

Capítulo 3:

Estudios de suelo realizados en la región de Magallanes

Sergio Radic-Schilling,

Ing. Agrónomo. M.Sc., Ph.D.
Universidad de Magallanes

Jorge Ivelic-Sáez

Ing. Agrónomo. M.Sc.
Universidad Austral de Chile

Susana Valle T.

Ing. Agrónoma. Dr. en Cs. Agr.
Universidad Austral de Chile

Mirna Navarro N.

Ing. Agrónoma
Universidad de Magallanes

La Región de Magallanes y de la Antártica Chilena está ubicada en el extremo sur de Chile, siendo la más extensa del país. Posee una extensión de 13 millones de hectáreas (ha) aproximadamente, de las cuales 5.357.442 ha tienen relación con predios de uso agropecuario (INE, 2007). Los suelos de Magallanes están constituidos por materiales de origen glacial y fluvioglacial, depositados sobre un subsuelo formado por arenisca y arcillas del terciario. Las texturas son variables, siendo común las franco-arenosas y franco-arcillo-arenosas en superficie (Sáez, 1994). Las bajas temperaturas de primavera y verano influyen en una baja velocidad de mineralización, lo que a su vez resulta en una acumulación de materia orgánica mayor a la esperada para esa pluviometría. Lo anterior, junto a la calidad del material vegetal depositado, se asocia con una deficiencia crónica de nitrógeno disponible, en la mayoría de los suelos de la región (Covacevich y Ruz, 1996).

Existe una amplia gama de estudios agrológicos de la región, en donde se esquematizan, describen y caracterizan las diversas áreas de suelos que se encuentran en el territorio austral. Uno de los primeros estudios fue el de Díaz et al. (1959-1960) quienes describieron los grandes grupos de suelo de Magallanes, señalando información de las características geológicas, climáticas, hidrológicas y de vegetación. También incluyeron una clasificación de suelo, utilizando como unidad cartográfica el "Gran Grupo", donde describieron varias series y señalaron diferentes factores que afectan el uso de los suelos, atendiendo de manera general a

las diversas relaciones entre suelo-clima, vegetación y topografía, las que tienen una influencia visible sobre el uso de los terrenos. Asimismo, consideraron información relevante sobre la erosión, fertilidad de los suelos y el manejo de los pastos. Años más tarde, sobre la base del estudio antes mencionado, el IREN (1968) realizó un informe de las asociaciones de Suelos de la Provincia de Magallanes (zona continental) que incluye las diferentes asociaciones de suelo, describiendo cada serie y señalando la ubicación, área, topografía, material de origen, pluviometría, vegetación natural, drenaje, erosión y la descripción del perfil.

El interés de investigar cómo se relaciona la vegetación característica de la Región de Magallanes aumentó con la aparición de nuevos estudios; el hecho de que Díaz et al. (1959-1960) señalaran en su escrito que **existe una verdadera interdependencia entre la vegetación y los suelos, los que están afectados por el clima**, en donde la distribución de lluvias repartida equitativamente en las cuatro estaciones del año, la baja temperatura y la alta intensidad de los vientos, son factores que afectan el crecimiento de las plantas; además de ser información crucial para una evaluación integral de los niveles de fertilidad de dichos suelos. Uno de los estudios que destacaron fue el realizado por Schenkel et al. (1973), quienes realizaron una recolección de suelo de diversos sectores de la provincia de Magallanes, para posteriormente realizar estudios en contenedores. De dicho informe se logra extraer información como el diagrama de fertilidad de la provincia de Magallanes, señalando los niveles de fertilidad de los macro y micronutrientes de las zonas analizadas. Años más tarde nace una necesidad de información actualizada y completa de clasificación de suelo, ya que si bien existía la realizada por Díaz et al. (1959-60), dicha clasificación se basó en la antigua Clasificación Americana, la que fue sustituida por la Taxonomía de Suelos (USDA-NRCS, 1999). Frederiksen (1988) realizó una clasificación de suelos, a los que dividió en semiáridos, subhúmedos, húmedos y peri-húmedos. Dicha descripción se basó en el área de Tierra del Fuego. Seis años después, Saéz (1994) generó una caracterización de la fertilidad de los suelos de la Región de Magallanes, estudio en el que se clasificó y detalló las agrupaciones de suelo, mediante sus características físicas y químicas como el contenido de arcilla, la acidez, salinidad, disponibilidades de nutrientes, tales como Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Azufre, Calcio y Magnesio; disponibilidad de micronutrientes como Hierro, Manganeso, Cobre, Cinc, Boro y Molibdeno; estas agrupaciones de suelo fueron caracterizados en suelos castaños, praderas, pardopodsoles, praderas alpinas, podzol y distintas clasificaciones de vegas. Unos años más tarde, la Comisión Nacional de Riego (CNR, 1997) realizó un "Estudio integral de riego y drenaje de Magallanes - XII región", en donde efectúa una descripción de la geología, geomorfología y suelos, en

el Volumen II del documento denominado “Introducción, aspectos metodológicos, caracterización general del área de estudio y estudios básicos”. Además, se refiere a las características físicas y morfológicas del pedón, la capacidad de uso, categoría de riego, clase de drenaje, salinidad y erosión para las series descritas en tres provincias de la región (Magallanes, Última Esperanza y Tierra del Fuego). Gracias a los trabajos mencionados es que en la actualidad se cuenta con información que ha sido clave para el desarrollo agronómico de los suelos de la región y con la que nacieron nuevas investigaciones afines, como lo fue la descripción detallada de la clasificación de vegas realizada por Filipová et al. (2010). Otro estudio importante en la región es la descripción de “Suelos asociados a tres comunidades vegetales de pastoreo importantes en la Patagonia Sur”, el que fue realizado por Valle et al. (2015), documento que entrega información fundamental de la morfología y las características químicas de los suelos bajo las principales comunidades de la estepa (murtillar, coironal, vega).

A continuación, se describirán las clasificaciones y fertilidad de los suelos realizados en la región.

Clasificaciones de suelo de Magallanes

Existen algunos trabajos realizados en la zona que presentaron clasificaciones de los suelos existentes, los que desarrollaremos en adelante para tres provincias de la región (Última Esperanza, Magallanes y Tierra del Fuego). Uno de los primeros fue el de Díaz et al. (1959-1960) titulado “Los grandes grupos de suelos de la provincia de Magallanes”.

Díaz et al. (1959-1960)

Uno de los primeros estudios de descripciones de grandes grupos fue realizada por Díaz et al. (1959-1960), quienes separaron y describieron diferentes series de suelos, las que se detallan a continuación, de manera general:

Suelos castaños. Este tipo de suelo se encuentra en la provincia de Magallanes y, parte, en la de Tierra del Fuego. Presenta suelo originado a partir de sedimentos glaciales antiguos y, en algunos casos, sedimentos glaciales recientes. También puede

presentar suelo originado a partir de cenizas volcánicas; el horizonte superficial es de textura liviana y posee mediana profundidad.

Suelos praderas. Se distribuyen en el continente y en la isla de Tierra del Fuego. El suelo fue originado a partir de sedimentos glaciales mezclados y, en algunos casos recientes, el horizonte superficial es de textura liviana, aunque en ocasiones todo el perfil presenta texturas medias a pesadas. El suelo es de profundidad media, aunque a veces suele ser un suelo delgado.

Suelos de tránsito pradera-planosol. Se distribuyen principalmente en la isla de Tierra del Fuego y en sectores más reducidos del continente, en las zonas vecinas al estrecho de Magallanes. Presenta suelo originado a partir de sedimentos glaciales antiguos, mezclados. En algunos casos, presenta suelo originado a partir de sedimentos glacio-lacustres y a partir de tobas volcánicas. El horizonte superficial es de textura liviana, que se hace pesada en profundidad.

