, las islas presentan dos estaciones climáticas marcadas, la estación cálida que va de enero a mayo y la estación fría que se extiende de junio a diciembre (Chiriboga, *et al.*, 2006).

Por otro lado, la cantidad de lluvia de las islas está influenciada por la altura. Las partes altas, sobre los 200 m s. n. m., reciben precipitaciones mayores a 400 mm durante todo el año, mientras que en las partes bajas, a nivel del mar, y dependiendo del tipo de estación, reciben 200 mm de precipitación, en la estación cálida o menos durante la estación fría (**Cuadro 5.1**) (Trueman and d'Ozouville, 2010). Los datos de las estaciones meteorológicas ubicadas en la isla Santa Cruz demuestran que las precipitaciones son bajas a nivel del mar, sin embargo, las precipitaciones aumentan en las laderas expuestas a los vientos cargados de humedad (Winckell, 1997).

La oscilación de la corriente del sur tiene dos extremos, una fase cálida conocida como El Niño y una fase fría, conocida como La Niña. Este fenómeno afecta periódicamente las condiciones climáticas de las islas Galápagos. El Niño, que puede aparecer a partir de diciembre, incrementa la temperatura y las precipitaciones, mientras que la Niña reduce significativamente la temperatura y la precipitación (Trueman and d'Ozouville, 2010).

Cuadro 5.1. Promedios de temperatura y precipitación reportados por dos estaciones meteorológicas en la isla Santa Cruz (Estación Meteorológica Charles Darwin, 2014).

Época del año	Estación Puerto Ayora (a nivel del mar)		Estación Bellavista (a 200 m s. n. m.)	
	Temperatura °C	Precipitación (mm)	Temperatura °C	Precipitación (mm)
Cálida (enero a mayo)	26.2	274.7	24.9	696.3
Fría (junio a diciembre)	22.5	79.4	21.2	497.3

Existe una gradiente de temperatura en las islas que hace que la temperatura se reduzca en 0.65 °C por cada 100 m de incremento en altitud, condición que contrasta con los 0.3 °C por cada 100 m prevalente en el Ecuador continental (Huttel, *et al.*, 1999). Sin embargo, este dato no se puede extrapolar a las partes altas de las otras islas por falta de información, en estos sitios el promedio anual de temperatura sería de 0 °C a 1 800 m de altitud, si se aplicasen las relaciones de temperatura descritas para las islas (Huttel, 1997).

5.3.3. Vegetación

Se ha encontrado que en las Islas Galápagos existen 560 plantas nativas y 700 introducidas por los colonos y otras actividades antrópicas (Jäger, *et al.*, 2009). Por otro lado, la zonificación bioclimática de Galápagos demuestra que existe una relación estrecha entre los pisos climáticos y el tipo de vegetación (Black, 1973; Huttel, 1986). A continuación se presentan las zonas bioclimáticas definidas por Black (1973) que describen apropiadamente la distribución de la vegetación en las islas (**Figura 5.3**).

5.3.3.1. Zona Litoral (borde hidrohalofítico)

Esta zona está localizada a una altitud de entre 0 a 10 m s. n. m. y se caracteriza por tener plantas halofíticas que crecen expuestas al agua de mar y suelos muy salinos como manglares (*Rhizophora mangle*), arrayancillos (*Maytenus octogona*), manzanillos (*Hippomane mancinella*) y plantas suculentas pequeñas. Esta zona está conformada por áreas rocosas y playas arenosas.

5.3.3.2. Zona Seca (playa o faja seca)

Con una altitud que varía entre 10 y 100 m s. n. m., la vegetación de esta zona es xerofítica de gran resistencia y que ha logrado adaptarse las condiciones rocosas y a la falta de humedad. Predominan la tuna (*Opuntia galapageia*), cactus (*Jasminocereus thouarsii*), espinos blancos (*Scutia pauciflora*), palo santo (*Bursera graveolens*) y arbustos espinosos.

5.3.3.3. Zona Transicional (zona del pega pega)

La altitud en esta zona está en el rango de 100 a 180 m s. n. m. y la vegetación se caracteriza por ser xerofítica y mesófita de clima árido y húmedo. Se forman asociaciones entre algarrobos (*Acacia insulae-iacobi*), palo santo (*Bursera graveolens*), cactus (*Jasminocereus thouarsii*), uña de gato (*Zanthoxylum fagara*), helechos (*Elaphoglossum firmum*) y plantas epífitas.

5.3.3.4. Zona del Scalesia (región húmeda)

En esta zona la altitud varía de 180 a 400 m s. n. m., la vegetación es mesófita de plantas epífitas, helechos, lianas, pero aquí predominan las scalesias (*Scalesia affinis*), miconias (*Miconia robinsoniana*) y guayabillos (*Psidium galapageium*). En esta zona también se encuentran los cultivos de café (*Coffea arábica*), asociados con plátano (*Musa paradisiaca*) para sombra, y pastos naturales donde se cría ganado.

5.3.3.5. Piso Superior (zona de miconias, helechos)

La altitud de esta zona va de 400 a 550 m s. n. m. y en ella predominan los cacaotillos (*Miconia robinsoniana*), helechos arbóreos (*Cyathea weatherbyana*) y orquídeas. A partir de los 550 m s. n. m. la vegetación se caracteriza por la presencia de gramíneas como *Paspalum pinicillatum*, *Paspalum longepedunculatum*, *Panicum colonum*, *Calamagrostis pumila*, material vegetal semejante al que crece en los páramos andinos.

