

UNIVERSIDAD DE CHILE



Departamento
de Ingeniería y Suelos

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS



I. Municipalidad
de Chile Chico

ESTUDIO AGROLÓGICO

DE LA COMUNA DE CHILE CHICO: SECTOR CHACRAS Y BAHÍA JARA

Autores:

Becerra Donoso, Marcelo
Castex Hernández, Francisco
Cifuentes Silva, Nicolás
García Huidobro, Gerónimo
Givovich Díaz, Vladimir
González Cena, Juan
Leiva Baeza, Lucía
López Ríos, Virginia
Maldonado Rojo, Rodrigo

Márquez Taffo, Jorge
Moll Silva, Oscar
Muñoz, Verónica
Pedrero Quiñones, Nicolás
Potenza Muñoz, Dennisse
Rojas Díaz, Rodrigo
Solé Tatche, Verónica
Tapia Villegas, Elizabeth
Trujillo Ramirez, Katherine

Coordinadores:

Casanova Pinto, Manuel

Vera Elizondo, Wilfredo

Colaboradores:

Benavides Zavala, Carlos

Haberland Arellano, Julio

Editor:

Casanova Pinto, Manuel

1. INTRODUCCIÓN

La ciudad de Chile Chico se ubica en la XI Región, en la ribera sur del lago General Carrera. Esta comuna con una agricultura de desarrollo incipiente, se ve favorecida por condiciones climáticas de excepción que no pueden ser aprovechadas adecuadamente si se desconocen antecedentes básicos de sus recursos naturales que sustentan la agricultura y definen el manejo de factores productivos importantes.

Dentro del espíritu de la Universidad de Chile de trabajar en zonas remotas del país, donde la información disponible es escasa, se realizó un estudio agrológico de suelos a través del Departamento de Ingeniería y Suelos de la Facultad de Ciencias Agronómicas, como Práctica Profesional de 18 Ingeniero Agrónomos, que abarcó el área de *Las Chacras* y la localidad de *Bahía Jara*, con la colaboración de la Ilustre Municipalidad de Chile Chico.

En este informe escrito se incluyen ambos estudios agrológicos, adicionando información básica que caracteriza a la comuna (clima, geomorfología, cultivos, riego, etc.). Por otra parte se adjuntan los mapas de suelo respectivos que, para el caso de Las Chacras, es básicamente una actualización de un estudio previo realizado por SAG (1974) y, para Bahía Jara constituye la única información existente de esta zona con un alto potencial agropecuario.

Cabe destacar que durante el desarrollo de la Práctica se contó con el apoyo fundamental de la I. Municipalidad de Chile Chico, que en enero del año 2004 proporcionó las facilidades para realizar una charla explicativa del trabajo a los propietarios de los predios en sus dependencias y dos actividades de campo. La primera en el sector Bahía Jara, orientada a capacitar en muestreo de suelos para fertilidad. La segunda en las Chacras, asociada a sistemas de riego mecanizados. Todas estas actividades fueron realizadas por el equipo docente a cargo o invitado del Departamento de Ingeniería y Suelos.

2. ANTECEDENTES GENERALES DE LA ZONA

2.1 Ubicación, límites y vías de comunicación

El área de Chile Chico, está comprendida aproximadamente entre los paralelos 46° 30' y 46° 45' LS y los meridianos 71° 85' y 71° 45' LW. De acuerdo a la división político administrativa del país, se ubica dentro de la XI Región del General Carlos Ibáñez del Campo, Provincia del General Carrera, Comuna de Chile Chico (Figura 1).

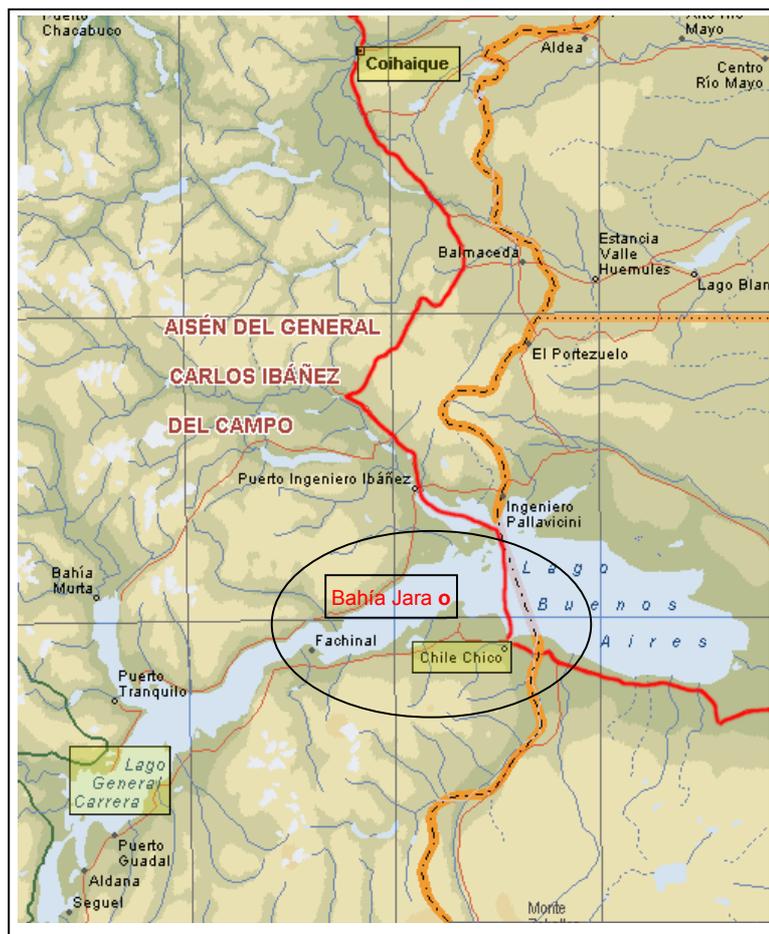


Figura 1. Ubicación de los sitios estudiados.

Por territorio chileno se llega al área en barcaza, atravesando el lago General Carrera desde Puerto Ingeniero Ibáñez, el que se encuentra comunicado por una vía asfaltada a la capital regional, Coyhaique. Otra forma de acceso es rodeando el lago General Carrera, aunque resulta más extensa. Una alternativa es por territorio argentino vía Perito Moreno–Los Antiguos. Finalmente, es posible vía aérea, con conexión a Balmaceda o Coyhaique, desde donde se puede acceder a cualquier otro punto del territorio nacional (Figura 2).

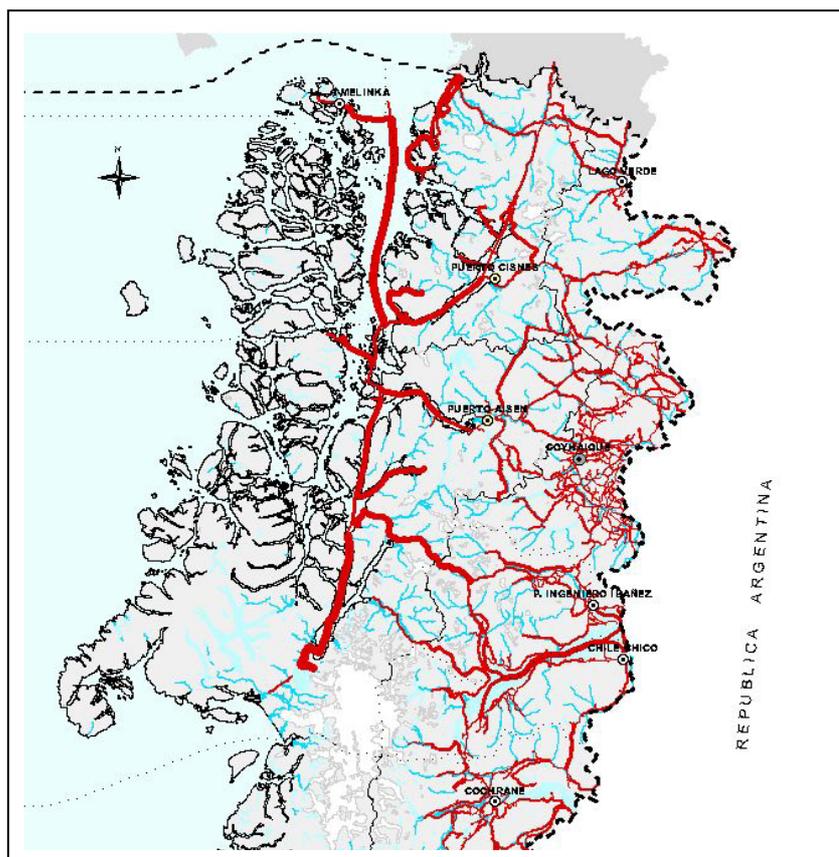


Figura 2. Vías de acceso a la Comuna de Chile Chico (Habiterra, 2003)

Alrededor del lago General Carrera, se han ido desarrollando algunas localidades de desigual importancia, asociadas a diferentes actividades productivas. En particular, Bahía Murta y Río Tranquilo, las localidades ganaderas por excelencia de la zona, al igual que Mallín Grande.

2.2 Clima

La XI Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, recibe durante todo el año una fuerte influencia del frente polar que se sitúa sobre ella. Las perturbaciones de éste imparten una característica marítima a toda el área occidental del macizo andino, característica que deriva de una progresiva continentalidad en la vertiente oriental.

A diferencia de lo que sucede en las regiones situadas más al norte, la Cordillera de Los Andes, que básicamente constituye la frontera con Argentina, en esta Región se presenta muy desmembrada, ocupando en algunos sectores un ancho superior a 130 km y algunas líneas de cumbres altas desplazadas hacia el oeste, con lo que importantes sectores poblados quedan en el lado oriental de Los Andes. Esto, a su vez, permite la aparición de tipos de climas transandinos continentales muy influenciados por el macizo andino al oeste, que produce disminución de las precipitaciones y aumento en las amplitudes térmicas por la continentalidad.

No obstante, por la latitud alta donde se sitúa la Región, en las cumbres más altas aparece un clima de hielo que corresponde a los Campos de Hielo australes. En términos generales, en la XI Región se pueden distinguir, según la clasificación climática de Köppen cuatro tipos de climas:

- Clima templado frío de costa occidental con máxima invernal de lluvias.
- Clima continental trasandino con regeneración esteparia.
- Clima de hielo por efecto de altura.
- Clima de estepa fría.

Por las características topográficas de la Región, existen zonas que presentan condiciones climáticas especiales que coinciden con aquellas zonas donde existe un mayor período de crecimiento vegetativo de las especies presentes. Chile Chico, cabecera de la comuna, ubicada en la orilla sur del lago General Carrera goza de una condición de microclima, dada por la presencia de este cuerpo de agua.

En particular, la Macrozona de Aisén definida por UC-PNUD-MINAGRI (2002) incorpora las comunas de Lago Verde, Río Ibáñez y Chile Chico dentro de los sistemas naturales austral húmedo y patagónico estepárico. Corresponde a un área bajo el dominio de un clima con influencias ciclónicas frías, en el sector norte, originado en el Pacífico sudoccidental, lo que le confiere un marcado acento subantártico debido al desplazamiento de masas de aire por sobre un océano particularmente frío. Más al sur, ya en el dominio patagónico los componentes climáticos tienden a un árido frío con decrecimiento de las precipitaciones hacia los sectores ubicados al oriente. Las temperaturas medias anuales son más altas que en la zona anterior, aunque las amplitudes térmicas aumentan.

Clima de la zona de Chile Chico

Chile Chico se incluye dentro del clima de “estepa fría”, que se caracteriza por incluir los conceptos siguientes: clima seco, clima estepario con temporada húmeda corta, pero sin embargo, permite el desarrollo de una vegetación que puede sustentar una gran población de herbívoros; clima frío en invierno y una temperatura anual inferior a 18°C.

En este sentido, la comuna de Chile Chico corresponde al sector más oriental de la Región, contiguo a la frontera con Argentina, desde el río Cisnes hasta el sur de Cochrane y al oriente de la zona de clima trasandino con degeneración estepárica.

Precipitaciones: es normal que se observen algunos meses secos, es decir con totales mensuales de agua caída inferior 40 mm. Esta disminución se manifiesta en un aumento en la fracción del total anual que precipita en los 4 meses más lluviosos (mayo a agosto) donde nuevamente llueve entre el 55% y el 62% del total anual. Estas precipitaciones invernales, debido a las bajas temperaturas, son casi exclusivamente de carácter nivoso. Los totales anuales no alcanzan los 300 mm (271 mm) en Chile Chico, siendo el mes de julio el más lluvioso (54 mm) y regularmente presenta al menos 10 meses secos. En verano se presentan generalmente 2 días de precipitación por mes, en invierno alrededor de 9 días mensuales.

Los rangos de precipitación (Figura 3), las bajas temperaturas en general y las características del viento, crean las condiciones para el desarrollo de una vegetación propia de una estepa.

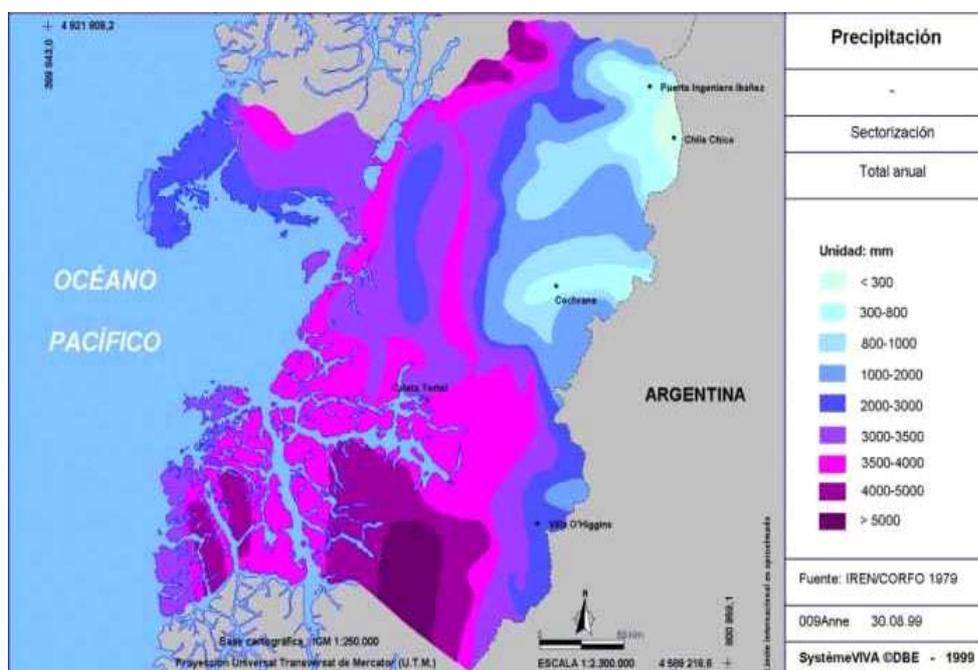


Figura 3. Distribución espacial de precipitaciones en la XI Región.