Suelos podzólicos. Ocupan una superficie de 344 500 ha de la zona de estudio. Dentro de éstos se encuentran los siguientes grandes grupos: A) Suelos de Podzol, que se distribuyen a lo largo de las morrenas laterales y sedimentos glaciales de la cuarta glaciación en la costa del estrecho de Magallanes; la textura superficial es liviana y es un suelo delgado. B) Podzol de Agua Subterránea, que se distribuyen en la zona de Puerto Natales, entre Puerto Jamón por el norte y el lago Balmaceda por el sur; presenta suelo originado a partir de sedimentos mezclados con cenizas volcánicas; todo el perfil presenta textura liviana, de mediana profundidad. C) Suelos Pardo Podzólicos, que se distribuyen en dos sectores: en el sur de Puerto Natales, entre el lago Balmaceda y el Cordón de Verano (situado al norte de Laguna Blanca); en tanto, el otro sector está ubicado en la isla de Tierra del Fuego, al sur-oeste de Bahía Inútil; presentan suelo originado a partir de sedimentos glaciales mezclados con cenizas volcánicas, textura liviana a media y profundidad media. D) Suelos de Praderas Alpinas, que se distribuyen en el sur de la península de Brunswick y en Tierra del Fuego, al sur-oeste de Bahía Inútil; presenta suelo derivado de sedimentos glaciales mezclados; textura media en todo el perfil y es un suelo delgado. E) Suelos Grises de Bosques, que se distribuyen formando una faja a orillas del estrecho de Magallanes, que va desde Punta Arenas hasta Puerto Bulnes; presentan suelo delgado, derivado de sedimentos glaciales mezclados.

Clasificación de suelos por provincia

Posterior a Díaz et al. (1959–1960), se han generado diferentes trabajos que indican clasificaciones de suelos de la región en diferentes provincias, lo que en su conjunto permite tener una idea de los tipos de suelos existentes. A continuación, se describirán características de los suelos por provincia, de acuerdo a los principales trabajos desarrollados.

Suelos de la provincia de Última Esperanza. La Comisión Nacional de Riego (CNR, 1997) describió series, detallando las siguientes para esta provincia: 1) Serie Última Esperanza, cuyos suelos son formados por sedimentos fluvio-glaciales depositados sobre materiales lacustres que se encuentran compactados y muy duros, pero que no están cementados; suelen ser suelos delgados, las raíces solo penetran por las fracturas, este substrato está acompañado de gravas finas escasas a comunes. La textura superficial es franco limosa o franco arenosa muy fina, llegando a ser franca en sectores. Son de materiales sueltos, permeables, porosos y bien estructurados y con un elevado contenido de materia orgánica. 2) Serie Tres Pasos, posee suelo de terraza aluvial, en posición ligeramente inclinada con pendiente dominante de 1 a 2 %. Ocupa generalmente las terrazas medias dentro del paisaje. De textura superficial franco arenosa fina, con gravas finas redondeadas y angulares en todo el perfil, el que es moderadamente profundo con arraigamiento entre 75 a 80 cm. 3) Serie Baguales, presenta suelo franco arcillo limoso, con un horizonte orgánico superficial, sedimentario y profundo. En el sector del río Baguales se presentan pequeñas áreas con abundantes carbonatos y salinidad. 4) Serie Las Chinas, presenta suelo franco limoso, en posición de terraza aluvial intermedia, de textura superficial entre franco limosa y arcillo limosa, que presenta buen arraigamiento y contenido moderado de carbonatos. 5) Serie Los Cisnes, presenta suelo formado por sedimentos fluvio-glaciales, depositado sobre materiales glaciolacustres de textura arcillosa, muy duros, denominados comúnmente como mazacote. Presenta un substrato de gravas finas y medias abundantes, con una textura superficial franco arenosa fina y, en profundidad, las texturas son franco arcillo limosa y arcillo limosa. Estos suelos son sueltos superficialmente, ligeramente profundos, permeables, porosos, bien estructurados y con un elevado contenido de materia orgánica. 6) Serie Llanuras de Diana, presenta suelo en posición baja dentro del paisaje, cercano a los suelos denominados de vega, de textura superficial franco limosa y, en profundidad, la textura es franco. 7) Serie Calvario, el suelo de esta serie es de textura franco arcillo limoso. Es suelo de origen fluvio-glacial, que posee un substrato de arenisca, arena cementada y quebradiza que impide el desarrollo de las raíces.

Este sector de Última Esperanza se asocia a un régimen de humedad ústico y a un régimen de temperatura frígido. Presentan un nivel freático que puede fluctuar entre 50 y 90 cm de profundidad. Los suelos se han descrito como profundos, yendo de 100 hasta 130 cm, también se han encontrado suelos delgados de 25 a 50 cm, y los ligeramente profundos, de 50 a 75 cm (con profundidad limitada). Dicha profundidad quedó definida por la presencia de sedimentos fluvio-glaciales parcialmente cementados. Además, en algunos de estos suelos, en la superficie, se han formado horizontes orgánicos (epipedón hístico) que pueden llegar a 25 cm de espesor. El sustrato de los suelos es variable, describiéndose sustratos de gravas redondeadas con arena intersticial, arenisca compactada, arcilla compactada, cementada y un material glaciolacustre compactado y duro, con un cierto grado de mazacote. La clase textural de los horizontes superficiales varía entre franco arcillo limosa y franco limoso, y en algunos suelos se hace ligeramente más gruesa, franco arenoso fina. Mientras que en los horizontes más profundos no existe una tendencia definida, describiéndose diferentes clases texturales, como arcillosa, arcillo limosa, franco limoso, franco arenoso y hasta arenosa muy fina (Luzio et al., 2010).

Siguiendo la clasificación americana, Luzio et al. (2010) caracterizaron los Suelos Castaños de esta provincia, definiéndolos como bien estructurados, con un incremento en el contenido de arcilla hacia el horizonte B. De acuerdo con las descripciones de perfiles, se podrían asimilar al concepto de Inceptisol y, para ser más precisos, a Dystrustept. Aparentemente, la mayoría de los suelos se han desarrollado a partir de sedimentos glaciales y de cenizas volcánicas. Los Suelos Pradera-Planosol van de moderadamente profundos a profundos, con un incremento de la fracción fina hacia los horizontes subsuperficiales. En comparación con los suelos descritos anteriormente, este grupo de suelos ha evidenciado un grado de evolución pedogénica. Por último, los suelos de Praderas Alpinas se presentan como suelos delgados, de menos de 50 cm de profundidad, que se han descrito sobre pizarras o sobre sedimentos glaciales mezclados.

Suelos de la provincia de Magallanes. El Instituto de Investigación de Recursos Naturales (IREN, 1968), realizó un informe de las asociaciones de suelos de la provincia de Magallanes, donde describió las diferentes asociaciones de suelo de cada serie y señaló la ubicación, área, topografía, material de origen, pluviometría, vegetación natural, drenaje, erosión y la descripción del perfil. En su descripción señaló que los suelos de la provincia de Magallanes tienen diversos materiales de origen, tales como sedimentos marinos recientes, rocas sedimentarias meteorizadas del terciario, sedimentos glaciales, sedimentos fluvio-glaciales, sedimentos glaciales mezclados

con sectores de loess o cenizas volcánicas, sedimentos fluvio-glaciales con material morrénico, depósitos de materiales recientes, arenas y gravas de depositación marina reciente, arenas eólicas, sedimentos lacustres y terrazas marinas antiguas. También señaló las diferentes profundidades de suelo del primer horizonte de esta provincia, siendo el más profundo descrito hasta los 17 cm, mientras que el más delgado va de 0-3 cm. Por otro lado, las profundidades más comunes en las descripciones del primer horizonte fueron de 0-4 cm y de 0-9 cm.