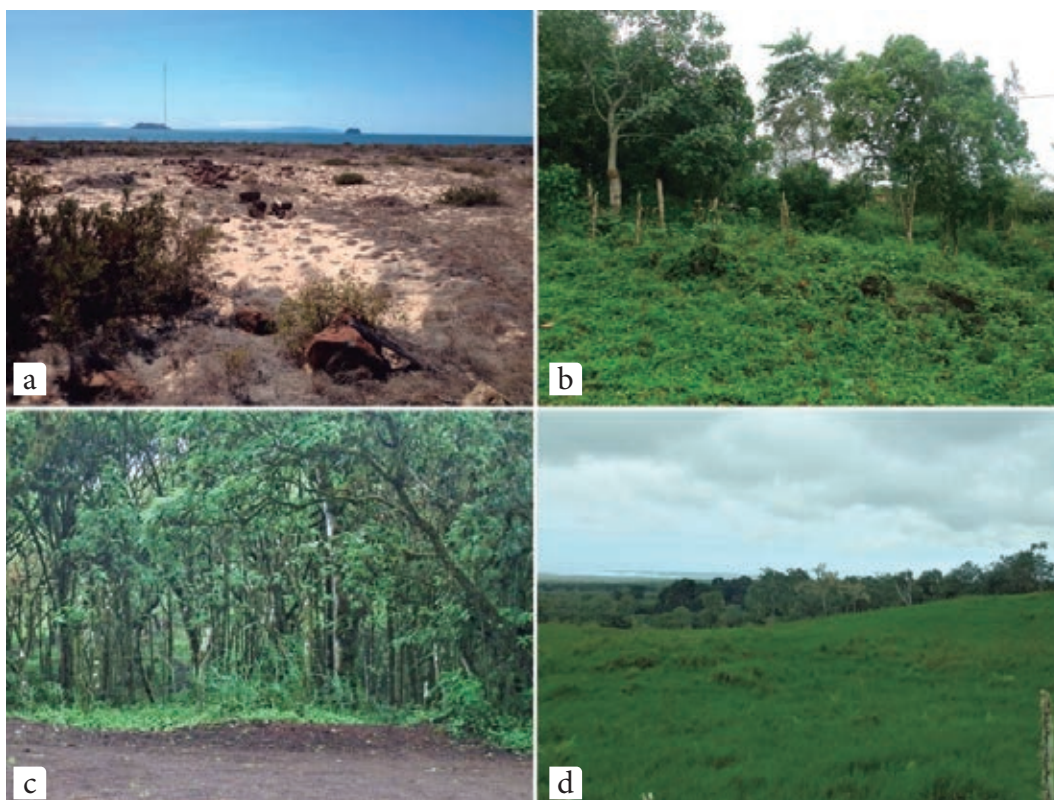


Figura 5.3. Vegetación típica de las islas Santa Cruz y San Cristóbal: a) vegetación de la zona litoral; b) vegetación de la zona transicional; c) zona del scalesia; d) pastos naturales y gramíneas (Fotos de Carla Lasso).

5.4. Suelos de la Isla Santa Cruz

Los estudios realizados por el grupo PRONAREG-ORSTOM-INGALA en la Isla Santa Cruz identificaron tres zonas distintas (PRONAREG, 1987): a) parte alta muy húmeda y templada, b) parte intermedia húmeda y cálida y c) parte baja seca a muy seca y cálida. Estas zonas se definieron basándose en la relación que existe entre pisos altitudinales, clima y vegetación, es decir, se tomaron en cuenta los factores determinantes para la formación de los suelos.

Las principales características de estos suelos provienen de la alteración de los relativamente recientes depósitos piroclásticos en diferentes condiciones de altitud, clima y vegetación. En la **Figura 5.4** se presenta una fotografía de un paisaje típico y en la **Figura 5.5** el mapa de suelos de la isla Santa Cruz.



Figura 5.4. Paisaje de la isla Santa Cruz: construcciones volcánicas bien conservadas, planicies onduladas (Foto de Gustavo Tapia).