La Figura 4 muestra la distribución promedio mensual de precipitaciones, se observa que las precipitaciones se concentran en los meses invernales.

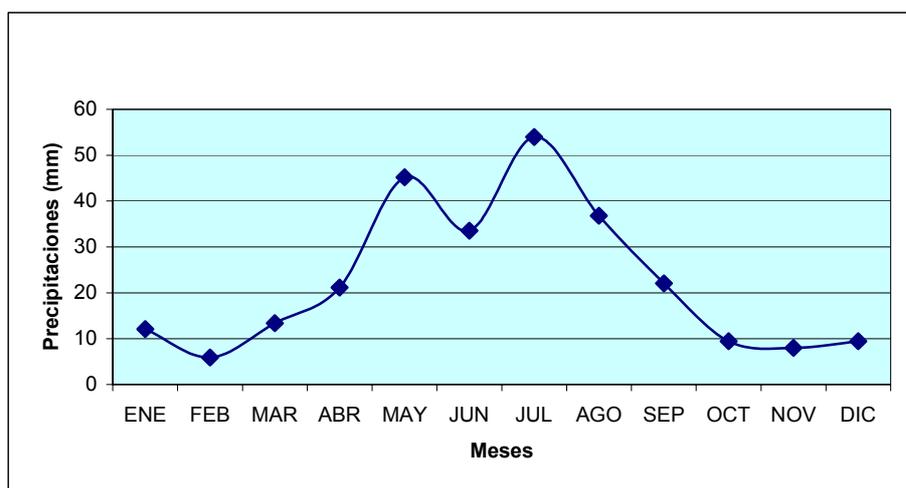


Figura 4. Precipitación media mensual en Chile Chico (1954-1978).

Evapotranspiración y humedad relativa: en el año como promedio, la evapotranspiración potencial (Ulriksen, 1979) llega a 887 mm (Figura 5), con un máximo mensual en enero de 153 mm, y un mínimo mensual en junio de 13 mm.

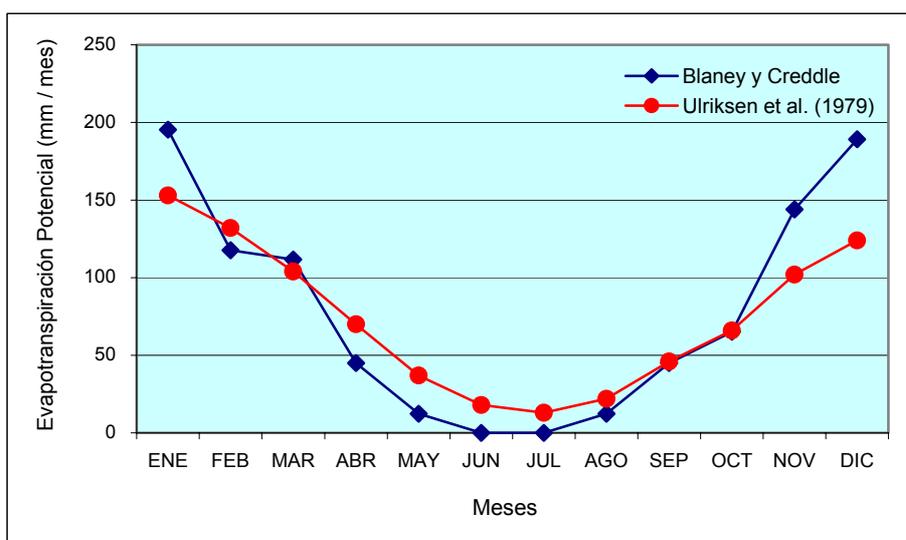


Figura 5. Evapotranspiración potencial mensual en Chile Chico.

De todas localidades de la Región de Aysén, el período con déficit hídrico más largo corresponde a Chile Chico, ya que todos los factores contribuyen a que este déficit sea alto (entre 30 y 150 mm al mes) con valores máximos en verano.

La humedad relativa del ambiente es máxima en julio alcanzando un 79,8%, y mínima en enero registrando valores entre 42 y 43% (Figura 6). Esta zona a pesar de estar ubicada al lado de un lago tan grande como el General Carrera, no se aprecia un efecto sobre la humedad local, lo cual podría estar indicando efectos de subsidencia del aire sobre al área. Al respecto, el posible explicar a través de ello ausencia de niebla en la zona.

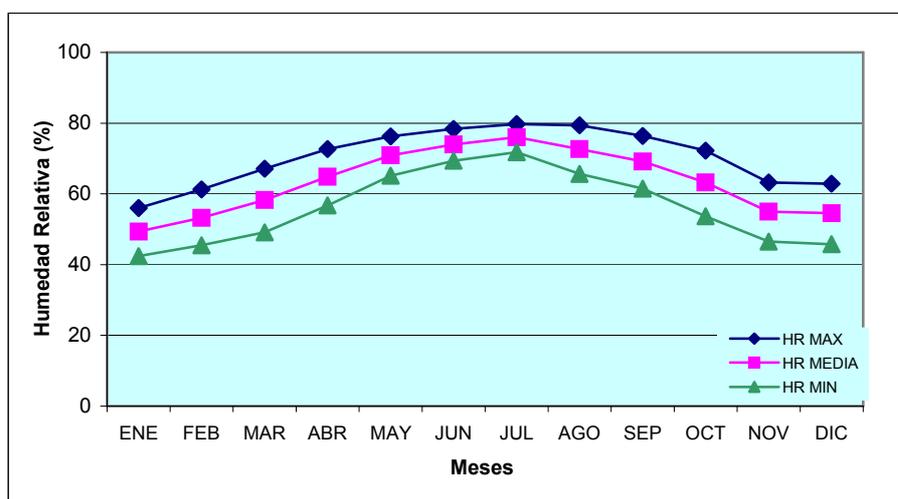


Figura 6. Humedad relativa (HR) mensual en Chile Chico (1963-1970).

Temperaturas: el régimen térmico de Chile Chico se caracteriza por presentar temperaturas promedio anuales de 6 a 9°C, también inferiores que las de climas del oeste, con una máxima promedio del mes más cálido (enero) de 24,4 °C y una mínima

media promedio del mes más frío (julio) de 0,1 °C (Figura 7). El periodo libre de heladas se prolonga durante todo el verano con un promedio de 9 heladas al año. Las temperaturas medias de verano de Chile Chico, superiores a 15°C, conjuntamente con las cantidad de precipitación baja, permiten cierto desarrollo agrícola semejante a algunos sectores de la zona central del país. Estas moderadas temperaturas de Chile Chico son consecuencia de la influencia de gran Lago General Carrera, lo que asociado a la dirección de los vientos predominantes, impide que la temperatura descienda a los valores propios del resto de la zona. Por otra parte, las temperaturas relativamente altas de Chile Chico obedecen a un núcleo cálido dicho lago, que podría estar asociado a un calentamiento del aire por descenso, inducido orográficamente. Chile Chico tiene un clima cálido con 19 días calurosos al año, que se han definido como aquellos cuya temperatura máxima es igual o superior a 25 °C.

Al igual que en gran parte del país, la ocurrencia de heladas es máxima en el mes de julio, y se presenta una dispersión bastante simétrica en torno a este valor dentro del año, con un mínimo en el mes de enero. Así la localidad presenta un máximo medio entre 9 y 10 días en julio y ausencia de heladas en los meses estivales.

Tanto en el verano como en el invierno, los días son luminosos. El mayor número de días despejados en la Región se presenta en Chile Chico, con valores que van de 6 a 11 días al mes. La zona registra 700 días-grado como promedio anual, y el periodo de receso es de 6 meses.

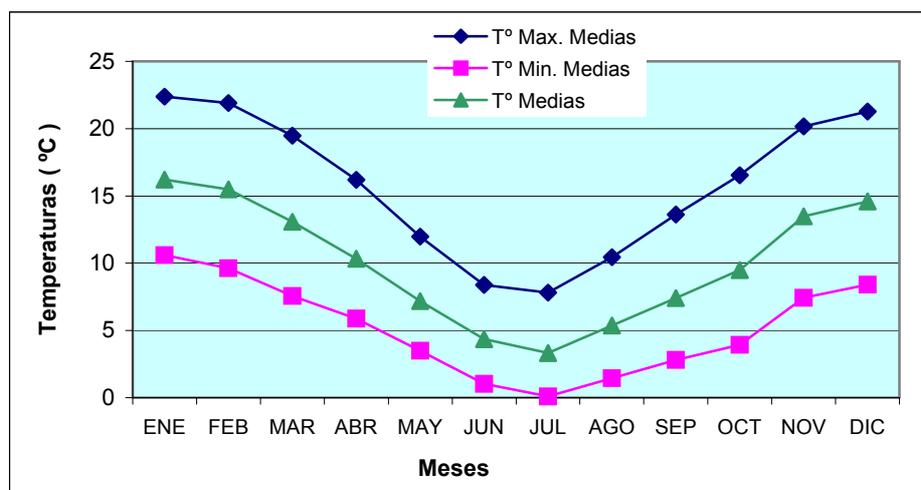


Figura 7. Temperaturas máximas y mínimas promedio de Chile Chico (1963-1970).

Viento: ya que Chile Chico se ubica al pie de un macizo importante, el viento presenta una dirección única noroeste. Los valles interiores más protegidos por el relieve pueden llegar a tener más calma en los meses fríos. Lo anterior se refleja en la Figura 8.

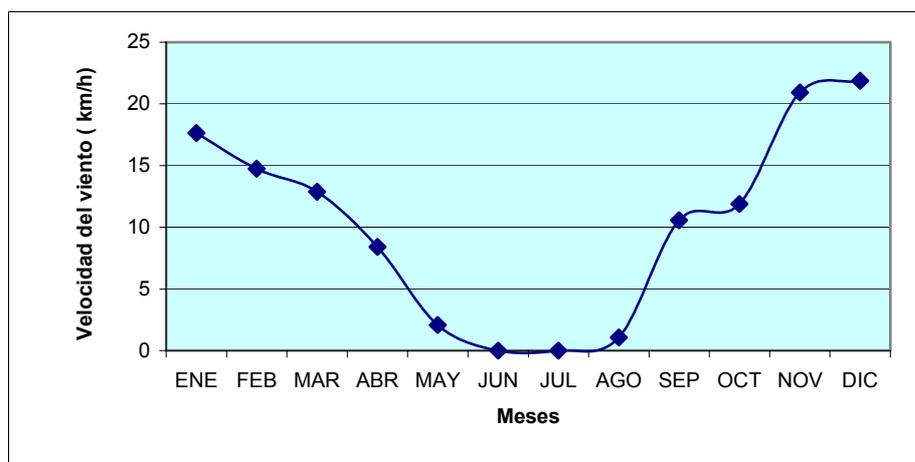


Figura 8. Velocidad promedio mensual del viento de Chile Chico (1963-1970).

Como consecuencia de las condiciones climáticas imperantes (precipitaciones, humedad relativa, evaporanspiración, temperaturas y vientos), todo el sector agrícola de la cuenca del lago General Carrera de agua suplementaria como riego durante gran parte del año, lo cual unido a una gran insolación en los meses de primavera y verano, permiten el establecimiento de una gran diversidad especies cultivadas. La fuente principal de agua es el río Jeinimenni, el cual además de sus fluctuaciones estacionales tiene el gran problema de cambiar su curso periódicamente; por ello, de acuerdo a la planificación de riego se ha debido construir estructuras para regularizar su caudal y encauzarlo.

2.3 Geología y geomorfología

Al interior de la Macrozona Aisén (PUC-PNUD-MINAGRI, 2002) se identifican dos unidades de paisajes bien definidas: un sector cordillerano correspondiente al núcleo del macizo andino, que se prolonga más al oriente del límite internacional. Presenta una topografía abrupta y de grandes desniveles causados por la erosión glaciar; las áreas planas son escasas y muy reducidas en superficie; hidrográficamente se asocia a las nacientes de numerosos cursos de agua que se desplazan hacia la vertiente oriental; aquellos ríos que drenan hacia el oeste tienen un carácter torrencial en las cuencas superiores. La segunda unidad se asocia a la estepa patagónica desarrollada al oriente de la franja cordillerana, en el límite internacional; climáticamente es más árida que la sección occidental y con una topografía plana.

De acuerdo a Parada *et al* (2001) diez y ocho nuevas edades radiométricas junto con las ya publicadas confirman la existencia de tres eventos volcánicos en la Patagonia chilena (Región de Aysén) durante el intervalo Mesozoico-Eoceno: a) Jurásico Medio-Cretácico temprano, b) Cretácico y c) Eoceno. Sobre la base de las características geoquímicas e isotópicas de las rocas volcánicas estudiadas, se reconocen dos dominios magmáticos Mesozoico-Eoceno: Dominio Magmático Norte (DMN) y Dominio Magmático Sur (DMS). Los basaltos y rocas intermedias del DMN tienen afinidades alcalinas y valores isotópicos deprimidos a moderadamente deprimidos similares a

aqueños derivados de una fuente dominada por material astenosférico. Las rocas volcánicas máficas del DMS tienen un carácter subcalino y características isotópicas más enriquecidas comparables a aquellas derivadas de una fuente litosférica. Las rocas volcánicas félsicas del DMS tienen razones iniciales $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ más altas y valores de ϵNd más bajos que las rocas volcánicas félsicas de DMN, sugiriendo una mayor contribución cortical en sus fuentes magmáticas. Las distinciones geoquímicas e isotópicas entre el DMN y el DMS podrían estar influenciadas por la presencia de rocas metamórficas paleozoicas como basamento de las rocas volcánicas del DMS. Por otra parte, la distinción entre los basaltos del DMN y DMS podría corresponder a diferencias en la magnitud de la extensión, siendo el DMN donde la extensión habría sido mayor y, consecuentemente, la litósfera más delgada (Figura 9).