En la descripción realizada por la CNR (1997) se señalan las siguientes series para la provincia de Magallanes: 1) Serie Agua Fresca, este sector presenta suelo originado a partir de cenizas volcánicas, descansa sobre un material fino llamado comúnmente mazacote, de textura superficial franco limosa y, en profundidad, de textura franco arcillo arenosa. 2) Serie Ciaike, suelo sedimentario, de textura superficial franco limosa y, en profundidad, de textura arcillo arenosa. Presenta un horizonte orgánico de 30 a 40 cm, con abundantes raíces y ligera reacción por carbonatos que en profundidad aumentan hasta 70 cm. 3) Serie La Leona, suelo profundo formado por sedimentos fluvio-glaciales. De textura superficial franco arenosa fina y, en profundidad, de textura arcillo arenosa. 4) Serie Dinamarquero, suelo moderadamente profundo, formado por sedimentos glaciares. De textura superficial franco limosa y, en profundidad, la textura es arcillosa. 5) Serie Kampenaiké, suelo delgado de origen fluvio-glacial, de textura franco arenoso muy fino en la superficie y franco arenosa en profundidad. Presenta gravilla y gravas finas abundantes, tanto nuevas como meteorizadas desde los 35 cm. 6) Serie Tehuelche, suelo formado por sedimentos lacustres finos, con pendientes dominantes de 0 a 2 %. De textura franco limosa en la superficie y arcillosa en profundidad, donde las raíces solo alcanzan hasta 40 o 50 cm. 7) Serie Portada, corresponde a un suelo ligeramente profundo, con características sedimentarias y de origen fluvio-glacial, de textura superficial franco arenosa muy fina y de textura franco arenosa gruesa en profundidad, con arraigamiento hasta 50 cm. 8) Serie Mina Rica, suelo ligeramente profundo, sedimentario de origen fluvio-glacial, con un substrato de gravas con matriz arenosa. De textura superficial franco limosa, y en profundidad de textura franco arcillo limosa. 9) Serie Morro Chico, suelo delgado de origen fluvio-glacial, de textura superficial franco arenosa fina y, en profundidad, de textura franco arenosa con gravas redondeadas con matriz arenosa gruesa. 10) Serie Oazy Harbour, suelo ligeramente profundo formado por sedimentos fluvio-glaciales, con substrato formado por gravas y piedras redondeadas, frescas meteorizadas. De textura superficial franco arenosa y de textura arenosa en profundidad. 11) Serie Río Penitente, suelo profundo, sedimentario, en posición de terraza plana con ligero micro relieve aluvial, de textura superficial franco arenosa muy fina y, en profundidad,

de textura arcillo limosa. 12) Serie Rio Verde, suelo sedimentario, en posición de terraza marina con sustrato de arcilla densa con gravas y piedras. De textura franco arenosa muy fina a nivel superficial y en profundidad.

Por otro lado, Luzio et al. (2010) señalaron que, si bien existe una dominancia del régimen de humedad ústico y un régimen de temperatura frígido, no se descarta que puedan existir sectores más secos hacia el este, pero siempre como ústicos o más húmedos hacia el oeste, que podrían caer en el concepto údico. Señalan también que son áreas que han sufrido diversos cambios del paisaje, con diferentes sustratos de los suelos como sedimentos glaciales y fluvioglaciales, gravas redondeadas nuevas y meteorizadas con matriz arenosa y presencia de mazacote, con una profundidad hasta el sustrato variable entre 60 y 120 cm.

Las clases texturales de los horizontes superficiales varían entre franco limosa y franco arenosa muy fina, mientras que en los horizontes más profundos en contacto con el sustrato, las clases texturales son variadas, encontrando texturas arcillosa, arcillo arenosa, franco arcillo limosa, franco arcillo arenosa, franco arenosa fina y areno francosa. Los suelos de esta área se han descrito con abundantes gravas en el perfil, donde domina la estructura de bloques subangulares a través de los perfiles, que se hace maciza en los horizontes más profundos. También se encuentra una estructura granular en aquellos suelos que presentan un horizonte superficial orgánico (Luzio et al., 2010).

Los suelos de Pradera y Pradera-Planosol se caracterizan por ser delgados a moderadamente profundos, sobre sedimentos glaciales mezclados, en algunos casos con gravas graníticas y basálticas. Hacia el oeste se ha descrito una franja de orientación NW-SE en la que se encontrarían bien representados los Podzoles (definido por la presencia de un horizontes de eluviación A2 - E), los cuales se caracterizan por presentar un perfil con un horizonte superficial que contiene una capa rica en materia orgánica; le sigue un horizonte mineral franco arenoso fino, franco limoso o incluso arenoso, para terminar en un horizonte franco limoso o franco arcillo limoso o franco limoso. Estos suelos se han descrito como delgados a moderadamente profundos, sobre un sustrato de sedimentos glaciales con gravas y piedras, o bien, un esquisto cretácico (Luzio et al., 2010).

Suelos de la provincia de Tierra del Fuego. Para esta provincia, Frederiksen (1988) realizó un trabajo donde tuvo como sitio de estudio Tierra del Fuego, que fue elegida por poseer diferencias significativas en la geografía física en transectas de corta

distancia, por poseer semejanzas con Escandinavia y por el poco conocimiento de estos suelos. Su descripción caracterizó los suelos en semiáridos, subhúmedos, húmedos y peri-húmedos. Para los suelos semiáridos señala que las diferencias están relacionadas, principalmente, con la posición topográfica de los pedones y la distribución vertical del material parental. Los paisajes de morrena, deshielo, glaciar y ladera están cubiertos por una capa de loess, que da lugar a las siguientes secuencias de material parental: loess limoso sobre textura variable, loess limoso sobre grava de deshielo, loess sobre varvas arcillosas/limosas y loess limoso sobre rocas sedimentarias. El régimen de este suelo es xérico. En este tipo de suelo casi no hay piedras y predominan los paisajes volcánicos, aluvial, mareal, playa y dunar. Para los suelos subhúmedos señala que en la zona subhúmeda y subárida, la pedogénesis está relacionada con el relieve y el material parental y se le aplica la misma división en tipos de paisaje que la zona semiárida, siendo muy escasas las piedras superficiales. La zona subhúmeda está dominada por los paisajes de cuesta y morrenas, y la zona subárida por el paisaje de morrena y ambos están cortados por una red de valles aluviales y de agua de deshielo, donde el paisaje glaciar cubre solo una pequeña área. El régimen de humedad es údico que bordea el ácuico. Por otra parte, en los suelos húmedos se describe la región alpina, donde señala que los suelos de ladera (familias Navarino, Valdivieso y Darwin) se caracterizan por un delgado horizonte orgánico que recubre fragmentos de rocas volcánicas, turbitas y esquistos. En tanto los suelos medios y bajos (familia Carbajal y Bulnes) presentan material parental till y tienen un régimen de humedad údico. Los fondos del valle (familias Ushuaia, Alakush y Yahgan) son bastante diferentes entre sí, donde la familia Ushuaia se da en arcos morrénicos marginales cubiertos por una lámina de loess teframixada, el material parental es limoso y tienen un régimen údico. La familia Alakush se encuentra en valles de agua de deshielo y presenta un régimen críico. La familia Yahgan se desarrolló en bancos de conchas antropogénicas. Finalmente se describen los suelos peri húmedos, en donde prácticamente no hay sedimentos sueltos y la roca es granodiorítica, los suelos se presentan dispersos o con cubiertas continuas sobre la superficie rocosa (manto de turba) y son todos Histosoles. En esta clasificación se definieron dos familias: la familia Brecknock, formada por turba en toda la sección, y la familia Hoste, formada únicamente por una capa fina de turba sobre la roca.