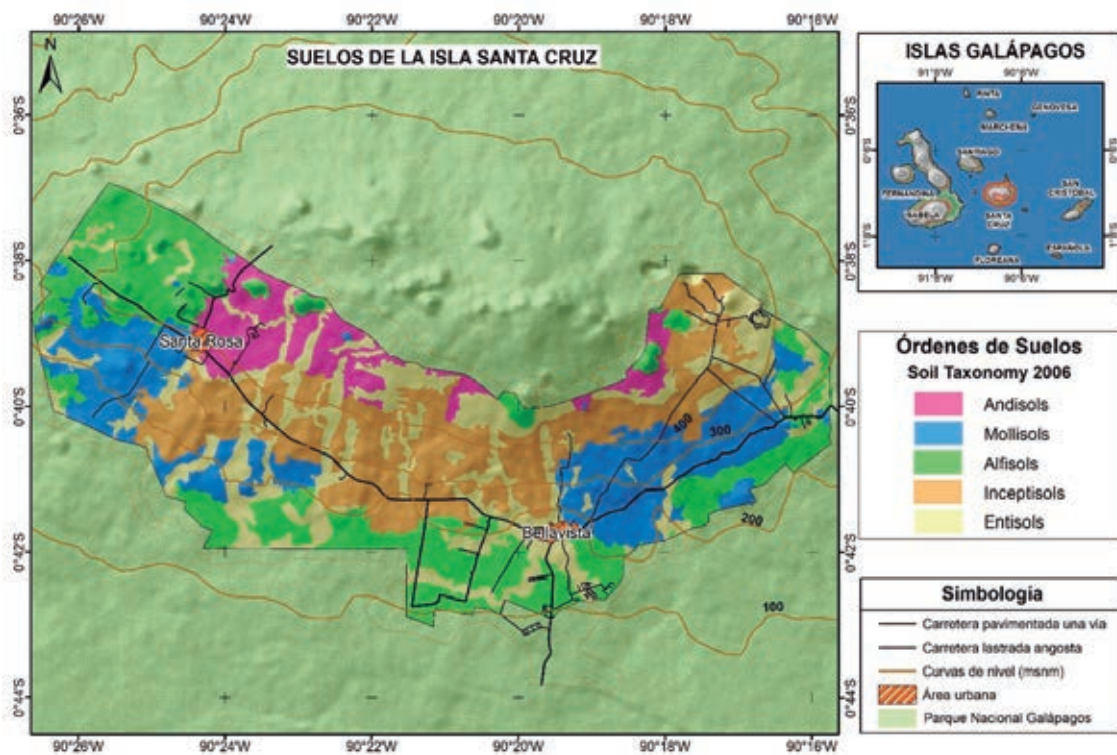


Figura 5.5. Mapa de suelos de la isla Santa Cruz (PRONAREG, 1987; SIGTIERRAS, 2011).

5.4.1. Parte alta muy húmeda y templada

Esta sección de los suelos de la isla, que se encuentra en la zona de las miconias y asciende hacia la zona de gramíneas, recibe una precipitación que varía de 800 a 1 800 mm y alcanza temperaturas que van de 21 a 19 °C (SIGTIERRAS, 2011). El paisaje se caracteriza por la presencia de pequeños conos volcánicos bien conservados junto a otros en proceso de destrucción, relieves planos a ligeramente ondulados con acumulación de piroclastos y cenizas y evidencia de canales de escurrimientos con afloramientos rocosos y depósitos coluviales con depósitos areno-limo-gravillosos (**Figura 5.6**). Los paisajes de esta zona son, en muchos aspectos, parecidos a los páramos andinos (Winckell, 1997).



Figura 5.6. Parte alta muy húmeda y templada, con suelos de color pardo rojizo y presencia de grandes fragmentos de roca (Foto de Carla Lasso).

En esta zona la influencia de la roca basáltica va desapareciendo y se pueden observar fragmentos de roca basáltica en medio de los depósitos piroclásticos. Este cambio se evidencia en las características de los suelos que presentan pH ligeramente ácido a ácido, baja saturación de bases, contenidos constantes de carbono orgánico y presencia de alófana (**Cuadro 5.2**) (Laurelle, 1966).

Cuadro 5.2. Características del perfil de suelo descrito por la Misión Geopedológica de la Universidad de Ghent (Laurelle, 1966), que se clasifica como Andisol (Soil Survey Staff, 2006).

Horizontes	Profundidad (cm)	Descripción
A11	0-6	Color en húmedo: pardo muy oscuro (10YR 2/2); textura: arcillosa; estructura: granular, muy friable a friable; pH: 6.0; humífero; CIC: 66 cmol kg ⁻¹ ; saturación de bases: 4.3 %.
A12	6-20	Color en húmedo: pardo oscuro (10YR 3/3); textura: ligeramente arcillosa; estructura: masiva, muy friable pH: 6.2; menos humífero; CIC: 69 cmol kg ⁻¹ ; saturación de bases: 5.3 %.
C	20-90	Color primario en húmedo: pardo amarillento oscuro (10YR 3/4) y color secundario en húmedo: pardo amarillento oscuro (10YR 4/4); estructura: masiva, muy friable a friable, presencia de muchas tobas; pH: 6.0; CIC: 47 cmol kg ⁻¹ ; saturación de bases: muy baja.

Los suelos de esta zona se clasifican como Andisoles y tienen las siguientes características: color pardo amarillento, franco limosos, medianamente profundos, moderada reacción al NaF, densidad aparente menor a 0.9 g cm⁻³ y pH ligeramente ácido. En las faldas de los conos volcánicos se pueden encontrar suelos clasificados como Typic Hapludands, mientras que en zonas coluviales se encuentran Lithic Hapludands con presencia de fragmentos gruesos (SIGTIERRAS, 2011).

5.4.2. Parte intermedia húmeda y cálida

Los suelos de esta zona están ubicados entre 200 y 400 m s. n. m., con precipitaciones de 800 a 1 000 mm y temperaturas de 21 a 23 °C (SIGTIERRAS, 2011). Corresponden al gran paisaje de vertientes conformado por superficies de lava poco disectadas y canales de escurrimiento donde se acumulan depósitos coluvio aluviales (Winckell, 1997). Debido a su ubicación, las lavas de esta zona presentan mayor alteración y los afloramientos rocosos presentan superficies muy desgastadas con recubrimiento parcial de material piroclástico (Figura 5.7) (SIGTIERRAS, 2011).



Figura 5.7. Parte intermedia húmeda cálida, desarrollo de Scalesias sobre roca (Foto de Carla Lasso).

Esta zona se caracteriza por presentar material basáltico meteorizado mezclado con varios depósitos de material piroclástico. Se identificaron dos tipos de suelos caracterizados por tener una secuencia de horizontes A/B/C, pero uno de ellos presenta un horizonte B con una estructura desarrollada -Bw- (Inceptisol), mientras que el otro se caracteriza por presentar un horizonte B enriquecido con arcilla -Bt- (Alfisol) (Laurelle, 1966).