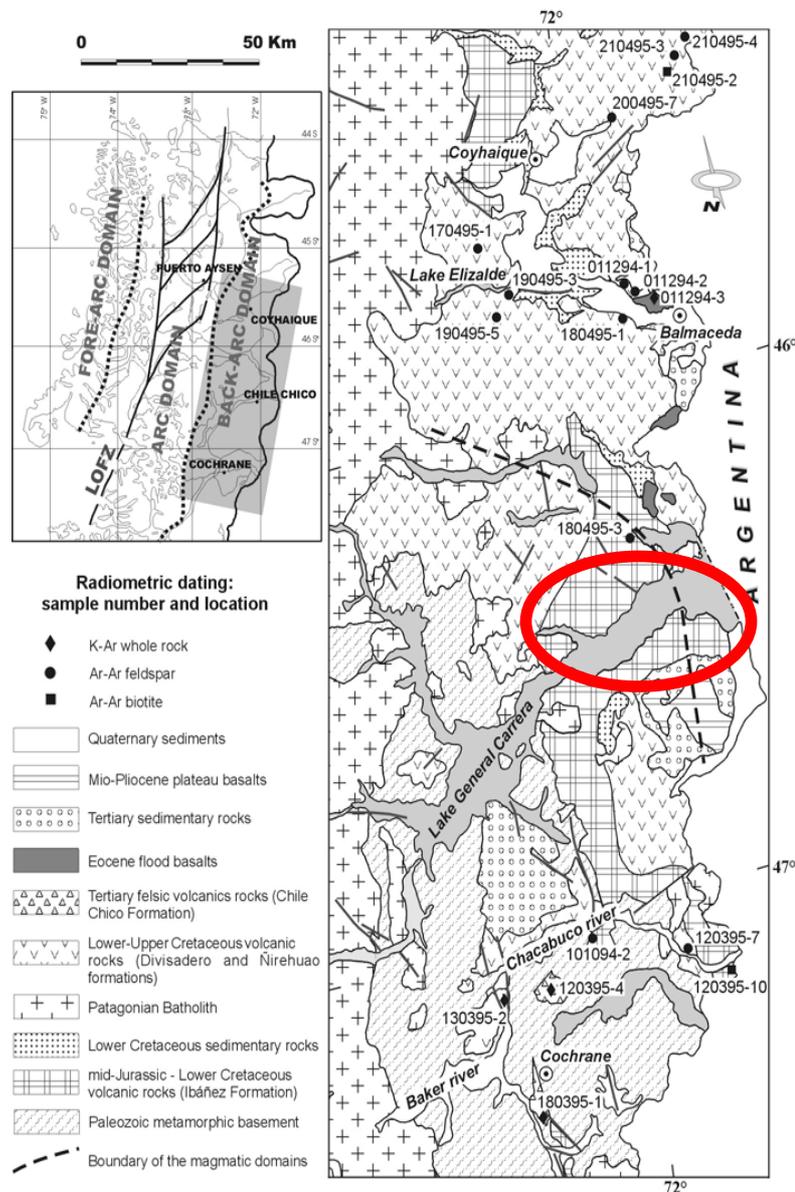


Figura 9. Mapa geológico de la Región de Aysén (Parada *et al.*, 2001).

Otro mapa geológico de la zona ha sido publicado, precisando que rocas sedimentarias dominan la zona de estudio (Figura 10).

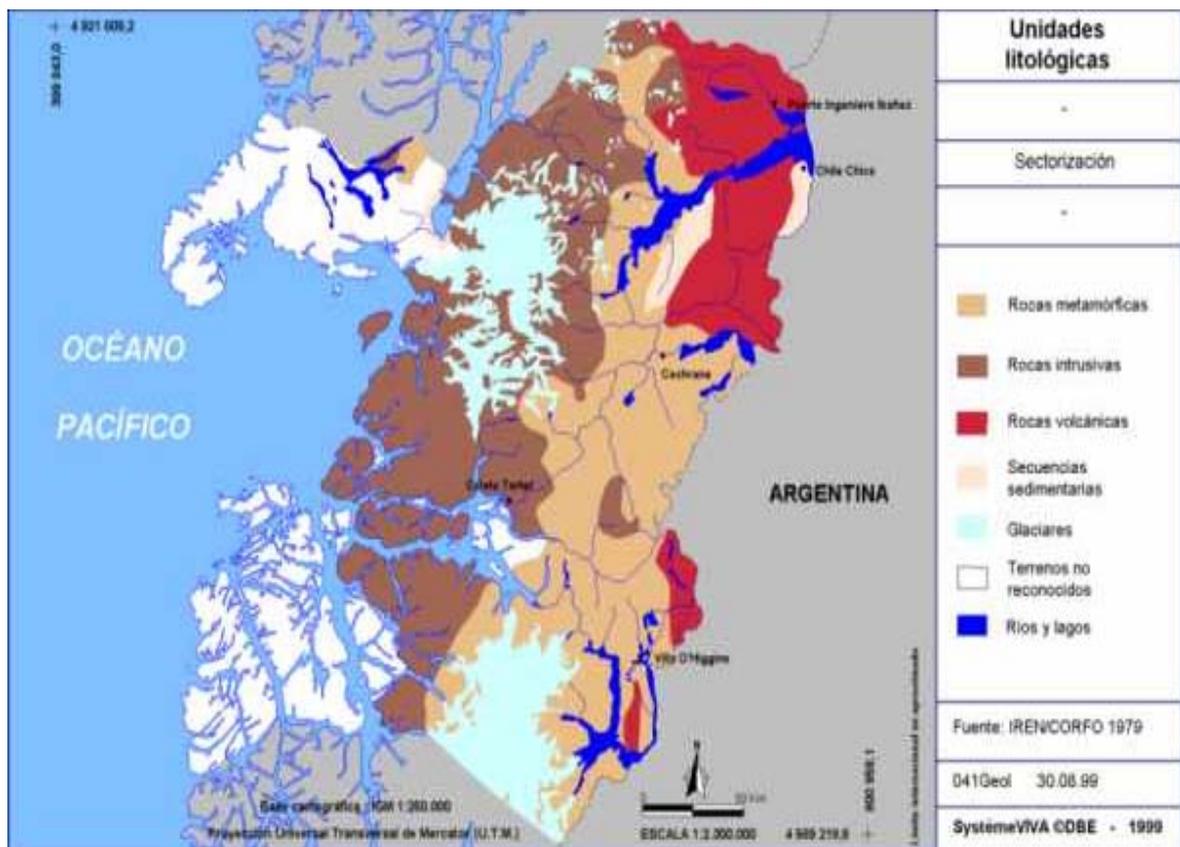


Figura 10. Mapa geológico de la zona.

SAG-Chile (1974) informa que geomorfológicamente, entre la Cordillera Patagónica y la Meseta (parte oriental), se despliega un relieve orientado preferentemente perpendicular a la dirección en que desarrollan los relieves andinos, denominado Sector Subandino. Estos relieves subandinos están constituidos por tobas, areniscas y andesitas, formando en parte la formación andesítica de Feruglia. Entre el lago General Carrera y el lago Cochrane, se desarrolla la Cordillera Buenos Aires, que presenta las características señaladas ya que es un plano inclinado disectado por la erosión de hielo y agua. En todo el relieve subandino dominan los relieves tipo cuesta y mesetas.

La gran cuenca del lago General Carrera, corresponde a líneas de alimentación de hielos que bajaron de la cordillera y del río Ibáñez que ocupa en la actualidad dicho cauce. Durante la Glaciación Cuaternaria, los hielos cubrieron toda la cordillera, ascendiendo los glaciares tanto al Pacífico como al noroeste oriental. La erosión glacial se tradujo en algunas partes en la excavación de grandes cuencas y en otras en la suavización del paisaje montañoso.

Las grandes cuencas glaciales excavadas por los hielos hacia el oriente fueron ocupadas, al retiro de éstos, por extensos lagos. En el lago General Carrera las morrenas terminales que lo represaron hacia el este, constituyen la actual línea divisoria de las aguas. La acción fluvial posterior, significó el desagüe de los lagos al erosionar las acumulaciones morrénicas que los represaban. Cuando la pendiente fue favorable,

como es el caso de los ríos que drenaban la vertiente occidental, éstos se abrieron paso a través de las barreras rocosas, captando el drenaje de los ríos y lagos.

Hacia el oriente, las cantidades grandes de materiales resultantes de los procesos glaciales de la acumulación glaciolacustre, fueron transportadas y redepositadas por los ríos, originando suaves relieves de terrazas y planos de relleno de las pampas.

2.4 Actividad agropecuaria

De acuerdo a SAG-Chile (1974) una alta insolación a lo largo de todos los meses de primavera y verano, permiten una serie de cultivos propios de Chile Central: tomates, maíz, maravilla y algunos frutales como durazneros, ciruelos damascos y manzanos; pero la mayor superficie de todo este sector está ocupada por el cultivo de la alfalfa, del cual se obtienen bajos rendimientos, debido principalmente a manejos inadecuados como una baja densidad de plantas, riegos ineficientes y no controlados (caudal erosivo), baja o nula fertilización, falta de control fitosanitario y otras.

La producción agrícola es básicamente para consumo local, a lo más regional. Dentro del sector agropecuario se destaca la producción ganadera y la actividad hortofrutícola. La reactivación del sector agropecuario se lleva a cabo vía mecanismos de aprovechamiento de sus potencialidades productivas, principalmente en el área frutícola.

Uno de los problemas de la comuna, tiene relación con las dificultades aduaneras que existen en el acceso al mercado argentino para vender su producción (leguminosas, papas, alfalfa, y madera), lo que es de vital importancia a fin de consolidar el desarrollo productivo del sector. Otro gran problema son los altos costos de transporte que hacen menos competitivos sus productos y dificultan su acceso y comunicación con el resto de la Región. Parece entonces recomendable que se establezcan centros de acopio para poder tener mayor cantidad de frutas u hortalizas para comercializar y de esta forma disminuir el costo del transporte y tener una comercialización más rentable y eficiente.

Se puede señalar que la comuna tiene una fuerte participación en el sector comercio, vinculado a la importancia que tiene el turismo asociado al lago General Carrera. En el sector primario destaca la participación de la minería que ha fomentado el desarrollo de la comuna, mejorando su accesibilidad y dotando de mayor infraestructura caminera, favoreciendo así al comercio. No obstante, se observan valles con potencial productivo que favorecerían al desarrollo de la agricultura, aún cuando la mayor parte de la producción se destine al consumo regional.

Está claro que la zona tiene una producción tardía, dada por sus características climáticas, por lo que la comercialización de muchos de sus productos no tendría una competencia directa con las otras regiones productoras.

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas (INE, 1997) la superficie con actividad agropecuaria en la XI Región se incluye en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Superficie destinada a distintos rubros productivos, XI Región (INE, 1997).

| Rubro Productivo | Superficie destinada (ha) |
|------------------|---------------------------|
| Cereales | 944,1 |
| Chacras | 459,8 |
| Industrial | 0,0 |
| Hortalizas | 164,0 |
| Flores | 0,0 |
| Forrajeras | 15.522,8 |
| Frutales | 11,3 |
| Forestal | 8.811,2 |

La aptitud potencial silviagropecuaria de la zona, derivada de un modelo de sobreposición de Habiterrra (2003) se incluye en Cuadro 2. Estos datos representan vocaciones potenciales.

Cuadro 2. Aptitud agrícola de la XI Región (Habiterrra, 2003)

| Aptitud | Superficie | |
|---------|-----------------|-------|
| | (ha) | (%) |
| | Agrícola | |
| Sin | 8.246.978 | 79,83 |
| Mala | 2.006.583 | 19,42 |
| Regular | 71.426 | 0,69 |
| Buena | 5.083 | 0,05 |
| | Forestal | |
| Sin | 3.156.852 | 30,57 |
| Mala | 4.702.523 | 45,54 |
| Regular | 208.556 | 20,20 |
| Buena | 381.869 | 3,70 |
| | Pecuaria | |
| Sin | 6.661.462 | 64,49 |
| Mala | 3.242.987 | 31,40 |
| Regular | 358.762 | 3,47 |
| Buena | 65.995 | 0,64 |

En los cuadros 3 y 4, se incluye un detalle de la actividad agrícola de Chile Chico, comparada con estadísticas provinciales y regionales, de acuerdo al último Censo Agropecuario de Chile (INE, 1997).

Cuadro 3. Explotaciones de acuerdo al uso de suelo

| SUPERFICIE (hectáreas) DE LAS EXPLOTACIONES, POR USO DEL SUELO (INE, 1997) | | | | | | | | | | | | |
|--|--|------------|------------------|--------------------------------------|--|--------------|-----------|-----------|----------------------------|--|---|---|
| REGIÓN, PROVINCIA Y COMUNA | TOTAL | | SUELO DE CULTIVO | | | OTROS SUELOS | | | | | | |
| | EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS CON TIERRA | | Total | Cultivos anuales y permanentes | Praderas sembradas y permanente y de rotación | Total | Praderas | | Plantaciones forestales | Bosques naturales y montes (explotados y no explotados) | De uso Indirecto (construccio nes, caminos, canales, lagunas) | Estériles (áridos, pedregale s, arenales) |
| | Nº | Superficie | | | | | Mejoradas | Naturales | | | | |
| XI Aisén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo | 2.570 | 1.546.851 | 17.096 | 2.127 | 14.969 | 1.529.755 | 29.324 | 662.616 | 8.811 | 546.854 | 12.384 | 269.765 |
| P. General Carrera | 621 | 283.414 | 1.676 | 293 | 1.383 | 281.738 | 3.550 | 116.774 | 243 | 97.487 | 1.885 | 61.799 |
| C. Chile Chico | 268 | 135.165 | 710 | 160 | 551 | 134.455 | 2.134 | 62.266 | 21 | 39.929 | 756 | 29.350 |

Cuadro 4. Superficie sembrada o plantada por grupo de especie

| SUPERFICIE TOTAL (hectáreas) SEMBRADA O PLANTADA POR GRUPO DE CULTIVOS (INE, 1997) | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|-------------------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|
| REGIÓN, PROVINCIA Y COMUNA | TOTAL EXPLOTACIONES INFORMANTES | | Cereales | | Chacras | | Hortalizas | | Forrajeras anuales y permanentes | | Frutales | | Plantaciones forestales | |
| | Nº | Superficie | Infor- Mantes | Super- ficie | Infor- mantes | Super- ficie | Infor- mantes | Super- ficie | Infor- Mantes | Super- ficie | Infor- mantes | Super- ficie | Infor- Mantes | Super- ficie |
| XI De Aisén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo | 1.645 | 1.024.614 | 342 | 944 | 952 | 460 | 1.025 | 164 | 673 | 15.523 | 10 | 11 | 211 | 8.811 |
| General Carrera | 427 | 190.102 | 101 | 94 | 204 | 104 | 259 | 72 | 225 | 1.393 | 4 | 6 | 22 | 243 |
| Chile Chico | 196 | 96.231 | 40 | 38 | 86 | 60 | 134 | 47 | 112 | 550 | 3 | 6 | 9 | 21 |

2.5 Infraestructura de riego y condición de drenaje

Sector Las Chacras

Se informa que existen actualmente 831 acciones del río Jeinimeni (cada una equivalente a $1,5 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{ha}^{-1}$), repartidas entre 130 agricultores. Cada acción tiene un valor de \$200.000, a enero del año 2004.