Por otro lado, dentro de las series descritas por la CNR (1997) se encuentran las siguientes para esta provincia 1) Serie Río del Oro, que corresponde a un suelo de terraza aluvial baja, textura franco arenosa muy fina en la superficie y, en profundidad, una textura que varía de franco arcillo limosa a franco arenosa muy

fina. Presenta un horizonte superficial orgánico con raíces muy abundantes, alcanzando un arraigamiento a 60 cm, en promedio; variando entre 50 a 70 cm. 2) Serie Río Rogers, suelo de terraza aluvial baja, de textura franco arenosa muy fina en la superficie y franco arenosa muy fina en profundidad. Presenta un horizonte superficial orgánico con raíces muy abundantes, donde el arraigamiento alcanza entre 50 y 60 cm. 3) Serie Santa Olga, suelo de terraza alta y media delgada, de textura superficial franco arenosa fina, presentando grava y gravilla en todo el perfil, que aumenta en profundidad. 4) Serie Santa Susana, suelo sedimentario formado por materiales glaciales que se presentan compactados en profundidad. De textura superficial franco limosa y arcillo limosa, que se encuentra sobre una arcilla glacial semipermeable y que limita la profundidad de arraigamiento. 5) Serie Side, suelo sedimentario, en posición de terraza aluvial, moderadamente profundo. De textura superficial franco arenosa fina y, en profundidad, de textura franco arcillo limosa. 6) Serie Sombrero, suelo de origen fluvioglacial, delgado, de terrazas medias, es de textura superficial franco arenosa fina y, en profundidad, de textura franco arenosa con gravas redondeadas. 7) Serie Bellavista, suelo de terrazas bajas, originado a partir de sedimentos fluvioglaciales con sustrato de arcilla glacial. De textura superficial franco limosa, y de textura arcillosa en profundidad. Puede presentar un sustrato aluvial de gravas con arena bajo 100 cm. 8) Serie Los Azules, suelo formado por sedimentos glaciales, de textura franco arenosa muy fina y, en profundidad, de textura franco arcillo arenosa, con abundante gravilla y grava en el perfil, que aumenta en profundidad.

A lo anterior se adiciona Luzio et al. (2010), quienes señalan que los suelos descritos para esta área se encuentran en posición de terrazas aluviales a diferentes alturas (bajas, medias y altas). Los sustratos más comunes corresponden a materiales aluviales, tales como gravas redondeadas con matriz arenosa, también son frecuentes los sustratos de origen fluvioglacial, asociados con mazacote. Las clases texturales de los epipedones varían entre franco limosa y franco arenosa fina, con dos tendencias a variar en profundidad, de acuerdo a los suelos descritos. Un grupo de suelos presenta horizontes subsuperficiales de clase textural franco arcillo arenosa y arcillosa y, en otro grupo, las clases texturales gruesas, arenosa y areno francosa. La estructura es de bloques subangulares en superficie, a maciza hacia los horizontes subsuperficiales. La profundidad del sustrato es variable, ya que se han descrito suelos de 45 cm sobre un sustrato fluvioglacial, hasta otros de hasta 120 cm.

Suelos de Vegas

De manera transversal, en todas las provincias de la región existen comunidades vegetales de características azonales, que presentan clasificaciones de suelo distintivas (Radic et al., 2001). Uno de los primeros trabajos que caracterizó estos tipos de suelos fueron el de Filipová et al. (2009), quienes realizaron una descripción detallada de la clasificación de suelo presente en un predio de la provincia de Magallanes, pero extendiendo su clasificación a otras vegas de la región. Señalan que si bien el estudio de Sáez (1994) abarcó toda la región, así como una amplia variedad de hábitats, solo caracterizó una capa superficial de 20 cm de espesor. Por esto, dichos autores efectuaron una descripción actualizada de los tipos de suelos de las vegas del sur de la Patagonia chilena; describiendo en específico un área relativamente restringida, que fue la Estación Experimental INIA Kampenaike, en donde existen diferentes tipos de vegas y sus combinaciones: vegas cerca de ríos/ arroyos o manantiales, vegas que rodean lagunas estacionales o permanentes, vegas en depresiones cóncavas con suelos arcillosos impermeables (incluidas las vegas sobre sedimentos lacustres) y vegas sobre sedimentos en el fondo de las laderas, donde se describieron 24 perfiles. Este estudio se amplió a diferentes tipos de vegas, en predios agropecuarios de toda la región, analizándose 23 perfiles, por lo que se excavaron un total de 47 perfiles diferentes para la investigación, los que se dividieron en: 20 perfiles de Histosoles (43 % del estudio), 19 perfiles de Fluvisoles (40 %), 3 Gleysoles (6 %) y 5 perfiles que no son tpicos de las vegas (11 %).

Histosoles (HS). Estos suelos se caracterizan por la presencia de un horizonte hístico o flico de 40 cm o más de espesor, que comienza a 30 cm de la superficie. El horizonte flico está formado por materia orgánica del suelo bien aireada. Los horizontes hísticos están saturados de agua durante uno o más meses en el año, lo que se traduce en la presencia de materia orgánica poco aireada. Alrededor del 90 % de todos los Histosoles (38 % de las vegas muestreadas) tienen propiedades hiperhmicas (un alto contenido de C orgánico en el metro superior). Los clastos no están presentes en ningún perfil a aproximadamente 1 m de la superficie del suelo. Solo cinco perfiles tienen un horizonte pedregoso (4–30 % del volumen) a más de 1 metro de profundidad. La materia orgánica está formada por restos vegetales, principalmente de gramíneas y sphagnum, y la capa de humolitas puede alcanzar hasta 4 m y más, mientras que normalmente mide alrededor de 1 m.

Fluvisoles (FL). Suelos con material fluvial (sedimentos marinos y lacustres que reciben material fresco a intervalos regulares o que lo han recibido en un pasado

reciente). Comienza a 25 cm de la superficie del suelo y continúa hasta una profundidad de, al menos, 50 cm desde la superficie del suelo. Es un suelo estratificado, con texturas que varían entre arena fina, arcillo-arenosa o arcilla. Los Fluvisoles también tienen una alta capacidad de retención de agua. Incluyen diferentes tipos de suelos, dada la variabilidad de condiciones ambientales que se dan en zonas perilacustres y en las cuencas fluviales. Dentro de los Fluvisoles se encuentran los Húmicos, que presentan un alto contenido de C orgánico (más del 1% en peso de C orgánico en la fracción de tierra fina hasta una profundidad de 50 cm); los hísticos, que se han desarrollado sobre sedimentos fluviales o lacustres (con presencia de conchas de moluscos en los sedimentos); y los Endogléricos, que se encuentran a orillas de una laguna estacional, en un área con vegetación poco desarrollada. El suelo es pobre en MO, todo el perfil presenta un nivel de pH extremadamente alto (entre 8,5-9,4).

Gleysoles (GL). Los suelos desarrollan propiedades gléyicas si están completamente saturados por agua subterránea, durante un período que permite la ocurrencia de condiciones de reducción. Dentro de este tipo de suelo se encuentran los Gleysoles hísticos, que se desarrollaron cerca de un río, por lo que las condiciones de saturación de agua provocaron la acumulación de materia orgánica en el horizonte hístico. El horizonte con propiedades gléyicas, con un espesor de más de 60 cm, es de origen aluvial (arenas) y está continuamente saturado de agua. En tanto, los Gleysoles háplicos presentan suelo que se desarrolló sobre sedimentos fluviales de grava y arena.

Los tipos de suelo que no son típicos de las vegas son relativamente raros y presentan características específicas, dado a su alto contenido salino o su textura y se dividen en los siguientes tipos:

Solonchaks (SC). Suelos que presentan un horizonte sálico que comienza dentro de los 50 cm desde la superficie del suelo. Dentro de este tipo de suelo se encuentran los Solonchaks Gípsico (Aquisalids) en donde el perfil se caracteriza por su horizonte gípsico subsuperficial, que se presenta a poca profundidad. Este tipo de horizonte se caracteriza por no estar cementado y contener acumulaciones de yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) en diferentes formas (en este caso, en forma de pseudo-micelios y acumulaciones pulverulentas compactas). Las sales más solubles que el yeso se acumulan en el horizonte superior.

Solonetz (SZ). Suelos con presencia de un horizonte nátrico. Es un horizonte

subsuperficial denso, con mayor contenido de arcilla que los horizontes suprayacentes. También tiene un alto contenido de Na y/o Mg intercambiable. Dentro de este grupo se encuentran los Gleyic Solonetz - Natrargids. El perfil considerado en este estudio se originó sobre sedimentos fluviales en un ambiente fuertemente alcalino; el pH (H₂O) del horizonte nàtrico es extremadamente básico (9,2). Otros procesos pedogenéticos son la salinización, que afecta al horizonte superficial, y la gleyización leve, que aparece en el horizonte por debajo del horizonte nàtrico. Al igual que los Solonchaks, los Solonetz se han formado en condiciones de escasa precipitación y fuerte evapotranspiración, donde este tipo de condiciones climáticas y edáficas favorecen el desarrollo de la vegetación halófitas.