Por otro lado, los estudios realizados por PRONAREG demostraron que los suelos predominantes de esta zona pertenecen al subgrupo Typic Dystrudepts (Soil Survey Staff, 1975), orden Inceptisoles (hasta 1987). Son suelos pardo rojizos, franco arcillo-limosos, con ligera reacción al NaF, moderadamente profundos, con una saturación de bases menor al 50 %, pH ligeramente ácido y fertilidad mediana. Este tipo de suelos se observa en las superficies de lava de pendiente ligera, mientras que en los depósitos coluvionados, con presencia de gravilla y afloramientos rocosos, correspondientes a los flujos de lava, se pueden encontrar suelos clasificados como Lithic Dystrudepts (PRONAREG, 1987).

La presencia de la roca basáltica sobre la cual se desarrollaron estos suelos se evidencia en el pH y en la saturación de bases. La presencia de material piroclástico es responsable de su textura (Laurelle, 1966). Adicionalmente, el estudio de PRONAREG encontró Alfisoles, cuyo subgrupo más representativo es el Typic Hapludalfs y Mollisoles con predominancia del subgrupo Typic Argiudolls (PRONAREG, 1987), coincidiendo con la caracterización de los suelos hecha por la Misión Geopedológica de Ghent (**Cuadro 5.3**).

Cuadro 5.3. Características del perfil de suelo descrito por la Misión Geopedológica de la Universidad de Ghent (Laurelle, 1966), que se clasifica como Argiudolls (Soil Survey Staff, 1975; PRONAREG, 1987).

Horizontes	Profundidad (cm)	Descripción
A11	0-5	Color en húmedo: pardo oscuro (7.5YR 3/2); textura: franco limosa; estructura: granular fuerte, muy friable a friable; pH: 7.4; humífero; CIC: 50 cmol kg ⁻¹ ; saturación de bases: 72 %.
A12	5-13	Color en húmedo: pardo oscuro (7.5YR 3/2); textura: franco limosa; estructura: granular moderada, firme, con pocos fragmentos de roca; pH: 7.0; humífero; CIC: 51 cmol kg ⁻¹ ; saturación de bases: 57.5 %.
Bt	13-40	Color en húmedo: pardo (10YR 4/3); textura: franco limosa; estructura: bloques subangulares finos de grado moderado, con recubrimientos de arcilla en los poros y muchos fragmentos pequeños y medianos de roca; pH: 6.8; CIC: 36 cmol kg ⁻¹ ; saturación de bases: 74 %.
C	40-75	Color en húmedo: pardo rojizo (5YR 4/4); estructura: material tobáceo mezclado con cenizas; pH: 6.5; CIC: 37 cmol kg ⁻¹ ; saturación de bases: 68 %.

5.4.3. Parte baja seca a muy seca y cálida

Esta zona se encuentra ubicada entre 100 y 200 m s. n. m., recibe precipitaciones de 600 a 800 mm y tiene temperaturas promedio de 24 °C (SIGTIERRAS, 2011). Los suelos en esta zona se encuentran en superficies onduladas producto de los flujos de lava del tipo Pahoehoe. Estas emisiones antiguas, de débil meteorización, están colonizadas por vegetación arbustiva (Winckell, 1997).

Los suelos representativos de esta zona son los Alfisoles, seguidos en importancia por Mollisoles y Entisoles. Los Alfisoles, que se desarrollaron sobre superficies de lava ondulada, corresponden al subgrupo Vertic Haplustalfs, se caracterizan por tener color pardo rojizo, textura arcillosa, moderadamente profundos, presencia de grietas, saturación de bases > 50 %, CIC > 30 cmol kg⁻¹, pH 7.2 y mediana fertilidad (PRONAREG, 1987). Dentro de los Mollisoles se destaca el subgrupo Lithic Argiustolls ubicado en vestigios de conos poco conservados que aparecen sobre superficies onduladas (**Figura 5.8** y **Cuadro 5.4**). En los Entisoles, el subgrupo más destacado es el Typic Ustorthents que está localizado en vertientes de pendientes moderadas con presencia de muchos fragmentos gruesos y afloramiento de rocas. Estos

suelos se caracterizan por tener una secuencia de horizontes A/C desarrollados principalmente sobre arcillas alteradas de rocas basálticas (PRONAREG, 1987), el rango de pH y de saturación de bases va de 6.5 a 7.5 y de 70 a 85 %, respectivamente. La fracción de arcilla contiene halloysita y esmectita, con menores cantidades de feldspatos. Micromorfológicamente, se evidencia la presencia de revestimientos de arcilla, indicando que existen procesos de iluviación (Stoops, 2014).

Cuadro 5.4. Características del suelo descrito por la Misión Geopedológica de la Universidad de Ghent (Laurelle, 1966), que se clasifica como Argiustolls (Soil Survey Staff, 1975; PRONAREG, 1987).

Horizontes	Profundidad (Cm)	Descripción
A11	0-20	Color en húmedo: pardo rojizo oscuro (5YR 2.5/2); textura: arcillosa; estructura: granular fuerte, con pequeños revestimientos en los poros; pH: 7.1; humífero; CIC: 59 cmol kg ⁻¹ ; saturación de bases: 78.3 %.
A12	20-36	Color en húmedo: pardo rojizo oscuro (5YR 3/2); textura: arcilla pesada; estructura: masiva, con muchos fragmentos de roca meteorizada; pH: 6.8; menos humíferos; CIC: 31.1 cmol kg ⁻¹ ; saturación de bases: 64 %.
Bt	36-70	Color en húmedo: pardo muy oscuro (10YR 2/2); textura: arcillosa; estructura: bloques angulares gruesos de grado débil, muy firme y compacta, con recubrimientos de arcilla a través y dentro de los agregados, de difícil penetración para las raíces; pH 6.7; CIC 50.9 cmol kg ⁻¹ ; saturación de bases: 89 %.
R	70+	Material parental inalterado.