Las obras de captación están constituidas por una bocatoma, que opera a $1.200 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$, pudiendo llegar a $2.000 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$. La conducción del agua de riego, se realiza a través de dos canales matrices uno norte y otro sur, de los que nacen los submatrices y canales prediales.

De la información disponible y de las observaciones realizadas en terreno durante este estudio de suelos, se advierte la incidencia de mal drenaje (exceso de agua) en los perfiles de suelo de algunas zonas del área bajo estudio, que debería ser corregidos mediante un diseño y construcción integrales de obras de drenaje.

Bahía Jara

El sector de Bahía Jara, como una zona de depósito de la desembocadura del estero El Baño descarga en el valle por el sur y tributa en el lago General Carrera por el norte, fluyendo por el límite oeste del valle, sobre la ribera sur del lago General Carrera,

Las obras de captación están constituidas por dos bocatomas, separadas entre sí por 2 km, las que alimentan dos canales. La bocatoma ubicada aguas arriba capta un caudal cercano a los $30 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$, mientras que la segunda, ubicada aguas abajo, capta un caudal aproximado de $250 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$. El canal que nace aguas arriba tiene una longitud aproximada de 2 km y riega aproximadamente el 15% del total de la superficie. El canal que nace de la bocatoma agua abajo, tiene un largo aproximado de 4 km. Ambos canales no presentan revestimiento, encontrándose susceptibles a la acción erosiva del agua. De estos canales derivan los canales secundarios, que conducen el agua hacia los distintos predios. Es importante mencionar que el agua conducida por el estero es muchas veces superior a las necesidades de riego y por lo tanto, no ha sido necesaria la implementación de infraestructura de almacenamiento.

En términos de drenaje, de una superficie cercana a las 330 ha que posee la microcuenca, gran parte (más del 50%) presenta problemas de exceso de agua y en grados diferentes. De hecho, se observan zonas donde el nivel freático alcanza la superficie de los suelos (ver Fotografía 9, en Apéndice).

Estos problemas de drenaje tienen su origen, principalmente en la posición depresiva del valle y en la existencia de lomajes o farellones rocosos que impiden el movimiento libre de agua hacia el lago. Ello limita el uso de los suelos a unos pocos meses en el año o bien, no tienen posibilidades de ser explotados.

3. ESTUDIO AGROLOGICO

El trabajo de campo se organizó en base a la cartografía disponible, proveniente de fuentes distintas para cada localidad. En el caso de el sector Las Chacras, se utilizó un mapa de suelos generado por el estudio agrológico de Chile Chico, realizado por SAG (1974), a escala 1:10.000, sobre el que se sobrepuso cartografía predial, proporcionada por la I. Municipalidad de Chile Chico. La base cartográfica resultante se utilizó para ubicar las observaciones de suelo (calicatas) y actualizar el estudio de suelos pre-existente.

En el caso de Bahía Jara, se planificó utilizando la carta IGM “Chile Chico 4630-7134”, proyección UTM, a escala 1:50.000, de la cual se obtuvo una ampliación de la zona hasta alcanzar una escala 1: 10.000. Información previa de suelos del área no existía. Dentro de esta microcuenca y tomando como eje central el camino principal, en dirección al lago General Carrera, se procedió a hacer observaciones con barreno en líneas perpendiculares al camino, espaciadas a 250 m. Con la información obtenida se definió la ubicación de sitios de observación específicos (calicatas). Finalmente, de acuerdo a criterios morfológicos de suelo, fue posible entonces definir las distintas Series de suelo y sus correspondientes Fases, las cuales fueron delineadas bajo la supervisión del Profesor Wilfredo Vera E. Como producto de lo anterior se adjuntan mapas de suelo, actualizado del Sector Chacras (SAG, 1974) y el elaborado para Bahía Jara (Universidad de Chile).

3.1 Suelos del sector Las Chacras (SAG-1974)

Suelos Aluviales

Bajo este grupo se clasificaron tres Series de suelo: Jeinimenni, Chile Chico y Fachinal, cuyas características son.

Serie Jeinimenni, franco arenosa

Símbolo cartográfico. JNI-5

La Serie Jeinimenni, es un miembro de la Familia coarse loamy, mixed, mesic, non calcareous of the Xerofluvents. Son suelos de colores pardo a pardo oscuro, en el matiz 10YR, de clase textural franco arenosa en superficie y de color pardo grisáceo oscuro en el tono 10YR, de clase textural franco arenosa en profundidad. Presenta oxidaciones de raíces desde la superficie. Descansa sobre un substratum aluvial a los 35 cm, constituido por gravas, piedras y bolones, con matriz arenosa, llegando las raíces a alcanzar una profundidad de 90 cm en muy buenas condiciones. Ocupa una superficie de 277,8 ha.

Características físicas y morfológicas del perfil

| Profundidad (cm) | |
|----------------------------|---|
| 0-5 Ap ₁ | Pardo a pardo oscuro (10YR 4/3); franco arcillo arenosa, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable en húmedo; sin estructura; poros finos comunes, medios abundantes; raíces finas y medias abundantes; gravilla subangular común; actividad biológica abundante. Límite lineal, gradual. pH 6,8. |
| 5-20 Ap ₂ | Pardo a pardo oscuro (10YR 4/3)s y pardo grisáceo oscuro(10YR4/2)h; franco arenosa; no plástico, no adhesivo, friable; estructura de bloques subangulares, medios a moderados; poros finos comunes, medios abundantes; raíces finas y medias abundantes; gravilla subangular común, clastos subangulares, comunes; actividad biológica abundante. Límite lineal, gradual. pH 6,6. |
| 20-35 C ₁ | Pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2); franco arenosa; no plástico, no adhesivo; friable; estructura de bloques angulares, medios y finos, débiles; poros finos y medios abundantes; gravilla subangular, común; clastos subangulares, abundantes. Límite ondulado, abrupto. pH 6,7. |
| 35 y más C ₂ | Material aluvial, con clastos que ocupan un 80–90% del volumen del suelo, con matriz arenosa. pH 6,8. |

Ubicación

La Serie se describió en la chacra “Gracias Chile”, a tres km al SW de la ciudad de Chile Chico.

Rango de Variaciones

La profundidad del solum varía entre 8-105 cm, descansando sobre un sustrato aluvial constituido por clastos que ocupan 80–90% del volumen del suelo, con matriz arenosa. El promedio de la temperatura anual del suelo se estima que varía entre 9-10°C.

El horizonte Ap₁ presenta colores que van del pardo a pardo oscuro en el tono 10YR, de clase textural areno francosa a franco arcillo arenosa, sin estructura a estructura de bloques subangulares. El horizonte Ap₂, de color pardo grisáceo oscuro en el tono 10YR y croma que varía entre 2-4, de clase textural arenosa franco arcillo arenosa, oxidaciones de raíces abundantes, con estructura de bloques subangulares, de reacción neutra. El horizonte C₁, de color pardo grisáceo a pardo amarillento oscuro, y una variación del valor y croma entre 3-4 y 2-4 respectivamente, de clase textural arenosa a franco arcillo arenosa, de estructura de bloques subangulares; el porcentaje de saturación de bases es superior al 82%.

Series competitivas y sus diferencias

Serie Fachinal, que presenta colores pardo grisáceo muy oscuro y pardo a pardo oscuro en los tonos 10YR, de clase textural moderadamente gruesa a moderadamente fina, con alto contenido de carbonatos.

Posición

Suelo plano (0-1% de pendiente), con microrrelieve ligero, en posición de terraza aluvial reciente. El régimen de humedad es xérico. La precipitación media anual es de 354,0 mm y la temperatura media anual es de 12 °C.

Principales Suelos Asociados

Se encuentran las Series Chile Chico y Fachinal.

Drenaje y Permeabilidad

Bien drenado, de permeabilidad rápida; escurrimiento superficial lento.

Uso

Su aptitud agrícola es chacras, cereales, pastos y frutales en las fases de mayor profundidad.

Capacidad de Uso y Categoría de Regadío. IIIs0 y 3.

Variaciones de la Serie

| Símbolo cartográfico | Capacidad de uso | Categoría de riego | Aptitud frutal | Clase drenaje | Superficie (ha) |
|----------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------|-----------------|
| JNI-1 | IIs0 | 2 ^a | A | 3 | 38,4 |
| JNI-2 | IIs0 | 2 ^a | A | 3 | 2,2 |
| JNI-3 | IIIs0 | 3 ^a | A | 4 | 4,0 |
| JNI-4 | IIIs0 | 3 ^a | A | 4 | 49,8 |
| JNI-5 | IIIs0 | 3 ^a | A | 4 | 24,1 |
| JNI-6 | IVs0 | 4 ^a | A | 4 | 10,0 |
| JNI-7 | VIs0 | 6 ^a | A | 4 | 139,0 |
| JNI-8 | VIs0 | 6 ^a | A | 4 | 9,4 |

Serie Chile Chico, arcillo limosa

Símbolo cartográfico. CHI-1

La Serie Chile Chico, es un miembro de la Familia fine silty, mixed, mesic, non calcareous of the Aeric Fluvaquents. Son suelos de colores pardo a pardo oscuro, en el tono 10YR, de clase textural arcillo limosa en superficie y de color pardo a pardo grisáceo en el matiz 10YR, de clase textural franco arenosa en profundidad. Presenta rasgos redoximórficos y oxidaciones abundantes desde los 16 cm. Ocupa una superficie de 89,6 ha.

Características físicas y morfológicas del perfil

| Profundidad (cm) | |
|---------------------------------|---|
| 0-16 Ap | Pardo a pardo oscuro (10YR 4/3); arcillo limosa; plástico, adhesivo, friable; bloques subangulares, gruesos, moderados; rasgos redoximórficos claros, escasos; poros finos y medios, comunes; raíces finas, abundantes; actividad biológica, abundante; presencia de lenguas del horizonte inferior. Límite ondulado, claro. pH 6,7. |
| 16-29 2C ₁ | Pardo oscuro (10YR 3/3); arcillo arenosa fina; plástico, adhesivo, friable; bloques angulares medios y finos moderados; rasgos redoximórficos difusos, oxidaciones abundantes; poros medios y finos, comunes; raíces finas comunes; actividad biológica no se observa. Límite lineal, claro. pH 7,2. |
| 29-43 2C ₂ | Pardo oscuro (7,5YR 4/2); arcillo limosa; muy plástico, muy adhesivo, friable; maciza; rasgos redoximórficos claros, comunes; oxidaciones comunes; concreciones muy fina escasas; poros medios, comunes, finos no se observan; raíces medias escasas, finas comunes; actividad biológica no se observa. Límite lineal, abrupto. pH 7,1. |
| 43-55 2C ₃ | Pardo a pardo oscuro (10YR 4/3); arcillosa; muy plástico, muy adhesivo, friable; maciza; rasgos redoximórficos claros, comunes; cutánes de arcilla sobre las caras de los agregados y revistiendo las paredes de los canales radicales, finos, continuos; concreciones muy finas escasas; poros finos, comunes; raíces finas, comunes; actividad biológica no se observa. Límite lineal, gradual. pH 7,4. |
| 55-100 y más 2C ₄ | Pardo a pardo grisáceo (10YR 5/2-5/3); franco arenosa fina; plástico, no adhesivo; maciza; raíces finas escasas; poros no se observan, pues el horizonte está saturado con agua. pH 7,4. |

Ubicación

Esta Serie se describió en la chacra “De mis Amigos”, a 600 m al SW de la ciudad de Chile Chico y a 300 m al oeste del camino que une Chile Chico con el río Jeinimenni.

Rango de Variaciones

La profundidad del solum varía entre 45-130 cm. Las fases delgadas descansan sobre un substratum aluvial con matriz arenosa, lo que permite arraigamiento en profundidad. El promedio de la temperatura anual del suelo se estima que varía entre 9-10°C. El horizonte Ap, de colores pardo a pardo oscuro en el tono 10YR, el valor oscila entre 3-4 y el croma entre 2-4; de clase textural franco arcillo limosa a arcillosa, con grietas en la superficie; en esta última clase textural alcanzan a 5 cm de ancho, con estructura de bloques subangulares, gruesos, moderados; rasgos redoximórficos claros escasos; la reacción es neutra. El horizonte 2C₁, de color pardo oscuro en el tono 10YR, el valor y el croma varían entre 3-4; de clase textural franco arcillo limosa a arcillosa con estructura de bloques angulares medios y finos, moderados; rasgos redoximórficos abundantes, difusos; de reacción neutra. El horizonte 2C₂, de color pardo grisáceo muy oscuro en el tono 10YR y de pardo a pardo oscuro y en los tonos 7,5YR y 10YR, respectivamente; de clases texturales franco arcillo arenosa a arcillo limosa, con estructura maciza; rasgos redoximórficos abundantes difusos; con reacción neutra. El horizonte 2C₃, de colores pardo a pardo oscuro en el tono 10YR; de clase textural franco arenosa a arcillosa, con estructura maciza, con rasgos redoximórficos claros, comunes; de reacción ligeramente alcalina. El horizonte 2C₄, de colores pardo a pardo grisáceo en el tono 10YR; el valor varía entre 4-5 y el croma entre 2-4; de clases texturales franco arenosa a arcillo arenosa, con estructura maciza; rasgos redoximórficos claros comunes; de reacción ligeramente alcalina; el porcentaje de

saturación de bases es superior al 87%. La abundancia de los rasgos redoximórficos depende del drenaje del suelo.

Posición

Suelo plano (0-1% de pendiente), en posición de terraza aluvial reciente. El clima es xérico. La precipitación media anual es de 354,0 mm y la temperatura media anual es de 11°C.

Principales Suelos Asociados

Se encuentran en las Series Jeinimenni y Fachinal.

Drenaje y Permeabilidad

Drenaje imperfecto, permeabilidad moderada a moderadamente lenta; escurrimiento superficial lento.

Uso

Su aptitud agrícola es chacras, cereales, pastos y frutales de arraigamiento medio a superficial.