Vertisoles (VR). Este suelo presenta un horizonte vértico dentro de los 100 cm desde la superficie. Es un horizonte subsuperficial que, como resultado de la contracción y expansión, tiene superficies pulidas y acanaladas (slickensides) o estructuras de cuñas. Los horizontes vérticos son arcillosos y tienen una consistencia que va de dura a muy dura. Dentro de este grupo se encuentran los Vertisoles háplicos, con presencia de gleyización periódica. El suelo se desarrolló de un material arcilloso que probablemente se deslizó de las laderas circundantes.

Regosoles (RG) - Inceptisoles. Son suelos pobremente evolucionados sin horizontes diagnóstico. Hay dos perfiles de suelo clasificados como Regosoles, muestreados solo para su comparación con las vegas. Su presencia en las áreas cubiertas —en la mayoría de los casos, por sustratos del cuaternario— es muy común. El primer perfil pertenece a un suelo desarrollado en un área con abundante vegetación, a la orilla de una laguna estacional en la Estancia Laguna Blanca. Probablemente esto se deba a que este suelo se formó en el fondo de una laguna transitoria que luego desapareció. El horizonte B1 tiene ciertas características de un horizonte argílico. La estructura porosa y el color pálido (resultado del lavado de Fe reducido) indican un período lacustre en el desarrollo del suelo y, aunque la gleyización se observa claramente, este suelo no puede clasificarse como Gleysol.

El segundo perfil se encuentra en la Estancia Las Coles, en una pradera originada a partir de un bosque talado. El suelo es muy delgado, desarrollado sobre sedimentos glaciales de gravas, solo se notan procesos de ilimerización (iluvación de arcilla), lo que provoca la formación de un horizonte eluvial (bajo un régimen de abundantes precipitaciones).

Fertilidad de los suelos de Magallanes

La baja fertilidad de algunos nutrientes en los suelos de la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena es una severa limitante en la producción de las praderas (Sáez, 1994). De acuerdo a lo anterior, existen algunos trabajos que muestran estas deficiencias.

Díaz et al. (1959–1960)

Díaz et al. (1959–1960), en su descripción de grandes grupos de suelo, caracterizó la fertilidad y aptitud del suelo de cada una de las series. Dentro de ellas, están los **Suelos Castaños** que presentan una moderada fertilidad y deficiencias en nitrógeno. En algunos sectores cercanos al camino de Punta Arenas a Río Gallegos, debido a su material de origen derivado de cenizas volcánicas, presentan problemas de fijación de fósforo. **Suelos de Pradera**, con variada fertilidad, que responden a las aplicaciones de nitrógeno. **Suelos de transición Pradera-Planosol**, de fertilidad moderada y pobres en nitrógeno. **Suelos podzólicos**, en condiciones topográficas que impiden su aprovechamiento agrícola, debido a su topografía escarpada; poseen aptitud forestal y de praderas permanentes de regular calidad. Cuando los suelos se hacen más delgados (aproximadamente, 10 cm), la vegetación es substituida completamente, encontrándose murtila y otras especies de las denominadas plantas de cojín. Son suelos ácidos, pobres en elementos nutritivos, lo que hace un suelo de fertilidad moderada a baja.

Schenkel et al. (1973)

Si bien la descripción de la fertilidad de las series de suelo descrita por Díaz et al. (1959–1960) detalló en forma muy general el tema de la fertilidad, el trabajo realizado por Schenkel et al. (1973) es considerado uno de los primeros trabajos que se realizó para determinar deficiencias de nutrientes. Dichos autores señalaron que la baja productividad de los suelos de Magallanes incide sobre los rendimientos de muchas especies de vegetales. La intensidad de las deficiencias nutritivas encontradas decrece en el siguiente orden $P > S > K > \text{micronutrientes} > Ca = Mg$. Los autores trabajaron con suelo extraído de diversos sectores de la región, realizando ensayos en contenedores con *Lolium perenne* x *Lolium multiflorum*, en donde se aplicaron tratamientos de fertilización nitrogenada, logrando concluir que una

sola fertilización nitrogenada es incapaz de elevar la fertilidad de los suelos de Magallanes a un nivel satisfactorio.

Los autores antes mencionados lograron realizar un diagrama de la fertilidad de Magallanes señalando el comportamiento del índice de rendimiento (%) con tratamientos de fertilización completa, tal como se presenta en la Figura 11.

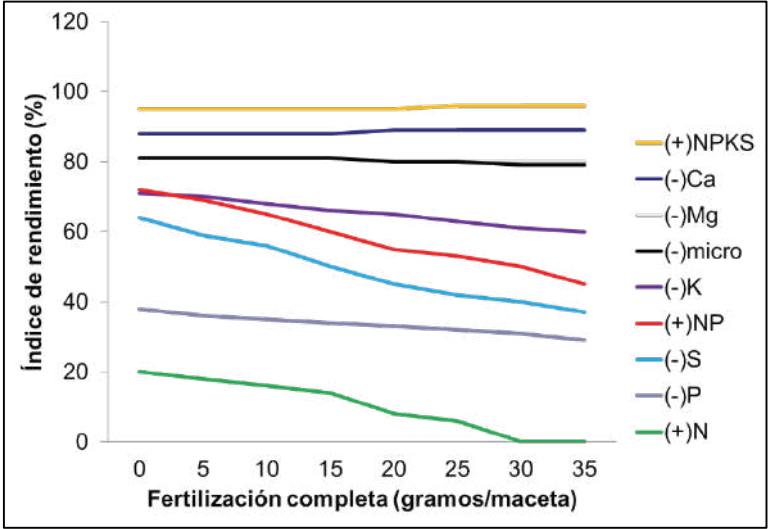


Figura 11. Diagrama de fertilidad de la provincia de Magallanes. Fuente: adaptado de Schenkel et al. (1973).

Además, se determinó que suelos ricos en fósforo muestran mejor respuesta a la fertilización nitrogenada y que la magnitud de esta respuesta depende de la severidad con la que se presentan las restantes deficiencias, especialmente potasio y azufre. También detectaron que suelos muy pobres en fósforo y/o azufre y potasio no tienen una adecuada respuesta a la fertilización nitrogenada. En conclusión, señalan en su estudio que los suelos de Magallanes deberían mejorar notablemente sus niveles de fertilidad si a ellos se añaden nitrógeno, fósforo, azufre y potasio (NPKS). A su vez, cuando las disponibilidades de magnesio y/o microelementos son inadecuadas, deberían responder poco a esta fertilización. Indican que ni aún los suelos con mayor riqueza de fósforo mejoran sustancialmente los niveles de fertilidad con N, porque en ellos, por lo general, se manifiestan muy severas las demás carencias, especialmente de azufre.