Figura 5.8. Corte de un suelo con presencia de muchas rocas clasificado como Lithic Argiustolls (Foto de Gustavo Tapia)

Como se indicó anteriormente, las áreas donde se desarrollaron los estudios edafológicos son aquellas donde se realizan actividades agrícolas, que son una pequeña porción del área total de la isla. Las regulaciones de conservación no permiten que se expandan las áreas agrícolas en las islas Galápagos. En el **Cuadro 5.5** se presentan los porcentajes de cada uno de los órdenes de suelos ubicados en la tierra ocupada por actividad agrícola en la isla Santa Cruz.

Cuadro 5.5. Órdenes de suelos encontrados en la tierra de uso agrícola de la isla Santa Cruz. (SIGTIERRAS, 2011).

Órdenes (Soil Survey Staff, 2006)	%
Alfisol	25.9
Andisol	8.1
Entisol	23.1
Inceptisol	23.0
Mollisol	19.9

5.5. Suelos de la Isla San Cristóbal

El área donde se desarrollan actividades agrícolas en isla San Cristóbal ocupa el 17.7 % del área total de la isla. En esta área se identifican cuatro zonas: a) parte alta temperada húmeda y muy húmeda, b) parte intermedia húmeda y cálida, c) parte baja seca y cálida y d) parte baja muy seca a árida y cálida. Estas zonas están clasificadas conforme a la relación existente entre los factores de formación de los suelos como pisos altitudinales, clima y vegetación.

El paisaje en la parte alta de la isla está conformado por planicies onduladas cimeras, con presencia de construcciones de escorias bien conservadas, relieves fuertes y moderados. La parte baja se encuentra conformada por vertientes suaves en los flancos inferiores y valles coluvio aluviales. La parte occidental de la isla está constituida por un antiguo volcán escudo sin actividad reciente, cuya caldera va desapareciendo. Los suelos de esta área presentan un estado más avanzado de evolución morfológica (Winckell, 1997).

La isla San Cristóbal es más antigua que la Isla Santa Cruz, por lo tanto, los procesos pedogénéticos son mucho más avanzados (Stoops, 2014). Son suelos rojos altamente cohesivos que se encuentran desde las partes altas muy húmedas hasta las partes bajas secas (Franz, 1980). En la mayoría de paisajes predominan los Alfisoles, pero también se reporta la presencia de pequeñas áreas con Entisoles, principalmente en los valles coluvio aluviales donde se acumulan depósitos areno-limosos con gravillas (Winckell, 1997).

5.5.1. Parte alta húmeda y parte alta muy húmeda, templadas

Esta zona se encuentra sobre los 410 m s. n. m., con precipitaciones > a 1 200 mm y temperaturas de 21 a 18 °C (SIGTIERRAS, 2011). Se caracteriza por presentar superficies onduladas con presencia de pequeños edificios cónicos bien conservados, conformados por abundantes proyecciones de escorias y lapillis, responsables de la cobertura piroclástica en la cima (Winckell, 1997). Estudios de la mineralogía de esta zona encontraron altos contenidos de gibsita asociados con arcillas tipo 1:1, como la caolinita y algunas veces asociados a hematita (Adelinet, *et al.*, 2008). Las partes altas de la isla San Cristóbal, a diferencia de otras islas, presentan fuerte humedad atmosférica y altas precipitaciones, condiciones climáticas que se evidencian en la vegetación constituida principalmente por *Myconias* (*Miconia robinsoniana*) (Winckell, 1997).

Los estudios realizados por PRONAREG (1987) encontraron que los suelos de esta zona son de color rojizo, textura arcillosa, moderadamente profundos a profundos sobre roca basálticas, pH 5.3, CIC < 24 cmol kg⁻¹ y saturación de bases < 50 %, características que permiten clasificarlos como Alfisoles, subgrupo Typic Rhodudalfs. Estos suelos están presentes en los conos escoriáceos y en superficies de disección variable donde existe material piroclástico bien meteorizado. También se identificaron, en menor proporción, Inceptisoles, subgrupo Oxic Dystrudepts, de texturas franco arcillo limosas y con presencia de gravas, con las mismas características químicas de los suelos presentes en las superficies onduladas de esta zona.

En la descripción del suelo del **Cuadro 5.6** se destaca la presencia de horizontes úmbrico y argílico, además de características ándicas y una densidad aparente > 1 g cm⁻³ (ISRIC, 1993).

Cuadro 5.6. Características del perfil de suelo descrito por Kauffman y del Posso (ISRIC, 1993), que se clasifica como Typic Rhodudalfs (Soil Survey Staff, 2006).