Capacidad de Uso y Categoría de Regadío. IIIw2 y 3

Variaciones de la Serie

| Símbolo cartográfico | Capacidad de uso | Categoría de riego. | Aptitud frutal | Clase drenaje. | Superficie (ha) |
|-----------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| CHI-1 | IIw2 | 2 ^a | B | 4 | 38,4 |
| CHI-2 | IIIw2 | 3 ^a | C | 4 | 2,2 |
| CHI-3 | IIIw2 | 3 ^a | C | 3 | 4,0 |

Serie Fachinal, franco arcillo arenosa

Símbolo cartográfico. FAC-1

La Serie Fachinal, es un miembro de la familia coarse loamy, mixed, mesic de los Fluventic Haploxeroll. Son suelos de colores pardo grisáceo muy oscuro en el tono 10YR, de clase textural franco arcillo arenosa en superficie y de color pardo a pardo oscuro y pardo amarillento en el matiz 10YR, de clase textural franco arenosa y franco arcillo arenosa en profundidad. Presenta oxidaciones de raíces, las que se hacen más abundantes en profundidad. Descansa sobre un substratum aluvial a los 130 cm, constituido con gravas, piedras y bolones, con matriz arenosa. Ocupa una superficie de 150,7 ha.

Características físicas y morfológicas del perfil

| Profundidad (cm) | |
|------------------------------|--|
| 0-22 Ap | Pardo a pardo oscuro (10YR 4/3)s, pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2)h; franco arcillo arenosa; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo, ligeramente duro; bloques subangulares medios y finos moderados; poros finos comunes; raíces finas abundantes; actividad biológica abundante. Límite ondulado, abrupto. pH 7,8. |
| 22-30 Ck ₁ | Pardo pálido (10YR 6/3)s, pardo (10YR 5/3)h; franco limosa; ligeramente plástico, adhesivo, ligeramente duro; maciza, horizonte compactado; poros finos y medios abundantes; oxidaciones de raíces comunes, raíces finas abundantes; presencia de lenguas de la estrata subyacente; actividad biológica común; fuerte reacción al HCl. Límite ondulado, abrupto. pH 8,2. |
| 30-40 2Ck ₂ | Gris parduzco claro (10YR 6/2)s, pardo a pardo oscuro (10YR4/3)h; arenosa; no plástico, no adhesivo, suelto; grano simple; poros finos abundantes; raíces finas comunes; gravas finas comunes; presencia de lenguas del horizonte subyacente; actividad biológica común; fuerte reacción al HCl. Límite ondulado, abrupto. |
| 40-57 3Ck ₃ | Pardo pálido (10YR 6/3)s, pardo (10YR 5/3)h; franco arenosa fina; no plástico, no adhesivo, blando; maciza; horizonte compactado; poros finos y medios abundantes; raíces finas comunes; oxidaciones comunes; actividad biológica común; fuerte reacción al HCl. Límite ondulado, abrupto. pH 8,4. |
| 57-80 3Ck ₄ | Pardo pálido (10YR 6/3)s, pardo a pardo oscuro (10YR 5/3-4/3)h; franco arenosa muy fina; no plástico, no adhesivo, blando; maciza; oxidaciones amarillo parduzco (10YR 6/6) abundantes; poros finos abundantes; raíces finas escasas; actividad biológica no se observa; muy fuerte reacción al HCl. Límite lineal, claro. pH 8,6. |
| 80-130 4Ck ₅ | Gris claro (10YR 7/2)s a pardo amarillento (10YR 5/4) h; franco arenosa; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo, ligeramente duro; maciza; oxidaciones amarillo parduzco (10YR 6/6) muy abundantes; poros finos abundantes; raíces finas escasas; actividad biológica no se observa; muy fuerte reacción a HCl. Límite lineal, abrupto. pH 8,6 |
| 130 y más 5C ₆ | Material aluvial constituido por gravas, piedras y bolones con matriz arenosa. |

Ubicación

Esta Serie se describió a 1,65 km al SW de la ciudad de Chile Chico a 150 m al N del vivero del SAG y el de CONAF, en la fotografía CY 01009 con el N° 5

Rango de variaciones

La profundidad del solum varía entre 65-300 cm y más, descansando sobre un substratum aluvial constituido por gravas, piedras y bolones que ocupan el 80-90% del volumen del suelo, con matriz arenosa. El promedio de la temperatura media anual del suelo se estima que varía entre 9-10°C. El horizonte Ap de colores pardo grisáceo muy oscuro a pardo oscuro en el tono 10YR; de clase textural areno francosa a franco arcillo arenosa; de estructura de bloques subangulares; con reacción ligeramente alcalina. El horizonte C₁ca de color pardo en el tono 10YR; el valor varía entre 3-5 y el croma entre 2-3; de clase textural arenosa franco arcillo arenosa; de reacción moderadamente alcalina. El horizonte 2Ck₂, de color pardo a pardo oscuro, en el tono 10YR, con valores que varían entre 3-4 y croma entre 2-3; de clase textural arenosa a franco limosa; la reacción es fuertemente alcalina. El horizonte 2Ck₃ de color pardo, en el tono 10YR, con valores que varían entre 4-5 y croma entre 3-4; de clase textural arenosa a franco arcillo arenosa; oxidaciones de raíces comunes, abundantes; de reacción moderadamente alcalina. El horizonte 3Ck₄ de color pardo a pardo oscuro; en el tono 10YR, con valores que varían entre 3-5 y croma entre 2-3; de clases texturales arenosa

a franco arcillo limosa; oxidaciones de raíces abundantes; con reacción fuertemente alcalina. El horizonte 4Ck₅ de color pardo amarillento en el tono 10YR; de clase textural arenosa a franco arcillo arenosa; oxidaciones muy abundantes; de reacción fuertemente alcalina. El porcentaje de saturación de bases superior al 95%.

Series competitivas y sus diferencias

La Serie Jeinimenni, la que presenta colores pardo a pardo oscuro, en los matices 10YR, de clase textural franco arenosa, sin carbonatos.

Posición

La Serie Fachinal, es un suelo plano (0-1% de pendiente), en posición de terraza aluvial reciente. El clima es xérico. La precipitación media anual es inferior a 300 mm y la temperatura media anual es de 11°C.

Principales Suelos Asociados

Se encuentran en las Series Chile Chico y Jeinimenni.

Drenaje y permeabilidad

Moderadamente bien drenado, permeabilidad moderada, escurrimiento superficial moderadamente rápido.

Uso

Su aptitud agrícola es para chacras, cereales, pastos y frutales.

Capacidad de Uso y Categoría de Regadío. IIs1 y 2

Variaciones de la Serie

| Símbolo cartográfico | Capacidad de uso | Categoría de riego. | Aptitud frutal | Clase drenaje. | Superficie (ha) |
|-----------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| FAC-1 | IIs1 | 2 ^a | A | 5 | 108,0 |
| FAC-2 | IIIw2 | 3 ^a | B | 4 | 27,7 |
| FAC-3 | IIs0 | 2 ^a | A | 5 | 15,0 |

Misceláneos

Esta unidad cartográfica incluye a sectores que no presentan aptitud agrícola, los que en algunos casos presentan aptitud forestal.

En general, se incluye en un Misceláneo los lechos de río, esteros, quebradas, cerros, zanjas de erosión y sectores urbanos.

| Símbolo Cartográfico | Superficie (ha) | |
|-----------------------------|------------------------|------|
| MR | Misceláneo río | 24,5 |
| MP | Misceláneo pantano | 15,3 |
| MQ | Misceláneo quebrada | 4,0 |
| CE | Cerro | 1,3 |
| URBANO | Chile chico | 43,2 |

Desde el punto de vista de su aptitud para el riego, los suelos bajo estudio en la zona de las chacras de Chile Chico se clasificaron en las siguientes categorías:

| Cuadro Resumen de las Categorías de Suelos para Riego | Superficie (ha) |
|--|------------------------|
| 2 ^a | 219,6 |
| 3 ^a | 139,2 |
| 4 ^a | 10,0 |
| 6 ^a | 194,4 |
| Misceláneo de suelos no regables | 43,2 |
| Total de suelos regables | 412,0 |
| Total de suelos no regables | 194,4 |
| Superficie total reconocida | 606,4 |

3.2 Suelos del sector Bahía Jara (Universidad de Chile, 2003)

En esta microcuenca se identificaron también 3 Series de suelo representativas, cuyos nombres asignados fueron Bahía Jara, El Baño y Lago General Carrera.

Suelos aluviales

Serie Bahía Jara, franco arcillosa

Símbolo cartográfico. BHJ

Suelo delgado, de origen fluvio-glacial, en posición de valle del estero. De color 10YR 4/2 y clase textural arenosa en superficie (depósito de ceniza volcánica.) y de color 10YR 3/3 (pardo rojizo) y clase textural franca arcillosa en profundidad, que es interrumpida por un horizonte arenoso en la mitad del perfil.

Características físicas y morfológicas del perfil

| Profundidad (cm) | |
|-------------------------|---|
| 0-18 estrata arenosa | Pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2); arenosa; grano simple; no plástico, no adhesivo, suelto; raíces finas y muy finas abundantes, medias comunes; poros gruesos abundantes, medios comunes. Límite lineal, claro. |
| 18-34 A | Pardo oscuro (10YR 3/3); franco arcillosa; bloques subangulares, medios y finos moderados; muy plástico, muy adhesivo, friable; raíces muy finas, finas y medias abundantes; poros finos abundantes, medios comunes; masas escasas distintas, abruptas, de color pardo rojizo oscuro (5YR 4/6). Límite ondulado, claro. |
| 34-67 B | Pardo oscuro (10YR 3/3); franco arcillosa; bloques subangulares, medios y finos moderados; muy plástico, muy adhesivo, friable; raíces muy finas, finas y medias abundantes; poros finos abundantes, medios comunes; masas comunes distintas, abruptas, de color pardo rojizo oscuro (5YR 4/6); fuerte reacción al HCl. Límite ondulado, claro. |
| 67-104 C | Pardo oscuro (10YR 3/3); arena franca; bloques angulares medios débiles; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo, muy friable; raíces finas abundantes; poros finos comunes, medios y gruesos abundantes; masas comunes distintas, abruptas, de color pardo fuerte (7,5YR 4/6); ligera reacción al HCl. Límite lineal, claro. |

| | |
|-----------------|---|
| 104-111 2A | Pardo oscuro (10YR 3/3); franca arcillo arenosa; bloques angulares medios débiles; moderadamente plástico, moderadamente adhesivo, friable; raíces finas abundantes; poros finos comunes, medios; masas comunes distintas, abruptas, de color pardo fuerte (7,5YR 4/6); ligera reacción al HCl. Límite lineal, abrupto. |
| 111 y más 2C | Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); arenosa; no plástico, no adhesivo, muy friable; raíces finas escasas; poros, medios y gruesos abundantes; masas comunes distintas, abruptas, de color pardo fuerte (7,5YR 5/8); muy ligera reacción al HCl. |

Rango de variaciones

La Serie Bahía Jara posee una estrata arenosa de origen volcánico en la mayor parte de su superficie, la que no existe en ciertos lugares por acción antrópica y/o del clima. La profundidad efectiva del suelo varía entre los 30 y más de 111 cm. El horizonte A es de color pardo en matices del 10YR, los valores oscilan entre 2 y 3 y los cromas entre 2 y 1; la clase textural varía entre franco y franco arcillosa; la estructura es de bloques angulares medios moderados; arraigamiento abundante a muy abundante. El horizonte B es de color pardo oscuro en matices del 10YR, el valor es 3 y los cromas varían entre 2 y 4; la clase textural varía entre franco arcillosa y franco arenosa; la estructura es de bloques angulares medios moderados; arraigamiento abundante o muy abundante. El horizonte 1C es de color pardo oscuro en matices del 10YR, el valor es 3 y los cromas varían entre 2 y 4. Ocasionalmente litocromático; la clase textural varía entre arena francosa a arenosa gruesa; la estructura varía entre bloques angulares medios débiles a grano simple; arraigamiento abundante. El horizonte 2A (presente en las fases BHJ-1 y BHJ-2), es de color pardo oscuro en matices del 10YR, el valor varía entre 3 y 4 y los cromas varían entre 2 y 3; la clase textural varía entre franco arcillo arenosa y franco arenosa; la estructura es de bloques angulares medios moderados; arraigamiento abundante; masas comunes distintas, abruptas, de color pardo fuerte (7,5YR 4/6). El horizonte 2C es de color pardo grisáceo muy oscuro en matices del 10YR, el valor es 3 y los cromas es 2. Ocasionalmente litocromático; la clase textural varía entre arena franca a arena gruesa; a estructura varía entre bloques angulares medios débiles a grano simple; arraigamiento escaso; masas comunes distintas, abruptas, de color pardo fuerte (7,5YR 5/8).

Observaciones

Las fases BHJ-1 y BHJ-2 presentan una discontinuidad litológica, entre los 70 y 100 cm de profundidad constituida por un cambio brusco de clase textural, de franco arcillosa a arenosa, para luego retomar la clase textural franca arcillosa.

Ubicación

Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, comuna de Chile Chico. Localidad de Bahía Jara. A 3 km de la entrada del valle en dirección al Lago General Carrera, a unos 200 m del camino principal y a mano izquierda.

Posición

La fase BHJ-1 se presenta en una posición casi plana, con pendientes dominantes entre 1 y 3 %. La fase BHJ-2 ligeramente ondulado. La fase BHJ-3 suavemente inclinado. El clima es xérico. La precipitación media anual es inferior a 300 mm y la temperatura media anual es de 10°C.

Drenaje y permeabilidad

Imperfectamente drenado, permeabilidad media, escurrimiento superficial medio.

Unidades cartográficas

BHJ-1: Ligeramente profundo; imperfectamente drenado; 1-3% pendiente. Esta unidad ocupa una superficie de 55,7 ha (10,72% del área estudiada). El arraigamiento fluctúa entre 78 y 132 cm.

| | |
|--------------------------|---------------------|
| Capacidad de uso: III w2 | Clase de drenaje: 3 |
| Categoría de riego: 3 | Aptitud frutal: D |

BHJ-2: Moderadamente profundo; moderadamente bien drenado; 0-3% pendiente. Esta unidad ocupa una superficie de 66,3 ha (12,75% del área estudiada).

| | |
|--------------------------|---------------------|
| Capacidad de uso: III w2 | Clase de drenaje: 4 |
| Categoría de riego: 3 | Aptitud frutal: C |

BHJ-3: Delgado, imperfectamente drenado, 0-3% pendiente. Esta unidad ocupa una superficie de 127,64 ha (24,55% del área estudiada).

| | |
|-------------------------|---------------------|
| Capacidad de uso: IV w2 | Clase de drenaje: 3 |
| Categoría de riego: 3 | Aptitud frutal: D |

Serie El Baño, franco arenosa

Simbolo cartográfico. EBÑ

Son suelos de origen aluvial, profundos en posición de valle, con pendientes dominantes de 1-3 %. Presenta un horizonte Ap de color pardo oscuro matiz de 10YR. Clase textural franco arenosa fina, estructura de bloques subangulares gruesos y medios moderados, muy buen arraigamiento y porosidad. El horizonte B es de color pardo en matiz 10YR. Clase textural franco arenosa fina, estructura de bloques subangulares medios moderados, buen arraigamiento y porosidad.