Sáez (1994)

Este trabajo de Díaz et al. (1959-1960) permitió que otros investigadores continuaran con el estudio de estos suelos, realizando caracterizaciones detalladas como la presentada por Sáez (1994), quien describió las agrupaciones de suelos existentes en la Región de Magallanes, las que se describen a continuación (Figura 12):

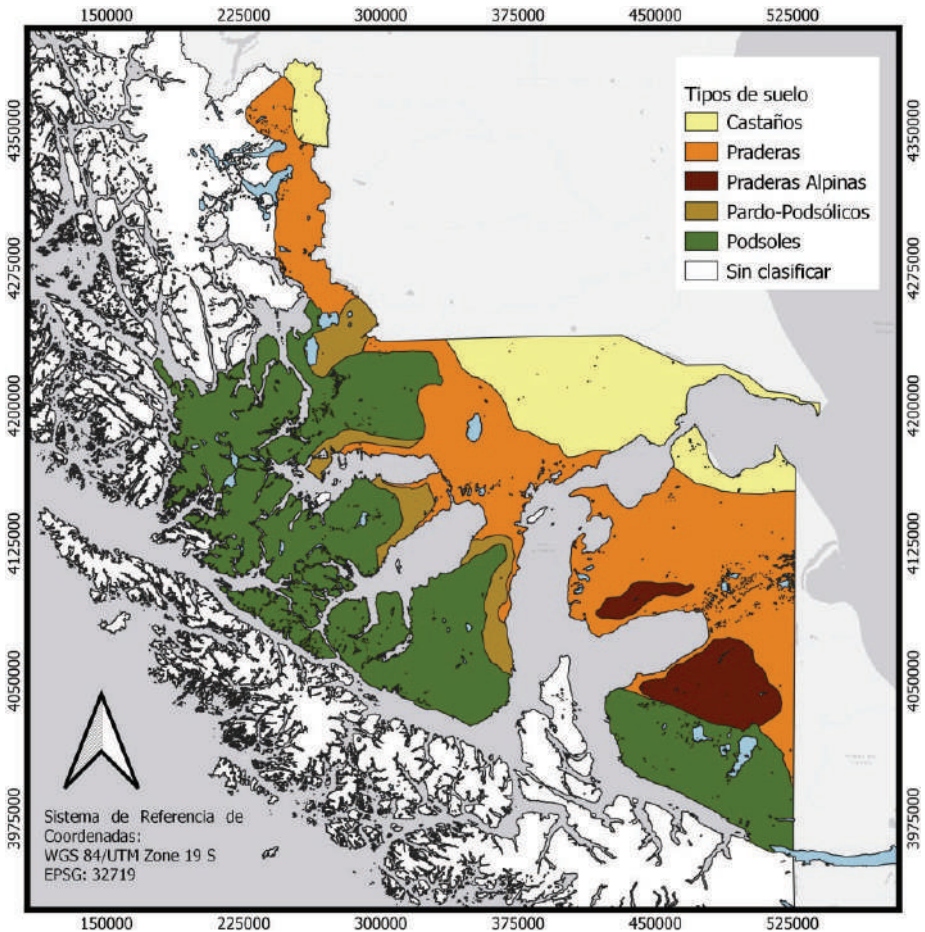


Figura 12. Mapa esquemático de las agrupaciones de suelos de la Región de Magallanes. Adaptado de Sáez (1994).

Suelos Castaños. Se caracterizan por una disponibilidad muy baja de N, P y S (5,5 y 4 ppm en promedio, para P y S, respectivamente). Con altos contenidos de K (406 ppm o 1,04 meq/100 g), y Mg (3,10 meq/100 g), con un suministro moderado de micronutrientes (ver Cuadro 3, para niveles críticos de los nutrientes). En estos suelos se espera una respuesta agronómica a la fertilización con N, P y S.

Suelos de Praderas. Abarcan la mayor superficie de la región y se encuentran entre los suelos Castaños y Podzólicos. Ocupan gran parte de la región fisiográfica de las Planicies Orientales, junto a los suelos Castaños. Se caracterizan por una disponibilidad baja de N, que se incrementa hacia la zona de transición al bosque. La disponibilidad de P es baja, los valores promedios de P en praderas pH > 6 es de 16 ppm, en praderas pH 5,9 - 5,7 es de 13 ppm y en praderas pH < 5,7 es de 10 ppm. Por otra parte, la capacidad de retención de P es baja en los suelos más alcalinos y media en los ácidos. La disponibilidad de K es alta en los suelos más alcalinos y media en los suelos ácidos, al igual que las reservas de K (valores promedios de K intercambiable en praderas pH > 6 poseen 512 ppm; praderas de pH 5,9-5,7 poseen 339 ppm K promedio; y las praderas < 5,7 presentan 286 ppm) (ver Cuadro 3). Se señala que los suelos más ácidos se encuentran en la zona húmeda con bosque achaparrado.

Los suelos de pradera fueron agrupados según su pH en las siguientes divisiones:

- Suelos con pH > 6
- Suelos con entre pH 5,7 y 5,9
- Suelos con pH < 5,7

Suelos Pardo-Podzólicos. Ocupan una posición intermedia entre los Suelos de Praderas ácidas y los Suelos Podsoles de bosque. Presentan textura limosa y un horizonte de iluviación pardo amarillento. Se distribuyen en una franja paralela a los Suelos Podsoles de bosque desde Última Esperanza hasta Tierra del Fuego. En los Suelos Pardo-Podzólicos, el suministro de N es medio y la disponibilidad de P es muy baja. A su vez, ésta va acompañada por una alta capacidad de retención de P. La disponibilidad de S es baja (promedio de 8 ppm) y el K presenta valores medios a bajos, siendo bajas las reservas de este nutriente (nivel promedio de 189 ppm o 0,48 meq/100 g) (ver Cuadro 3). Finalmente, la disponibilidad de Mg y de los micronutrientes Fe, Mn, Zn y Mo es adecuada en la mayoría de las muestras y bajos los niveles de Cu y B.

Suelos de Podsoles. Ocupan posiciones altas de la precordillera subandina oriental, se caracterizan por presentar un proceso de podsolización con un horizonte gris claro de 7 a 15 cm y otro pardo amarillento rojizo en profundidad. Presentan una disponibilidad media de N y muy baja de P (media de P-Olsen 8 ppm). También se caracterizan por bajos contenidos de S (media de S extractable de 10 ppm) y altos de K (media K intercambiable 189 ppm o 0,48 meq/100 g) (ver Cuadro 3).

Praderas Alpinas. Se encuentran en posiciones altas del Cordón Baquedano y del Cordón Carmen Silva, en los sectores de Calafate, Cameron y Russfin. Son de textura limosa. Los Podsoles, Pardo Podsólicos y de Praderas Alpinas se caracterizan por poseer arcillas montmorilloníticas, hidróxidos de Al y tipo alofánicas. Estas arcillas dan a los suelos de estas tres agrupaciones de características "ándicas", alta retención de agua y alta retención de P. Las otras agrupaciones presentan arcillas montmorilloníticas, junto a cloritas, illitas y vermiculitas.

Suelos de Vegas. Se consideraron todos aquellos que se encuentran en una depresión y que presentan una acumulación transitoria de agua y de sales, debido a una estrata impermeable del sustrato. Las Vegas fueron subdivididas según su grado de salinidad, contenido de sodio y materia orgánica en:

- Vegas No Salinas (< 4 mmhos/cm, < 15 % Na)
- Vegas Salinas (> 4mmhos/cm, < 15 % Na)
- Vegas Salino-Sódicas (> 4mmhos/cm, >15 % Na)
- Vegas Sódicas (< 4 mmhos/cm, 15 % Na)
- Vegas Orgánicas (> 20 % materia orgánica)

Cuadro 3. Estándares de análisis de suelo.

| Análisis | Unidad | Nivel | Categoría |
|------------------------|-----------|---|-----------------------------------|
| Fósforo extractable | ppm | < 5 5-10 11-15 > 15 | Muy bajo Bajo Medio Alto |
| Potasio de intercambio | meq/100 g | < 0,13 0,13-0,25 0,26-0,38 >0,38 | Muy bajo Bajo Medio Alto |
| Azufre extractable | ppm | < 4,0 4,0-8,0 8,1-12,0 > 12,0 | Muy bajo Bajo Medio Alto |
| pH | Al agua | < 4,0 4,0-8,0 8,1-12,0 > 12,0 | Muy bajo Bajo Medio Alto |

Fuente: Adaptado de Rodríguez (1991).

Los Suelos de Vegas No Salinas presentan una disponibilidad media de N, un 40 % de muestras con un contenido medio a alto de P y un 60 % con niveles bajos de P (12 ppm P-Olsen) (ver Cuadro 3). Sin embargo, su capacidad de retención de P es baja. En los Suelos de Vega No Salinas, el contenido de bases Ca, Mg, K, son altas. También presenta altos contenidos de S, B y de micronutrientes. Debido a lo anterior, las Vegas No Salinas son la Agrupación de Suelos que presenta mayor fertilidad. Los valores mencionados son comparables con lo presentado por Rodríguez (1991) en sus estándares de análisis de suelo, que se presentan en el Cuadro 3.