Horizontes	Profundidad (cm)	Descripción
Ah	0-12	Color en húmedo: pardo rojizo oscuro (5YR 3/4); textura: arcillosa; estructura, ligeramente adherente y plástica: bloques subangulares finos y medios de grado moderado, con muchos poros finos tubulares; pH: 4.4; carbono orgánico: 5.1 %; CIC: 31 cmol kg ⁻¹ ; saturación de bases: 5 %.
Bts1	12-95	Color en húmedo: rojo oscuro (2.5YR 3/6); textura: arcillo limosa, ligeramente adherente y plástica; estructura: bloques subangulares finos a medios de grado moderado, con presencia de cutanes de arcilla y sesquióxidos; pH: 4.8; carbono orgánico: 1.4 %; CIC: 20.3 cmol kg ⁻¹ ; saturación de bases: 1 %.
Bts2	95-142	Color en húmedo: rojo oscuro (2.5YR 3/6); textura: franco limosa, ligeramente adherente y plástica; estructura: bloques subangulares finos y medios de grado moderado, muy friable, con cutanes de arcilla y sesquióxidos; pH: 4.7; carbono orgánico: 0.4 %; CIC: 20 cmol kg ⁻¹ ; saturación de bases: 1 %.
C	142-200	Color en húmedo: pardo rojizo (5 YR 4/4); textura: franco limosa; estructura masiva porosa, muy friable, con presencia de fragmentos fuertemente meteorizados de basalto y pómez; pH: 4.8; carbono orgánico: 0.2 %.

5.5.2. Parte intermedia húmeda y cálida

Esta zona se localiza entre 300 a 410 m s. n. m., con precipitaciones de 800 a 1 200 mm y temperaturas de 22 a 21 °C (SIGTIERRAS, 2011). Se observan superficies planas a ligeramente onduladas, con presencia de valles e interfluvios que constituyen la red de drenaje durante la estación lluviosa. Estos canales de escurrimiento se caracterizan por presentar fuertes entalladuras, heredadas de un periodo más húmedo, con escurrimientos importantes que produjeron excavaciones de magnitud (Winckell, 1997). Los suelos de esta zona se clasifican como Alfisoles con características vérticas (Vertic Hapludalfs) que se desarrollaron sobre las superficies planas y ligeramente onduladas, caracterizadas por tener color pardo rojizo, textura arcillosa, profundos, con presencia de grietas, saturación de bases > 50 % , CIC < 24 cmol kg⁻¹ y pH 6.2 (PRONAREG, 1987).

5.5.3. Parte baja seca y cálida

Esta zona se localiza entre 200 a 300 m s. n. m., con precipitaciones de 600 a 1 000 mm y temperaturas de 23 a 22 °C (SIGTIERRAS, 2011). El paisaje está compuesto por vertientes suaves, planicies poco inclinadas y disectadas por los valles coluvio aluviales que vienen desde las partes cimera (Winckell, 1997). Los suelos de esta zona se clasifican como Alfisoles, subgrupo Vertic Haplustalfs, de color pardo rojizo, franco arcillo limosos a arcillosos (con presencia de esmectitas), profundos, generalmente agrietados, pH ligeramente ácido, saturación de bases > 50 % y CIC de ~ 24 cmol kg⁻¹ (Adelinet, *et al.*, 2008). En el perfil que se presenta del **Cuadro 5.7** se observa la presencia de características vérticas y un horizonte argílico (ISRIC, 1993).

Cuadro 5.7. Características del perfil de suelo descrito por Kauffman y del Posso (ISRIC, 1993), que se clasifica como Vertic Haplustalfs (Soil Survey Staff, 2006).

Horizontes	Profundidad (cm)	Descripción
Ah	0-10	Color en húmedo: pardo rojizo oscuro (5YR 3/2); textura: arcillosa, adherente y plástica; estructura: bloques subangulares finos a medios de grado moderado y granular tamaño medio de grado moderado, con pocos fragmentos de basalto muy meteorizados; pH: 6.5; carbono orgánico: 6.8 %; CIC: 50 cmol kg ⁻¹ ; saturación de bases 96 %.
BA	10-30	Color en húmedo: pardo rojizo oscuro (5YR 3/4); textura: arcillosa, adherente y plástica; estructura: bloques angulares medios y gruesos de grado fuerte, con pocos fragmentos de basalto medianos fuertemente meteorizados; pH: 6.3; carbono orgánico: 1.9 %; CIC: 31 cmol kg ⁻¹ ; saturación de bases: 87 %.
Bt	30-67	Color en húmedo: rojo amarillento (5YR 4/6); textura: arcillosa, adherente y plástica; estructura: bloques angulares gruesos de grado fuerte, finos y medios; pH: 5.4; carbón orgánico: 0.9 %; CIC: 38 cmol kg ⁻¹ ; saturación de bases: 78 %.
C	67-150	Color en húmedo: pardo fuerte (7.5YR 5/6); textura: franco arcillo arenosa; estructura: masiva porosa, muy friable, con presencia de muchos fragmentos de basalto fuertemente meteorizados; pH: 6.1; carbono orgánico: 0.3 %; CIC: 44.8 cmol kg ⁻¹ ; saturación de bases: 90 %.

5.5.4. Parte baja muy seca a árida y cálida

Esta zona está ubicada a una altitud < 100 m s. n. m., con precipitaciones < 600 mm y temperaturas de 25 a 23 °C (SIGTIERRAS, 2011). Se caracteriza por presentar vertientes suaves poco disectadas, provenientes de emisiones volcánicas antiguas que fueron colonizadas por vegetación arbustiva que cubre las zonas áridas y secas. La meteorización fue débil debido al clima, por esta razón, se observan en la superficie afloramientos rocosos y facies más arcillosas y rojizas ricas en grava y gravilla (Winckell, 1997). La mayoría de los suelos de esta zona se clasifican como Alfisoles (**Figura 5.9**), subgrupo Lithic Haplustalfs, pardo rojizos, franco arcillo limosos, poco profundos (contacto con el material parental), pH ligeramente ácido, saturación de bases > 50 % y CIC ~ 24 cmol kg⁻¹ (PRONAREG, 1987). El **Cuadro 5.8** se detalla la distribución de los suelos de la isla San Cristóbal.