Características físicas y morfológicas del perfil

| | |
|----------------------------|---|
| Profundidad (cm) | |
| 0-27 A | Pardo oscuro (10YR 3/3); franco arenosa; bloques subangulares gruesos y medios débiles; ligeramente plástico, no adhesivo, friable; raíces muy finas, finas y medias abundantes; poros muy finos escasos, finos comunes y gruesos abundantes. Límite lineal, claro. |
| 27-52 B ₁ | Pardo (10YR 4/3); franco arenosa; bloques angulares gruesos débiles; ligeramente plástico, no adhesivo, muy friable; raíces finas y muy finas comunes y medias abundantes; poros finos y medios comunes y gruesos abundantes. Límite lineal, claro. |
| 52-69 B ₂ | Pardo (10YR 4/3); franco arenosa; bloques subangulares medios moderados; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo, friables; raíces finas abundantes, medios comunes; poros finos abundantes y medios comunes. Límite lineal, claro. |
| 69-93 B ₃ | Pardo (10YR 4/3); arena franca; bloques subangulares medios moderados; no plástico, no adhesivo, friables; raíces finas y muy finas comunes medias abundantes; poros finos comunes gruesos escasos. Límite lineal, claro. |
| 93 y más B ₄ | Pardo (10YR 4/3); franca; bloques subangulares gruesos y medios moderados; ligeramente plástico, no adhesivo friable; raíces finas y muy finas comunes, medias abundantes; poros finos y medios abundantes. |

Rango de variaciones

El horizonte Ap presenta una clase textural que varía de franco arenosa a franca, el color es pardo oscuro, con variaciones en el matiz, de 10YR a 7,5YR. El horizonte B₁ varía en su clase textural de franco arenosa a franco arcillosa; presenta colores en matices del 10YR o del 7,5YR, el valor oscila entre 4 y 3 mientras que los cromas varían entre el 2 y el 3. El horizonte B₂ varía en su clase textural de arena franca a franco arenosa, con colores que se mantienen constantes en el matiz 10YR el valor oscila entre 4 y 3. El horizonte B₃ varía en su clase textural de franco arenosa a franca, con colores que se mantienen constantes en el matiz 10YR el valor oscila entre 4 y 3 mientras que el cromas varía entre 2 y 4.

Ubicación

Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, comuna de Chile Chico. Localidad de Bahía Jara. A 2,5 km de la entrada del valle en dirección al Lago General Carrera, a 20 m del camino principal.

Posición

La Serie El Baño ocupa la parte central del valle de Bahía Jara. Su pendiente es ligeramente ondulada. El clima es xérico. La precipitación media anual es inferior a 300 mm y la temperatura media anual es de 10°C.

Drenaje y permeabilidad

Bien drenado, permeabilidad moderada y escurrimiento superficial moderado.

Unidades cartográficas

EBÑ-1: Moderadamente profundo, imperfectamente drenado, 0-3% pendiente. Esta unidad ocupa una superficie de 36,1 ha (6,94% del área estudiada) El arraigamiento supera los 100 cm.

Capacidad de uso: III w0

Clase de drenaje: 5

Categoría de riego: 2w

Aptitud frutal: B

Serie Lago General Carrera, franca

Símbolo cartográfico. LGC

Suelo moderadamente profundo, de origen fluvioglacial, en posición de valle del estero El Baño. De color gris muy oscuro (10YR3/1) y clase textural arenosa en superficie (depósito de ceniza volcánica.) y de color pardo oscuro (10YR 3/3) y clase textural franco arcillo limosa en profundidad.

Características físicas y morfológicas del perfil

| Profundidad (cm) | |
|---------------------------|--|
| 0-6 estrata arenosa | Gris muy oscuro (10YR 3/1); arenosa; grano simple; no plástico, no adhesivo, suelto; raíces finas y muy finas abundantes, medias comunes; poros gruesos y medios abundantes. Límite lineal, claro. |
| 6-11 A | Negro (10YR 2/1); franca; bloques subangulares, medios moderados; moderadamente plástico, moderadamente adhesivo, friable; raíces muy finas, finas y medias abundantes; poros finos abundantes, medios comunes; muy ligera reacción al HCl. Límite lineal, claro. |
| 11-21 B1 | Negro (N 2,5); franco limosa; bloques subangulares finos moderados; plástico, adhesivo, muy friable; raíces muy finas, finas y medias abundantes; poros finos y muy finos abundantes, medios comunes; muy ligera reacción al HCl. Límite lineal, claro. |
| 21-69 B2 | Pardo oscuro (10YR 3/3); franco arcillo limosa; bloques angulares medios moderados; plástico, adhesivo, friable; raíces finas y muy finas abundantes, medias y gruesas comunes; poros finos y muy finos comunes, medios comunes; ligera reacción al HCl. Límite lineal, claro. |
| 69-96 B3 | Pardo amarillento (10YR 3/4); franca; bloques angulares finos débiles; moderadamente plástico, ligeramente adhesivo muy friable; raíces finas y muy finas escasas, medias comunes; poros finos comunes; muy ligera reacción al HCl. Límite lineal, claro. |
| 96 y + B4 | Pardo amarillento oscuro (10YR 3/4); franco limosa; moderadamente plástico, ligeramente adhesivo, muy friable; raíces finas y muy finas escasas; poros finos y muy finos abundantes; lentes de arena entre los 100-105cm; muy ligera reacción al HCl. |

Rango de variaciones.

La profundidad efectiva del suelo varía entre los 30 y más de 96 cm. El horizonte A es de color pardo oscuro en matices del 10YR, los valores oscila entre 2 y 3 y el croma es 1; la clase textural varía entre franco arcillosa y franco arenosa; la estructura es de bloques subangulares finos débiles; arraigamiento abundante o muy abundante. El horizonte B1 es de color negro en matices del 2,5N, el valor es 3 y los cromas varían entre 2 y 4; la clase textural varía entre franco arcillo limosa y franco limosa; la estructura es de bloques subangulares finos moderados; arraigamiento abundante o muy abundante. El horizonte B2 es de color pardo oscuro en matices del 10YR, el valor oscila entre 3 y 4 y los cromas varían entre 3y 4; ocasionalmente en matices del 7,5YR, con los mismos valores de valor y croma; la clase textural varía entre franco arcillo limosa y franco limosa; la estructura es de bloques subangulares finos moderados; arraigamiento abundante o muy abundante. El horizonte B3 es de color pardo amarillento en matices del 10YR, el valor es 3 y los cromas varían entre 3 y 4; la clase textural varía entre franco arcillo limosa y franca; la estructura es de bloques subangulares finos moderados; arraigamiento abundante. El horizonte B4 es de color pardo amarillento en matices del 10YR, el valor es 3 y los cromas varían entre 3 y 4; la clase textural varía entre franco arcillosa y franca; la estructura es de bloques subangulares finos moderados; arraigamiento común.

Ubicación

Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, comuna de Chile Chico. Localidad de Bahía Jara. A 43 km de la entrada del valle en dirección al Lago General Carrera, a unos 250 m del camino principal y a mano izquierda.

Posición

El clima es xérico. La precipitación media anual es inferior a 300 mm y la temperatura media anual es de 10°C.

Drenaje y permeabilidad

Imperfectamente drenado, permeabilidad media, escurrimiento superficial medio.

Unidades cartográficas

LGC-1: Moderadamente profundo, imperfectamente drenado, 0-3% pendiente.

Esta unidad ocupa una superficie de 220,8 ha (42,48% del área estudiada) El arraigamiento fluctúa entre 60 y 132 cm. Puede clasificarse:

Capacidad de uso: III w2

Clase de drenaje: 3

Categoría de riego: 3

Aptitud frutal: C

Misceláneo

Esta unidad, un misceláneo río, se ubica a orillas del estero El Baño y ocupa una superficie de 13,28 ha (2,55% del área estudiada).

4. ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DE LOS SUELOS

4.1 Las Chacras (SAG-1974)

Análisis físicos

Se informa por horizonte solo un análisis granulométrico para textura/clase textural (USDA), y las constantes hídricas (capacidad de campo a 33 kPa y punto de marchitez permanente a 1.500 kPa), cuya diferencia representa el contenido de agua disponible o aprovechable por los cultivos (Cuadro 5). Cada fila corresponde a un horizonte de suelo.

Cuadro 5. Análisis físicos de suelos sector Chacras de Chile Chico.

| Serie | Profun. (cm) | Horizonte genético | Arena | Limo | Arcilla | Clase textural (USDA) | Retención de agua | | Agua disponible |
|-------------|-----------------|--------------------|-----------------|-----------------|-------------|-----------------------|-------------------|----------|-----------------|
| | | | (2-0,05 mm) | (0,05-0,002 mm) | (<0,002 mm) | | 33 kPa | 1500 kPa | |
| | | | ----- (%) ----- | | | ----- (%) ----- | | (%) | |
| Jeinimenni | 0-5 | Ap ₁ | 29,1 | 40,2 | 30,7 | Franco arcilloso | 37 | 27 | 10 |
| | 5-20 | Ap ₂ | 58,6 | 22,6 | 18,8 | Franco arenoso | 20 | 13 | 7 |
| | 20-35 | C ₁ | 68,0 | 17,2 | 14,8 | Franco arenoso | 15 | 11 | 4 |
| | 35-100 | C ₂ | 90,6 | 5,6 | 3,8 | Arenoso | 6 | 5 | 1 |
| Chile Chico | 0-16 | Ap | 6,3 | 43,9 | 49,8 | Arcillo limoso | 41 | 33 | 8 |
| | 16-29 | 2C ₁ | 11,5 | 58,6 | 28,9 | Franco arcillo limoso | 36 | 24 | 12 |
| | 29-43 | 2C ₂ | 2,9 | 50,9 | 46,2 | Arcillo limosa | 47 | 39 | 8 |
| | 43-55 | 2C ₃ | 2,8 | 65,0 | 32,2 | Franco arcillo limoso | 45 | 32 | 13 |
| | 55-100 | 2C ₄ | 20,2 | 62,5 | 17,3 | Franco limoso | 34 | 21 | 13 |
| Fachinal | 0-22 | Ap | 36,6 | 45,0 | 18,4 | Franco | 29 | 20 | 9 |
| | 22-30 | Ck ₁ | 13,2 | 68,1 | 18,7 | Franco limoso | 36 | 21 | 15 |
| | 30-40 | 2Ck ₂ | 71,8 | 17,8 | 10,4 | Franco arenoso | 12 | 9 | 3 |
| | 40-57 | 3Ck ₃ | 58,0 | 31,9 | 10,1 | Franco arenoso | 19 | 10 | 9 |
| | 57-80 | 3Ck ₄ | 54,6 | 29,3 | 10,1 | Franco arenoso | 24 | 14 | 10 |
| | 80-130 | 4Ck ₅ | 38,4 | 42,2 | 19,4 | Franco | 29 | 17 | 12 |

Fuente: SAG-1974

Serie Jeinimenni: en el Cuadro 5 se observa que el primer horizonte del suelo (Ap₁), el más delgado, es el de textura más fina (franco arcilloso), los horizontes subyacentes son de textura más gruesa. Así también, su capacidad de retención de agua disminuye continuamente desde el primer horizonte hacia abajo. Esta secuencia textural del suelo explica su permeabilidad rápida, contribuyendo a que no se produzcan problemas de drenaje.

Serie Chile Chico: en este perfil dominan las texturas medias a finas; ellas y la carencia de estructura el suelo (a partir del segundo horizonte es maciza), provocan que la permeabilidad sea moderadamente lenta y el drenaje imperfecto. Esta condición hace aconsejable el uso de métodos de riego muy eficientes en la aplicación del agua, para evitar acumulación de excesos de agua que afecten al cultivo. La retención de agua

bastante variable de un horizonte a otro, se encuentra directamente relacionada a los cambios texturales que se observan en el perfil.

Serie Fachinal: se aprecia que las clases texturales son francas en todo el perfil. No obstante, la falta de estructura en el suelo (a partir del segundo horizonte es maciza) provoca también una permeabilidad moderada y el drenaje moderadamente bueno. Nuevamente, esta condición hace aconsejable el uso de métodos de riego eficientes en la aplicación del agua, para evitar acumulación de excesos de agua que afecten al cultivo. Tampoco muestra una tendencia clara en la retención de agua de un horizonte a otro.

Análisis químicos

En el Cuadro 6 se presentan los resultados de los análisis químicos realizados por el SAG en 1974. Se determinó la reacción del suelo (pH), la salinidad expresada como conductividad eléctrica (CE), el contenido de materia orgánica (MO), el porcentaje de saturación de bases (V) y el porcentaje de carbonato de calcio (CaCO₃).

Cuadro 6. Análisis químicos de suelos sector Chacras de Chile Chico.

| Serie | MO (%) | Fe Libr e | pH _{H₂O} 1:1 | pH _{KCl} 1:1 | CE 25°C (dS m ⁻¹) | CaCO ₃ (%) | Cationes de intercambio | | | | | | V (%) |
|----------------|-----------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|------|-----|-----|------|------|----------|
| | | | | | | | Ca | Mg | K | Na | H | Suma | |
| | | | | | | | ----- (meq 100g ⁻¹) ----- | | | | | | |
| Jeinimenni | 3,3 | 1,6 | 6,8 | 5,8 | --nd-- | --nd-- | 25,8 | 5,0 | 0,6 | 0,6 | 7,1 | 39,1 | 82 |
| | 1,9 | 1,2 | 6,6 | 5,7 | | | 18,6 | 4,3 | 0,5 | 0,4 | 4,9 | 28,7 | 83 |
| | 1,2 | 1,2 | 6,7 | 5,6 | | | 16,0 | 4,0 | 0,4 | 0,3 | 3,7 | 24,4 | 85 |
| | 0,5 | 0,7 | 6,8 | 5,5 | | | 9,0 | 1,0 | 0,2 | 0,2 | 1,2 | 11,6 | 90 |
| Chile Chico | 3,6 | 1,3 | 6,7 | 5,8 | -- nd -- | -- nd -- | 34,2 | 5,6 | 0,4 | 0,4 | 5,9 | 46,5 | 87 |
| | 2,2 | 1,2 | 7,2 | 5,8 | | | 31,6 | 6,1 | 0,9 | 0,3 | 5,9 | 44,8 | 87 |
| | 2,7 | 1,1 | 7,1 | 5,7 | | | 43,7 | 8,2 | 1,0 | 0,6 | 7,2 | 60,7 | 88 |
| | 0,7 | 1,0 | 7,4 | 5,7 | | | 39,9 | 7,3 | 0,9 | 0,5 | 5,6 | 54,2 | 90 |
| | 0,5 | 1,0 | 7,4 | 5,9 | | | 37,4 | 7,2 | 0,9 | 0,6 | 4,2 | 50,3 | 92 |
| Fachinal | 4,5 | 1,1 | 7,8 | 6,7 | 1,1 | 0,0 | 28,4 | 8,9 | 0,3 | 0,3 | 2,1 | 40,0 | 95 |
| | 1,5 | 1,0 | 8,2 | 6,8 | 0,3 | 2,4 | | | 0,8 | 0,5 | | 32,3 | |
| | 0,5 | 0,5 | 8,5 | 7,2 | 0,2 | 2,8 | | | 0,4 | 0,4 | | 15,6 | |
| | 0,5 | 1,1 | 8,4 | 7,2 | 0,3 | 5,8 | -nd- | -nd- | 0,2 | 0,5 | -nd- | 21,8 | -nd- |
| | 0,7 | 0,8 | 8,6 | 7,4 | 0,5 | 5,6 | | | 0,2 | 0,9 | | 24,5 | |
| | 0,5 | 1,3 | 8,6 | 7,5 | 0,3 | 6,5 | | | 0,2 | 1,1 | | 26,7 | |

(nd: no determinado)

Serie Jeinimenni: el perfil posee una reacción (pH) neutra en todos los horizontes. El contenido de materia orgánica disminuye desde un nivel bajo en el primer horizonte, hasta un nivel muy bajo en el último horizonte, por lo que el aporte de nitrógeno, del suelo al cultivo será bajo, lo que debe ser considerado en el cálculo de la fertilización nitrogenada. El porcentaje de saturación de bases (V) es elevado, lo que indica que la fertilidad del suelo debería serlo también. No se detectan carbonatos (asociados a alcalinidad o alto pH) en el perfil a nivel de terreno con HCl, y por tanto no es necesaria su determinación en laboratorio.