En todas las agrupaciones de suelos mencionadas, las principales deficiencias nutricionales son el N y el P. El S también presenta un número significativo de muestras con un nivel deficiente, salvo en la mayoría de los suelos de vegas. Además, en los suelos más ácidos los contenidos de K y B son bajos.

Valle et al. (2015)

En las últimas décadas, los estudios se enfocan en la descripción general de las diversas comunidades vegetales existentes en la región. Cruz y Lara (1987) señalan que las formaciones vegetales más difundidas corresponden a las comunidades

arbustivo-herbáceas y a las praderas naturales, incluyendo en esta última las formaciones de vegas, que constituyen en conjunto el 60 % de los terrenos de pastoreo. Los mismos autores señalan que los tipos vegetales más extensos son: pradera de *Festuca gracillima* "Coirón" (17,5 %); las comunidades de *Chilotrichum diffusum* - *F. gracillima* "Mata verde - Coirón" (14,1 %) *Empetrum rubrum* - *F. gracillima* "Murtilla - Coirón" (9,6 %); el Bosque de *Nothofagus pumilio* "Lenga" (8,0%), el Brezal de *Empetrum rubrum* "Murtilla" (7,7 %) y las vegas (3,7 %). Por otra parte, el SAG (2003, 2004a y 2004b) indica que en el extremo sur de la Patagonia destacan al menos siete comunidades vegetales importantes en la superficie de uso agropecuario, generalmente asociadas a suelos minerales: bosques, coironal, murtilla, turba, mata, vega y pradera.



Cuadro 4. Característica química de los suelos evaluados bajo tres comunidades vegetales en la Región de Magallanes.

| Prof. | Sitio | Murtillar | | | Coironal | | | Vega | | |
|--------------------------|------------------------------------|-----------|-------|--------|----------|--------|-------|---------|-------|--------|
| | Unidades | A1-A2 | Bw | 2C | Oe-A1-A2 | B | 2Cg1 | Oe-Oa-A | 2Cg1 | 2Cg2 |
| | cm | 0-32 | 32-78 | 78-100 | 0-35 | 35-50 | 50-64 | 0-36 | 36-70 | 70-90 |
| pH-H₂O | - | 4,78 | 5,88 | 6,40 | 6,03 | 6,40 | 6,92 | 5,64 | 6,38 | 7,72 |
| pH-CaCl ₂ | - | 3,85 | 4,39 | 4,99 | 5,24 | 5,40 | 5,87 | 4,68 | 5,13 | 6,37 |
| P-Olsen | mg kg ⁻¹ | 6,09 | 3,32 | 13,67 | 4,51 | 1,37 | 1,48 | 4,75 | 41,15 | 3,46 |
| Azufre | mg kg ⁻¹ | 6,87 | 0,24 | 0,22 | 0,26 | 0,22 | 0,20 | 0,26 | 0,19 | 0,13 |
| Al extr | mg kg ⁻¹ | 748 | 174 | 57 | 22 | 30 | 28 | 110 | 25 | 20 |
| Zn DTPA | mg kg ⁻¹ | 1,16 | 0,44 | 0,46 | 4,05 | 1,36 | 0,66 | 0,99 | 0,79 | 0,43 |
| Fe DTPA | mg kg ⁻¹ | 424 | 3,65 | 3,06 | 304,13 | 220,13 | 2,96 | 240,40 | 6,74 | 1,62 |
| Mn DTPA | mg kg ⁻¹ | 0,55 | 1,89 | 2,52 | 7,49 | 3,11 | 6,74 | 22,58 | 23,4 | 260,75 |
| Cu DTPA | mg kg ⁻¹ | 1,16 | 0,71 | 0,62 | 1,51 | 1,96 | 1,67 | 1,97 | 1,59 | 3,26 |
| Ca | cmol _c kg ⁻¹ | 1,75 | 5,21 | 5,1 | 13,27 | 11,3 | 12,25 | 2,09 | 7,24 | 11,94 |
| Mg | cmol _c kg ⁻¹ | 1,33 | 3,74 | 3,91 | 6,56 | 6,07 | 7,89 | 4,33 | 5,45 | 6,47 |
| K | cmol _c kg ⁻¹ | 0,58 | 0,17 | 0,31 | 1,07 | 0,50 | 0,29 | 0,41 | 0,61 | 1,08 |
| Na | cmol _c kg ⁻¹ | 0,54 | 0,48 | 0,54 | 0,88 | 0,92 | 1,10 | 0,63 | 0,39 | 0,40 |
| Al int. | cmol _c kg ⁻¹ | 5,23 | 1,5 | 0,26 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,12 | 0,13 | 0,01 |
| S.Bases | cmol _c kg ⁻¹ | 4,20 | 9,60 | 9,86 | 21,78 | 12,72 | 21,53 | 7,46 | 13,69 | 19,89 |
| Sat. Al | % | 55,44 | 13,50 | 2,62 | 0,04 | 0,07 | 0,05 | 1,54 | 0,91 | 0,06 |
| MO | % | 30,75 | 4,74 | 3,69 | 19,45 | 9,39 | 5,61 | 20,87 | 4,03 | 3,88 |

Nota. Al extr: aluminio extraíble; Al int: aluminio intercambiable; Sat Al: saturación de aluminio; MO: materia orgánica; S.Bases: suma de bases. Fuente: adaptado de Valle et al. (2015).

Valle et al. (2015) establecieron en su trabajo relaciones generales entre tres comunidades vegetales (murtillar, coironal y vegas) y las propiedades de los suelos minerales que las sustentan. En el Cuadro 4 se presentan los resultados analíticos de las características químicas de los suelos evaluados bajo estas comunidades, en donde se determinó que el suelo bajo murtillar posee los valores de pH más bajos de los tres sitios. Las principales deficiencias para los suelos de las tres comunidades son el fósforo y azufre, en donde el murtillar presenta el mayor nivel de P-Olsen y de S; luego se encuentra la vega y, por último, el coironal, coincidiendo estas dos últimas

en los niveles de azufre. En tanto, las tres comunidades presentan altos contenidos de potasio, según los estándares presentados por Rodríguez (1991) (Cuadro 3).

Ivelic-Sáez et al. (2021)

En la investigación multidisciplinaria publicada en el boletín denominado “Balance hídrico de humedales de uso agropecuario: el primer paso para el mejoramiento en la gestión hídrica a nivel predial en Magallanes”, se señala el reconocimiento y clasificación de suelos asociados a una cuenca de estudio de un sector de vega. Se indica que las vegas o mallines se distribuyen por toda la Patagonia, pero factores locales que favorecen la retención de agua por el suelo harán depender su ubicación en el área, siendo las planicies glaciares y aluviales y las mesetas formadas entre pendientes escoriales, los lugares más propicios para la formación de cada una, ya que dependen fundamentalmente de la geología y geomorfología del sector, debido a que esta determinará la dinámica hídrica.

A continuación, se detallan los resultados obtenidos de la clasificación de suelos realizada, la que se basó en el sistema de clasificación del USDA-NRCS. De los perfiles se clasificaron 10 pedones como Inceptisol (con diferencias importantes en el contenido de carbono y régimen de humedad), cuatro como Histosols, un Mollisol y un Aridisol. Es importante destacar la alta variabilidad en las características de estos suelos, en el sitio que fue descrito como Serie Kampenaike, suelos de origen fluvio-glaciar, delgados, de texturas gruesas en superficie, pero más arcillosos en profundidad con abundantes gravas.