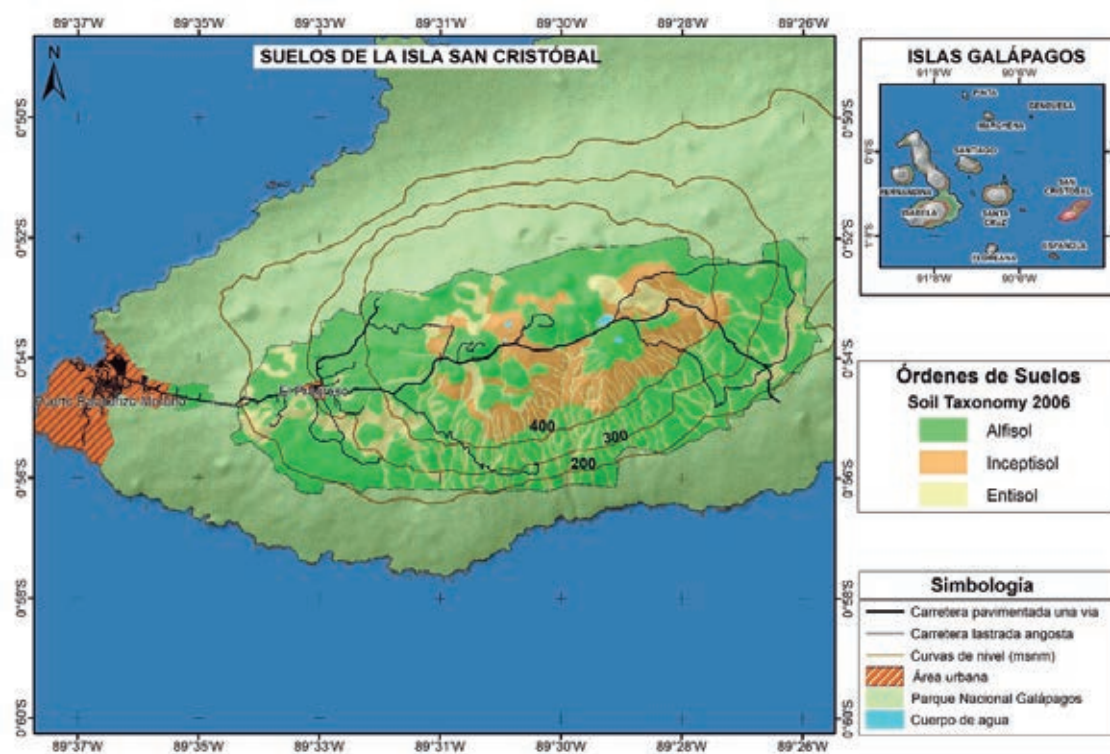


Figura 5.9. Mapa de suelos de la isla San Cristóbal (PRONAREG, 1987; SIGTIERRAS, 2011).

Cuadro 5.8. Órdenes de suelos encontrados en la tierra de uso agrícola de la isla San Cristóbal (SIGTIERRAS, 2011).

Órdenes (Soil Taxonomy 2006)	%
Alfisol	65.1
Entisol	20.8
Inceptisol	14.1

5.6. Referencias Bibliográficas

- Acosta Solís, M. 1979. Galápagos y su naturaleza: Geografía, ecología y conservación. IPGH. Quito, Ecuador.
- Adelinet, M., J. Fortin, N. d'Ozouville and S. Violette. 2008. The relationship between hydrodynamics properties and weathering of soils derived from volcanic rocks, Galapagos Islands (Ecuador). *Environmental Geology* 56(1): 45-58. <https://doi.org/10.1007/s00254-007-1138-3>
- Black, J. 1973. Galápagos: archipiélago del Ecuador. Fundación Charles Darwin/ World Wild Fund. Quito, Ecuador.
- Bristow, C. y R. Hoffstetter. 1977. *Léxico Estratigráfico del Ecuador*. Centre National de la Recherche Scientifique. París, Francia.
- Candra, I.N., M.H. Gerzabek, F. Ottner, J. Tintner, K. Wriessnig and F. Zehetner. 2019. Weathering and soil formation in rhyolitic tephra along a moisture gradient on Alcedo Volcano, Galápagos. *Geoderma* 343: 215-225. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.01.051>