Serie Chile Chico: se aprecia que el perfil posee una reacción neutra en los tres horizontes más superficiales, la que se torna levemente alcalina en los dos horizontes siguientes. El contenido de materia orgánica es medio hacia la superficie, a muy bajo en profundidad, por lo que el aporte de nitrógeno, del suelo al cultivo, será medio a bajo, lo también debe ser considerado en el cálculo de la fertilización con nitrógeno. El porcentaje de saturación de bases es alto, por lo que es factible que la fertilidad natural del suelo sea alta también. Tampoco se advierte presencia de carbonatos.

Serie Fachinal: se indica que la reacción del perfil es moderadamente alcalina hasta el segundo horizonte, y a partir del tercer horizonte se vuelve fuertemente alcalina. La presencia de carbonato de calcio asociada al pH, que aumenta en profundidad, hace recomendable controlar la ocurrencia de deficiencias de micronutrientes (como hierro o manganeso) en el suelo, que se manifestarán en síntomas en las plantas en la forma de clorosis (amarillamiento de hojas). Sin embargo, Razeto (1993) señala que el valor crítico de carbonato que induce deficiencia de hierro es 7%, el que es levemente superior a los valores obtenidos en 1974 y que indudablemente ha aumentado a la fecha. Bajo estas mismas condiciones, el contenido de potasio también podría encontrarse en niveles bajos; lo que debe ser estudiado en cada predio. El contenido de materia orgánica es medio en el primer horizonte, y disminuye a partir del segundo horizonte de un contenido bajo a uno muy bajo, por lo que el aporte de nitrógeno del suelo al cultivo será bajo, lo que debe ser contemplado en el cálculo de la fertilización. El porcentaje de saturación de bases es alto en el horizonte superficial, lo que hace suponer que la fertilidad natural del suelo también es alta.

4.2 Sector Bahía Jara (Universidad de Chile)

En este caso, al no existir información al respecto, se tomaron muestras en los tres sectores más representativos, de la microcuenca (ver Fotografía 7 en Apéndice). Los análisis que se practicaron a las muestras fueron realizados en los laboratorios de Riego y Química de Suelos y Aguas, del Departamento de Ingeniería y Suelo, Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Análisis físicos.

En el Cuadro 7 se presentan los resultados de las determinaciones físicas realizadas por horizonte: análisis granulométrico, textura y clase textural (USDA), densidad aparente y cálculo del porcentaje de agua disponible, mediante la determinación de la retención de agua a capacidad de campo (33 kPa) y punto de marchitez permanente (1.500 kPa).

Cuadro 7. Análisis físicos de suelos sector Bahía Jara.

| Fase y Número de calicata | Profundi. (cm) | Arena | Limo | Arcilla | Clase Textural (USDA) | Densidad aparente (Mg m ⁻³) | Retención de agua | | Agua disponible (%) |
|---------------------------|----------------|-------------|----------------|-------------|-----------------------|---|-------------------|------------|---------------------|
| | | (2-0,05 mm) | (0,05-0,002mm) | (<0,002 mm) | | | 33 (kPa) | 1500 (kPa) | |
| BHJ-3 7 | 0-7 | 54,7 | 34,7 | 10,6 | Fa | MND ^s | 22,5 | 16,6 | 6,0 |
| | 7-27 | 47,5 | 31,6 | 20,9 | F | 1,4 | 25,1 | 14,3 | 10,8 |
| | 27-45 | 50 | 30,3 | 19,7 | F | 1,3 | 21,1 | 11,7 | 9,3 |
| | 45-53 | 33,3 | 39,9 | 26,8 | F | 1,1 | 32,5 | 15,3 | 17,3 |
| | 53-89 | 43,5 | 31,9 | 24,6 | F | 1,2 | 27,0 | 12,9 | 14,1 |
| | 89-153 | 48,9 | 37,5 | 13,6 | F | 1,2 | 21,1 | 12,0 | 9,1 |
| LGC-1 12 | 0-16 | 54,4 | 31,4 | 14,2 | Fa | 1,2 | 21,6 | 10,5 | 11,1 |
| | 16-25 | 49,3 | 37,5 | 13,2 | F | 1,2 | 20,0 | 9,9 | 10,2 |
| | 25-42 | 19,6 | 63,5 | 16,9 | FL | 1,1 | 30,9 | 13,3 | 17,6 |
| | 42-62 | 19,8 | 42,2 | 38,0 | FAL | 1,2 | 37,3 | 20,4 | 16,9 |
| | 62 y + | 37,5 | 31,2 | 31,3 | FA | 1,4 | 29,5 | 15,8 | 13,7 |
| BHJ-2 15 | 0-18 | 66,8 | 27,6 | 5,6 | Fa | --nd-- | 13,1 | 8,3 | 4,8 |
| | 18-26 | 65,4 | 29,0 | 5,6 | Fa | --nd-- | 14,6 | 9,2 | 5,5 |
| | 26-34 | 30,9 | 46,0 | 23,1 | F | 1,1 | 28,9 | 14,8 | 14,1 |
| | 34-44 | 29,6 | 48,3 | 22,1 | F | 1,1 | 29,6 | 15,0 | 14,6 |
| | 44-57 | 30,7 | 46,8 | 22,5 | F | 1,1 | 28,3 | 14,2 | 14,1 |
| | 57-67 | 31,2 | 48,9 | 19,9 | F | 1,1 | 26,3 | 13,2 | 13,0 |
| | 67-79 | 47,9 | 31,1 | 21,0 | F | 1,1 | 24,0 | 12,4 | 11,6 |
| | 79-104 | 73,1 | 17,0 | 9,9 | Fa | 1,3 | 12,8 | 8,8 | 4,0 |

--nd--: no determinada.

Calicata 7: En el Cuadro 6 se observa que en este suelo dominan las clases texturales francas, y sólo en el primer horizonte se presenta un mayor contenido de arena, que se puede asociar al depósito de material piroclástico de la última erupción del volcán Hudson. Las clases texturales francas ofrecen buenas condiciones para la labranza y el establecimiento de cultivos. La densidad aparente disminuye levemente con profundidad, aunque se mantiene siempre dentro del rango esperable dado la textura del suelo, por lo que no habría indicio de compactación del suelo, que restrinja el desarrollo de los cultivos. La retención de agua varía sin una tendencia definida, aunque el valor mínimo se encuentra en el horizonte superficial, lo que es esperable ya que este horizonte es más arenoso. Dado el poco espesor de este horizonte, es esperable que durante las labores de aradura, se vaya mezclando con el horizonte subyacente.

Calicata 12: En el Cuadro 6 se aprecia que en este perfil dominan las clases texturales francas, y sólo en el primer horizonte se presenta un mayor contenido de arena, que se puede relacionar al depósito de material piroclástico de la última erupción del volcán Hudson. Las clases texturales francas ofrecen buenas condiciones para la labranza y el establecimiento de cultivos. Los valores de densidad aparente se mantienen en torno a 1,2 Mg m⁻³ que es un valor adecuado para las texturas de los cuatro primeros

horizontes; el último horizonte presenta el valor de densidad aparente mayor, que además es levemente superior a lo esperable para una clase franco arcillosa, aunque siempre bajo el límite considerado como restrictivo para los cultivos. Los dos horizontes más superficiales son los que retienen menos agua.

Calicata 15: En el Cuadro 6 se indica que en este perfil dominan las clases texturales francas, aunque tanto los dos horizontes más superficiales como el último, son franco arenosos. Las clases texturales francas ofrecen buenas condiciones para la labranza y el establecimiento de cultivos. Los valores de densidad aparente se mantienen en $1,1 \text{ Mg m}^{-3}$ que es un valor adecuado para las texturas de los primeros cinco horizontes analizados; el último horizonte presenta el valor de densidad aparente mayor, aunque éste es un valor esperable para una clase franco arenosa, y siempre bajo el límite considerado como restrictivo para los cultivos. Los horizontes de texturas más gruesas son los que retienen menos agua.

Análisis químicos

En el Cuadro 8 se indican los resultados de los análisis químicos en que se determinó la reacción del suelo (pH), la salinidad expresada como conductividad eléctrica (CE), el contenido de materia orgánica (MO), así como el contenido de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) disponible expresado en mg kg^{-1} , que es equivalente a ppm.

Cuadro 8. Análisis químicos de suelos sector Bahía Jara.

| Fase y Número de calicata | Profundidad | pH _{H₂O} | CE | MO | N disponible | P disponible | K disponible |
|---------------------------|-------------|------------------------------|-----------------------|------|------------------------|--------------|--------------|
| | (cm) | | (dS m ⁻¹) | (%) | (mg kg ⁻¹) | | |
| BHJ-3 7 | 0-7 | 7,52 | 0,602 | 5,62 | 39 | 54 | 1.222 |
| | 7-27 | 6,89 | 0,540 | 2,43 | 9 | 21 | 430 |
| | 27-45 | 8,50 | 1,151 | 1,83 | 5 | 13 | 1.416 |
| | 45-53 | 8,49 | 1,694 | 1,85 | 3 | 3 | 1.107 |
| | 53-89 | 8,43 | 1,345 | 1,23 | 6 | 1 | 427 |
| | 89-153 | 8,39 | 0,540 | 0,27 | 6 | 1 | 96 |
| LGC-1 12 | 0-16 | 7,46 | 1,143 | 3,45 | 29 | 22 | 731 |
| | 16-25 | 8,07 | 0,045 | 0,73 | 7 | 6 | 176 |
| | 25-42 | 7,75 | 0,414 | 0,95 | 5 | 5 | 161 |
| | 42-62 | 7,68 | 0,346 | 3,29 | 10 | 7 | 220 |
| | 62+ | 8,18 | 0,560 | 1,08 | 37 | 3 | 100 |
| BHJ-2 15 | 0-18 | 6,82 | 0,329 | 0,86 | 8 | 3 | 126 |
| | 18-44 | 6,72 | 0,314 | 1,32 | 10 | 6 | 164 |
| | 18-34 | 7,32 | 0,351 | 2,33 | 8 | 15 | 491 |
| | 34-44 | 7,76 | 0,457 | 2,24 | 8 | 2 | 404 |
| | 44-57 | 7,95 | 0,482 | 1,71 | 11 | 1 | 296 |
| | 57-67 | 8,14 | 0,470 | 1,76 | 11 | 1 | 164 |
| | 67-79 | 8,28 | 0,473 | 0,79 | 8 | 3 | 92 |
| | 79-104 | 8,62 | 0,646 | 0,16 | 3 | 0 | 58 |

Calicata 7: En el Cuadro 7 se aprecia que el suelo hacia la superficie posee una reacción (pH) neutra, y que a partir de los 27 cm de profundidad cambia a fuertemente alcalino; bajo esta condición crece la incidencia de deficiencias de micronutrientes, como hierro y manganeso, que provocan síntomas de deficiencia como las clorosis. El suelo no es salino ($CE < 2$) lo que no limita el uso de ningún cultivo. El contenido de materia orgánica es alto sólo en el primer horizonte. Tanto la disponibilidad media alta de nitrógeno, como muy alta en fósforo hasta los 45 cm y de potasio en todo el perfil, indican que al fertilizar con estos elementos no se debería obtener una mejora significativa en los rendimientos, por lo que sólo se debe considerar aplicar el N en base a la demanda del cultivo, y el fósforo y el potasio para mantener los niveles actuales.

En profundidad (27 y +) la reacción se torna moderadamente alcalina, el contenido de materia orgánica disminuye a un nivel bajo. La disponibilidad de nutrientes como nitrógeno y fósforo disminuyen, siendo muy bajo su nivel, en cambio, la disponibilidad de potasio sigue muy alta hasta los 50 cm de profundidad, luego disminuye en forma paulatina hasta una disponibilidad media.

Calicata 12: En el Cuadro 7 se observa que en la capa arable la reacción del suelo va desde ligeramente alcalina a alcalina. El contenido de materia orgánica es bajo. La disponibilidad de nutrientes es media baja a baja tanto de nitrógeno y fósforo, el potasio, en cambio es muy alta a alta.

Desde los 25 cm la reacción vuelve a ser neutra a ligeramente alcalina en el fondo de la unidad de control, la materia orgánica es baja, sin embargo es levemente mayor al porcentaje encontrado en la capa arable. La disponibilidad de nitrógeno aumenta en profundidad de muy bajo a medio alto, el fósforo disminuye llegando a niveles muy bajos. El potasio se mantiene en niveles altos.

Calicata 15: En la capa arable la reacción es neutra, la materia orgánica es baja. La disponibilidad de nitrógeno y fósforo es muy baja, en cambio el potasio, posee alta disponibilidad.

Desde los 20 a los 50 cm, la reacción es neutra a ligeramente alcalina, la materia orgánica se mantiene baja. La disponibilidad de nitrógeno es media baja a baja, el fósforo disminuye de media a media baja. El potasio se encuentra con una disponibilidad muy alta.