Se muestran los cuatro órdenes junto a sus principales variaciones: Histosols (Typic haplofibrists, Hemic haplofibrists, Hydric haplofibrists); Inceptisols (Typic Haplustepts, Typic humustepts, Typic halaquepts); Mollisols (Fluvaquentic endoaquolls); Aridisols; (Sodic haplocalcids). Este reciente estudio entregó datos importantes sobre los distintos tipos de suelo que pueden existir en un sector de vega, en donde también se realizó una caracterización química de los horizontes de suelos analizados los cuales se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Características químicas de los diferentes suelos evaluados (primer y segundo horizonte).

| Suelo | Hor. | Prof. (cm) | pH H ₂ O | P-Olsen mg/kg | C org. % | Sat. Bases % | PSI % | CE dS/m |
|---------------|-------|------------|---------------------|---------------|-----------|--------------|----------|----------|
| Haplofibrists | Oe-Oi | 0-40 | 6,24-8,08 | 10,5-31,3 | 23,3-30,4 | 100* | 3,9-16,2 | 0,4-24,8 |
| Haplustepts | Oi | 0-2 | 6,7 | 19,5-30,1 | 8,1-14,4 | 56-69 | 0,9-1,4 | 1,2-1,8 |
| | Ah | 2-21 | 6,1-6,3 | 7,8-13,4 | 5,1 | 62-68 | 1,2-1,6 | 0,6-0,7 |
| Humustepts | Ah-A | 0-38 | 5,84-6,96 | 4,8-12,5 | 3,6-9,4 | 30-70 | 0,9-2,0 | 0,4-0,6 |
| Halaquepts | Ah | 0-32 | 8,66 | 21,8 | 16,7 | 100* | 13,4 | 10,9 |
| Haplocalcids | Ak1 | 0-17 | 9,07 | 82,4 | 1,0 | 100* | 100** | 0,9 |
| Endoaquolls | Oe/Ah | 0-12/12-30 | 7,15/7,67 | 55,8/15,8 | 9,1/3,0 | 70/100* | 0,7/3,1 | 1,3/0,7 |

Nota: Hor, Horizonte, PSI, porcentaje de sodio intercambiable. * Valores mayores a 100 % por cálculo: Saturación de bases= ((Suma de bases/CIC)*100); PSI= ((Na intercambiable/CIC)*100). **Suelo con extremadamente a muy fuerte reacción al HCl. (-), muestra rango de valores para esos horizontes. (/) Muestra el valor para cada horizonte específico. Fuente: Adaptado de Ivelic et al. (2021).

Comentarios finales

La Región de Magallanes posee una variedad de ecosistemas y los estudios de suelos existentes son antiguos, por lo que es necesaria una descripción actualizada de los suelos de la totalidad de la región. Como se mencionó en los capítulos precedentes, los estudios de los suelos de la región están realizados en sectores conocidos y detallados principalmente para la provincia de Magallanes, dejando excluidos varios sitios que presentan diversas características edafoclimáticas y de comunidades vegetales, información que podría resultar relevante para la determinación de líneas base o caracterización de los ecosistemas existentes.

La clasificación predominante de los suelos de la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena está relacionada con la superficie del área bajo uso agropecuario, donde la estepa es la que presenta una mayor predominancia. En ésta se encuentra en mayor medida Mollisoles, pero —dependiendo del sitio evaluado— se pueden hallar Inceptisoles o Aridisoles. Para el caso de las vegas se presentan Histosoles o Fluvisoles, principalmente, con una considerable variabilidad en su contenido de materia orgánica y pH. En menor medida se encuentran Gleysoles y otros tipos de suelo atípicos para vegas.

De acuerdo con los resultados existentes en los diferentes trabajos realizados, las principales deficiencias de nutrientes son nitrógeno, fósforo y azufre, existiendo niveles de potasio suficientes para la mayoría de los sitios de la región. Para el caso del azufre, existen niveles adecuados en la comunidad vegetal de vegas que presentan en su mayoría contenidos altos de materia orgánica. Por otro lado, los suelos más ácidos se presentan en los sectores donde aumenta la pluviometría y empiezan las áreas con bosques. La excepción de lo anterior son los suelos bajo las comunidades del subarbusto *Empetrum rubrum* (murtilla), los que se pueden encontrar en sectores de estepa.

Bibliografía

- Comisión Nacional de Riego (CNR). 1997. Estudio Integral de Riego y Drenaje de Magallanes, XII Región. Volumen 2. Introducción, aspectos metodológicos, caracterización general del área y estudios básicos. Punta Arenas, Chile.
- Covacevich, N. & Ruz, J. 1996. Praderas en la zona austral: XII Región (Magallanes). En I. Ruiz (Ed.). Praderas para Chile. 2a ed. Santiago de Chile: Ministerio de Agricultura, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 639-655 pp.
- Cruz, G. & Lara, A. 1987. Vegetación del área de uso agropecuario de la XII Región de Magallanes y la Antártica Chilena. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.
- Díaz, C., Avilés, C. & Roberts, R. 1960. Los grandes suelos de la Provincia de Magallanes. Agricultura Técnica 19/20, 227-308 pp.
- Filipová, L., Hédli, R., & Covacevich N. 2010. Variabilidad de Tipos de Suelo en Praderas de Humedales en el Sur de la Patagonia Chilena. Revista Chilena de Investigaciones Agropecuarias, 70 (2), 266-277 pp.
- Instituto de Investigación de Recursos Naturales (IREN). 1968. Asociaciones de Suelos de la Provincia de Magallanes (Zona Continental). Informe N°24. Santiago, Chile.
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2007. VII Censo Agropecuario y Forestal. <http://www.ine.cl/estadisticas/censos/censo-agropecuario-y-forestal-2007>.

- Ivelic-Sáez, J., Dörner, J., Arumí, J.L., Cisternas, L., Valenzuela, J., Muñoz, E., Clasing, R., Valle, S., Radic, S., Alonso, H., López, R., Uribe, H., Muñoz, R., Ordoñez, I. & Carrasco, J. 2021. Balance hídrico de humedales de uso agropecuario: El primer paso para el mejoramiento en la gestión hídrica a nivel predial en Magallanes. Una investigación multidisciplinaria. Centro Regional de Investigación Kampenaike. Punta Arenas, Chile. Boletín INIA N°435. 162 pp.
- Luzio, W., Casanova, M. y Seguel, O. 2010. Suelos de la Zona de Magallanes (Desde 50° LS hasta 55° LS). En: Suelos de Chile. Ed: Luzio, W. Universidad de Chile. 291 - 306 pp.
- Radic-Schilling, S., Corti, P., Muñoz-Arriagada, R., Butorovic, N. & Sánchez-Jardón, L. 2021. Ecosistemas de estepa en la Patagonia chilena: distribución, clima, biodiversidad y amenazas para su manejo sostenible. En: Conservación en la Patagonia chilena: evaluación del conocimiento, oportunidades y desafíos. Eds: Castilla, J. C., Armesto, J. J. & Martínez-Harms, M. J. Santiago, Chile: Ediciones Universidad Católica. 223-256 pp.
- Rodríguez, J. 1991. Manual de fertilización. Ediciones Universidad Católica, Facultad de Agronomía, Santiago, Chile. 362 pp.
- Sáez, C. 1994. Caracterización de la fertilidad de los suelos de la Región de Magallanes. Informe Final. Proyecto Fundación Fondo Investigaciones Agropecuarias Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile.
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2003. El pastizal de Tierra del Fuego. Guía de uso, condición actual y propuesta de seguimiento para determinación de tendencia. Gobierno de Chile. Punta Arenas, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena, Chile.
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2004a. El pastizal de Magallanes. Guía de uso, condición actual y propuesta de seguimiento para determinación de tendencia. Gobierno de Chile. XII Región de Magallanes y Antártica Chilena, Punta Arenas, Chile.
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2004b. El pastizal de Última Esperanza y Navarino. Guía de uso, condición actual y propuesta de seguimiento para determinación de tendencia. Gobierno de Chile. XII Región de Magallanes y Antártica Chilena, Punta Arenas, Chile.

- Schenkel, G., Baher Le, P., Floody, H., & Gajardo, M. 1973. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. XVII. Comportamiento de algunas fórmulas de fertilización, provincia de Magallanes, Continente. *Agricultura Técnica*, 34(3), 116-136.
- USDA-NRCS. 1999. *Soil Taxonomy A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. Second Edition. 886p.
- Valle, S., Radic, S., y Casanova, M. 2015. Suelos asociados a tres comunidades vegetales de pastoreo importantes en Patagonia Sur. *Revista Agro Sur*, 43(2), 89-99