- Chiriboga, R., B. Fonseca y S. Maignan. 2006. Zonificación agroecológica de las zonas agropecuarias en relación con las especies invasoras. En: INGALA (ed). Proyecto ECU/00/G31: Especies invasoras de las Galápagos. MAE, INGALA, UNDP. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- Congreso Nacional. 2001. Ley Especial para la Provincia de Galápagos. Resolución Legislativa No. 22-058, publicada en Registro Oficial 280. Registro Oficial del Gobierno de Ecuador. Quito, Ecuador. <https://www.registroficial.gob.ec/index.php/registro-oficial-web/publicaciones/registro-oficial/item/4506-registro-oficial-no-280.html>
- Estación Meteorológica Charles Darwin. 2014. Anuario Meteorológico. INAMHI. Santa Cruz, Galápagos, Ecuador.
- Eswaran, H., G. Stoops and P. de Paepe. 1973. A contribution to the study of soil formation on isla Santa Cruz, Galápagos. Bulletin de la Societé Belge de Pédologie 13: 100-122.
- Franz, H. 1980. Old soils and land surfaces on the Galápagos Islands. Geo Journal 4(2): 182-184. <https://doi.org/10.1007/BF00705525>
- Gerzabek, M.H., A. Bajraktarevic, K. Keiblinger, A. Mentler, M. Rechberger, J. Tintner, *et al.* 2019. Agriculture changes soil properties on the Galápagos Islands—two case studies. Soil Research 57(3): 201-214. <https://doi.org/10.1071/SR18331>
- Granda, M. y G. Choez. 2013. Población y migración en Galápagos. In: DPNG, CGREG, FCD and GC (eds). Informe Galápagos 2011- 2012. DPNG-CGREGE-FCD-GC. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador. <https://www.galapagos.org/wp-content/uploads/2019/09/2013-6-HUMAN-SYS-pop-migration.leon-salazar.pdf>
- Huttel, C. 1986. Zonificación Bioclimatológica y Formaciones Vegetales en las Islas Galápagos. Revista Cultura.
- Huttel, C. 1997. Las grandes regiones climáticas y sus formaciones vegetales naturales En: A. Winckell, R. Marocco, T. Winter, C. Huttel, P. Pourrut, C. Zebronski y M. Sourdat (eds).
- Paisajes naturales del Ecuador: las condiciones generales del medio natural. CEDIG - IPGH - IRD - IGM. Quito. <https://bit.ly/2m3acjf>
- Huttel, C., C. Zebronski, P. Gondard y J. Bourliaud. 1999. Paisajes agrarios de Ecuador. IFEA-IGM-IPGH-IRD-PUCE. Quito, Ecuador. <https://bit.ly/2kozCEL>
- ISRIC. 1993. Soil Reference Profiles of Ecuador: Field and Analytical Data. ISRIC (International Soil Reference Information Centre). Wageningen.
- Jäger, H., I. Kowarik and A. Tye. 2009. Destruction without extinction: long-term impacts of an invasive tree species on Galápagos highland vegetation. Journal of Ecology 97(6): 1252-1263. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2009.01578.x>
- Laurelle, J. 1966. Study of a soil sequence on Idefatigable Island. In: Symposia of the Galápagos International Scientific Project. University of California Press. California.
- Ministerio del Ambiente. 2014. Parque Nacional Galápagos. Disponible en <http://www.ambiente.gob.ec/parque-nacional-galapagos/>
- PRONAREG. 1987. Inventario cartográfico de los recursos naturales, geomorfología, vegetación y biofísicos de las Islas San Cristóbal y Santa Cruz. PRONAREG - INGALA. Quito, Ecuador.
- Rial, M., A. Martínez-Cortizas, T. Taboada and L. Rodríguez-Lado. 2017. Soil organic carbon stocks in Santa Cruz Island, Galapagos, under different climate change scenarios. Catena 156: 74-81. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2017.03.020>

- Sallarés, V., P. Charvis y A. Calahorrano. 2009. Naturaleza y formación de la Provincia volcánica de Galápagos. En: J. Collot, V. Sallares y N. Pazmiño (eds). Geología y geofísica marina y terrestre del Ecuador desde la Costa Continental hasta las Islas Galápagos. CNDM-IRD-INOCAR. Guayaquil, Ecuador. p. 203-221. <https://www.igepn.edu.ec/publicaciones-para-la-comunidad/36-geologia-y-geofisica-marina-y-terrestre-del-ecuador>
- SIGTIERRAS. 2011. Cartografía temática de los cantones: San Cristobal y Santa Cruz. MAGAP. Quito, Ecuador.
- Soil Survey Staff. 1975. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Agricultural Handbook N° 436. Soil Conservation Service, US Department of Agriculture. Washington DC, USA. <http://bit.ly/2T163rd>
- Soil Survey Staff. 2006. Keys to soil taxonomy. 10th ed. USDA - NRCS. Washington DC, USA. <http://bit.ly/2kEtubf>
- Stoops, G. 2014. Soils and paleosoils of the Galápagos Islands: What we know and what we don't know. A meta-analysis University of Hawai Press. Hawai, USA. <https://doi.org/10.2984/68.1.1>
- Taboada, T., L. Rodríguez-Lado, C. Ferro-Vázquez, G. Stoops and A. Martínez-Cortizas. 2016. Chemical weathering in the volcanic soils of Isla Santa Cruz (Galápagos Islands, Ecuador). Geoderma 261: 160-168. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.07.019>
- Trueman, M. and N. d'Ozouville. 2010. Characterizing the Galapagos terrestrial climate in the face of global climate change. Galapagos Research 67: 26-37.
- Winckell, A. 1997. Los paisajes de las Islas Galápagos. En: A. Winckell, C. Zebrowski y M. Sourdat (eds). Los paisajes naturales del Ecuador: Las regiones y paisajes del Ecuador. CEDIG-IPGH-IRD. Quito.

SUELOS DEL ECUADOR CLASIFICACIÓN, USO Y MANEJO



CONTACTOS:

- Dirección: (593-2) 3 975 100 est. 2102
- Subdirección: (593-2) 3 975 100 est. 2109
- Geoinformación: (593-2) 3 975 100 est. 4448
- Mercadotecnia: (593-2) 3 975 100 est. 2509/2517
- Comunicación Social: (593-2) 3 975 100 est. 2505/2506
- Pbx: (593-2) 3 975 100

Síguenos en:



Quito: Av. Seniergues E4-676 Y Gral. T. Paz y Miño - El Dorado

Instituto Geográfico Militar

www.geograficomilitar.gob.ec / www.geoportal.gob.ec

ISBN: 978-9942-22-557-3