A partir 0,5 m de profundidad la reacción se vuelve de moderadamente alcalina a alcalina, la materia orgánica disminuye a muy baja. El nitrógeno disponible cambia de bajo a muy bajo, el fósforo continúa muy bajo. El potasio disminuye su disponibilidad significativamente, llegando a un nivel bajo en el último horizonte.

4. INTERPRETACIÓN DEL ESTUDIO AGROLOGICO

4.1 Suelos de Las Chacras

Serie Jeinimenni

Es un suelo de texturas medias, delgado, que presenta una retención de agua baja, lo que obliga a aplicar riegos cortos y frecuentes. El drenaje es bueno y la permeabilidad es rápida. La actividad biológica y la presencia de raíces finas y medias es abundante en los primeros 20 cm.

La pedregosidad constituye una limitante severa al desarrollo de los cultivos frutales, y a las labores de aradura. En las Fases de la Serie donde la profundidad está por debajo de los 75 cm y no sea abundante, es posible establecer frutales de alta rentabilidad.

El riego depende principalmente del cultivo establecido, y de la topografía del predio. Considerando que la Serie se describe como plana, es posible establecer riego convencional (surcos, tendido, bordes etc.), el que debe tomar en cuenta la pedregosidad, en cuya situación extrema se recomienda optar or riego tecnificado.

Serie Chile Chico

Es un suelo profundo, de texturas finas o arcillosas, no pedregoso, por lo que posee una buena capacidad de retener agua.

El escurrimiento superficial del agua es lento, por su topografía de casi plana. La permeabilidad es moderadamente lenta, producto de las texturas finas y la carencia de estructura bajo el segundo horizonte, lo que favorece la aparición de rasgos redoximórficos (signos de mal drenaje) como concreciones. Ello afecta el desarrollo de las raíces (finas escasas, que se observan hasta los 100 cm) y la actividad biológica en general, como consecuencia de esta condición de oxigenación pobre. De manera que al momento de seleccionar el cultivo a establecer, se deben privilegiar especies resistentes a las condiciones de mal drenaje.

Las características topográficas y morfológicas del perfil no dificultan el uso de sistemas de riego, convencionales o tecnificados, aunque estos últimos pueden ser más adecuados, dado el bajo caudal que utilizan y que evitan los excesos de agua en el suelo.

Con relación a las labores de labranza, éstas deben realizarse con el contenido de agua del suelo adecuado. Si es demasiado alto, se favorecerá la compactación del suelo, pero si es muy bajo se verá dificultada el paso de implementos.

Serie Fachinal

Es un suelo profundo, estratificado, que se encuentra estructurado sólo en el primer horizonte. Las texturas son medias a finas en superficie y gruesas en profundidad, por lo que la retención de agua es mayor en los primeros 30 cm.

La infiltración del agua será moderadamente rápida, pero el movimiento del agua dentro del perfil se verá restringido por los cambios texturales, advirtiéndose en rasgos de mal drenaje en los suelos, que limitan la elección de los cultivos.

La presencia abundante de carbonatos en el perfil, evidenciada por la reacción al HCl, desde los 22 cm de profundidad es otra limitante importante de estos suelos, hecho que también restringe la gama de cultivos posibles para su establecimiento, dada la alcalinidad (alto pH) que normalmente se asocia a los carbonatos.

Las gravas, piedras y bolones, ubicados bajo los 130 cm de profundidad, no constituyen una restricción al establecimiento, desarrollo y productividad de los cultivos.

4.2 Suelos de Bahía Jara

Serie Bahía Jara

Es un suelo profundo, bien estructurado, aunque estratificado, con cambios texturales de franco arcilloso a arenoso, que constituyen limitantes al movimiento del agua en el perfil. La Serie presenta un drenaje imperfecto, lo que restringe la elección de cultivos sensibles.

La estrata de arena en superficie, de 18 cm de espesor en promedio, puede complicar el establecimiento de siembras, ya que estos depósitos poseen una baja capacidad de retención de agua, además del menor suministro de nutrientes y sustento de estas arenas para los cultivos (ver Fotografía 10 en Apéndice). Es por estas razones se recomienda la incorporación o mezcla con horizontes más profundos, utilizando un arado de vertedera, con el objetivo de mejorar las condiciones para la semilla. Si la labor de mezcla no fuese efectiva, se debe mantener un control adecuado del contenido de agua de la estrata arenosa, para mantener condiciones de humedad adecuadas para la semilla y/o la plántula. No obstante, una vez establecido el cultivo, el desarrollo de las raíces se puede extender a más de 1 m de profundidad.

Para el diseño y operación de los sistemas de riego, se debe tener presente dichas observaciones y el problema de drenaje del suelo.

Serie Estero El Baño

Es un suelo profundo, con clase texturales que se mantienen dentro del rango franco arenosa a areno francosa. La estructura se encuentra desarrollada a través de todo el perfil.

La infiltración del agua es rápida y el drenaje es bueno. Debido a las texturas presentes, el suelo retiene menos agua para las plantas, por lo que los riegos deben ser cortos y frecuentes. No se aprecian limitantes al desarrollo de raíces; de hecho, éstas se observaron a través de todo el perfil.

Las características del suelo, permiten realizar con facilidad las labores de aradura que no precisan ser realizadas a más de 20 cm de profundidad.

Asimismo, el riego no debiera presentar problemas, ya que la topografía casi plana, y las texturas medias son favorables para el establecimiento de riego tradicional, al igual que uno tecnificado. Sin embargo, en caso de regar por surcos, éstos no deben ser muy largos.

Serie Lago General Carrera

Es un suelo profundo, de texturas medias, bien estructurado. La estrata arenosa superficial no sobrepasa los 6 cm de profundidad, por lo que no debiera implicar un problema para el cultivo. En el caso de que el espesor de esta estrata sea mayor, se recomienda la mezcla con horizontes más profundos ya que, como se ha señalado, esta capa de arena retiene poca agua por lo que las semillas podrían carecer del agua suficiente para germinar y establecerse.

Este suelo se adapta bien a todos los sistemas de riego, aunque debe preferirse métodos que sean eficientes en la aplicación del agua, para no favorecer la incidencia de problemas de drenaje.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La revisión del estudio de suelos pre-existente y realizado por el SAG en 1974 en las Chacras fue concordante en general con las observaciones en calicatas realizadas por este estudio:

Los suelos de La Serie Jeinimenni son de colores pardo a pardo oscuro, de clase textural franco arenosa en superficie, pero de color pardo grisáceo oscuro y clase textural franco arenosa en profundidad. Presenta oxidaciones de raíces desde la superficie evidenciando problemas de drenaje. Descansa sobre un substratum aluvial, constituido por gravas, piedras y bolones, con matriz arenosa, llegando las raíces a alcanzar una profundidad de 90 cm en muy buenas condiciones.

Los suelos de la Serie Chile Chico, son de colores pardo a pardo oscuro y de clase textural arcillo limosa en superficie, en profundidad son de color pardo a pardo grisáceo y clase textural franco arenosa. También presenta evidencias de mal drenaje, tales como rasgos redoximórficos.

Los suelos de la Serie Fachinal son pardo grisáceo muy oscuro y presentan clase textural franco arcillo arenosa en superficie, variando desde pardo a pardo oscuro y pardo amarillento en color y clase textural franco arenosa y franco arcillo arenosa en profundidad. Presenta oxidaciones de raíces, las que se hacen más abundantes en profundidad. También descansan sobre un substratum aluvial, constituido con gravas, piedras y bolones, con matriz arenosa.

En general se trata de suelos muy estratificados, en que la erupción del volcán Hudson provocó un cambio, respecto al estudio anterior, en la proporción de los separados texturales de la superficie del suelo, evidenciado por una estrata arenosa en superficie, muchas veces incorporada en profundidad naturalmente o con manejo.

- Los suelos descritos en la zona de Bahía Jara se agruparon en tres nuevas Series de suelo, Bahía Jara (BHJ), Estero el Baño (EBÑ) y Lago General Carrera (LGC):

Los suelos de la Serie Bahía Jara varían entre 30 y más de 111 cm de espesor, de origen fluvioglacial, en posición de valle del estero. De color pardo amarillento grisáceo y clase textural arenosa en superficie (depósito de ceniza volcánica); en profundidad su color es pardo rojizo, con una clase textural franco arcillosa, aunque en la mitad del perfil es interrumpido por un horizonte arenoso.

Los suelos de la Serie El Baño son de origen aluvial, profundos en posición de valle, con pendientes dominantes de 1-3 %. Presenta un horizonte arable de color pardo oscuro y clase textural franco arenosa fina. En profundidad el horizonte B es de color pardo y clase textural franco arenosa fina. Se trata de un suelo con una buena estructura de bloques, lo que le otorga un buen arraigamiento y porosidad.

Finalmente los suelos de la Serie Lago General Carrera son moderadamente profundos, y de origen fluvioglacial, en posición de valle de estero. De color gris muy oscuro y clase

textural arenosa en superficie (depósito de ceniza volcánica.), para continuar con un color pardo oscuro y clase textural franco arcillo limosa en profundidad.

Todos los suelos manifiestan drenaje restringido, un problema muy abundante en toda la cuenca estudiada, ya sea con rasgos redoximórficos o niveles freáticos altos.

- El presente estudio preliminar apunta a detectar los principales problemas de suelo presentes en el área estudiada y ha sido realizado a una escala tal que no reemplaza los estudios prediales que se precisan para la construcción de obras civiles de riego o drenaje.
- Cuando se habla de un estudio de suelos, como éste, se trata de una revisión de las características morfológicas de los suelos y se incluye la variabilidad espacial de éstos a nivel de la cuenca, identificando sus principales limitaciones y potencialidades para ser usados sin deteriorarlos, lo que se materializa en un plano de suelos como los que se adjuntan.
- Distinto es el **muestreo de suelos para análisis químico de suelos**, equivocadamente denominado **estudio de suelos**, que se debe realizar a nivel predial para ejecutar planes de manejo agronómico específicos. Por lo tanto el agricultor y el usuario de este informe no deben esperar encontrar una solución particular a su parcela o predio.
- Los planos de suelo que se adjuntan y el texto presente permiten identificar tres problemas importantes en ambas zonas estudiadas:
 - a) Problemas de drenaje, esto es, restricciones en el movimiento libre del agua en el suelo, lo que limita seriamente la aireación para las raíces de las plantas y finalmente su rendimiento. El origen del problema de drenaje se estima que se encuentra en la posición geomorfológica natural que ocupan los suelos dentro de Bahía Jara, donde el agua ve imposibilitada su salida libre de los suelos. Tanto en Bahía Jara como en el caso de Las Chacras, donde es un problema menos común el mal drenaje, se agrega un riego inadecuado en términos de: sistema de riego, tiempo y frecuencia de riego empleados. Particularmente en Bahía Jara se justificaría realizar una mantención de los canales o su revestimiento, para una conducción del agua eficiente.
 - b) Problemas de fertilidad de los suelos, esto es, de los nutrientes principales que requieren las plantas en general para su crecimiento, nitrógeno/fósforo/potasio, solo el último se encuentra en niveles suficientes, los otros dos presentan niveles muy bajos que ameritan una reposición a los suelos para obtener cosechas exitosas. La génesis de los problemas de fertilidad detectados se puede encontrar en que los suelos presentan niveles bajos en forma natural o el escaso o nulo uso de la técnica de **muestreo de suelos para análisis químico de suelos**, que permite identificar el nutriente que se encuentra deficiente, para cada condición edafoclimática específica y cultivo anual que se pretenda establecer, así como también el tipo y la dosis de fertilizante que se debe aplicar. En el caso de frutales, dicho muestreo es complementado normalmente con un **muestreo de hojas para análisis foliar**.

- c) En términos potenciales, se observará un cambio en la calidad de las aguas de riego, no analizadas en este estudio, en la medida que la actividad minera inmediatamente asociada a Bahía Jara, proceda a verter sustancias peligrosas al cauce del Estero El Baño.
- Se recomienda para los tres problemas antes señalados:
 - a) Problemas de drenaje: poner en marcha estudios para dar una solución integral al problema a nivel de la cuenca en el caso de Bahía Jara; es decir, estudios topográficos detallados, conductividad hidráulica de los suelos y de soluciones de salida del agua en exceso. En términos de riego, capacitar a los agricultores en técnicas de riego adecuadas para la zona y de acuerdo a sus posibilidades económicas. Cabe recordar que desde el año 1986 el Estado, a través del fomento y apoyo a la ejecución de obras de riego y drenaje, busca mejorar y potenciar la seguridad del agua, tanto en zonas de riego como también de secano, fomentando la inversión privada en obras de riego y drenaje, un instrumento que además estimula la construcción de pequeñas obras hidráulicas de uso agrícola (Ley N° 18.450). Si bien, dadas las limitaciones económicas, probablemente en forma individual los usuarios no podrían tener acceso a estos incentivos, la constitución de un grupo organizado potenciaría la posibilidad de alcanzar una solución a sus problemas particulares por esta vía. Para el caso de las Charas esta organización, más factible en términos de recursos, podría limitarse a aquellas zonas más afectadas por el problema.
 - b) Problemas de fertilidad: promover el uso de **muestreo de suelos para análisis químico de suelos y/o muestreo de hojas para análisis foliar**, considerados ambos los medios más serios de enfrentar este problema. De hecho, una de las actividades desarrolladas por uno de los expertos en la charla ofrecida y luego en el mismo terreno de Bahía Jara fue dirigida a mostrar la utilidad y la forma de realizar el muestreo de suelos, respectivamente.
 - c) El problema de calidad de aguas: se estima que las aguas de riego provenientes del Estero El Baño deberán ser continuamente monitoreadas, considerando que eventualmente es consumida y su paradero final es el Lago General Carrera. Para ello también existen análisis posibles de hacer periódicamente, realizando un **muestreo de aguas para análisis químico** que permitiría evaluar su calidad.
 - El agricultor de ambas zonas requiere apoyo técnico además en otras prácticas agronómicas, es decir:
 - a) Control fitosanitario y de malezas: que le permita identificar y reconocer plagas/enfermedades/malezas existentes en la zona, además de la forma de controlarlos antes alcanzar un nivel de daño para las plantas.
 - b) Preparación de suelos: no solo para solucionar el problema de la estrata de arena en superficie (Hudson) que en algunos casos ha adquirido gran potencia, sino para orientarle en términos del momento adecuado de preparación en cada tipo de suelo, el número de labores y los implementos específicos que precisa en cada caso.

- c) Elección de cultivos y variedades frutícolas que se adapten a las condiciones edafoclimáticas de la zona, y que además sean económicamente rentables. Al respecto, las instituciones (SAG-INDAP-INIA-CONAF) presentes en la zona prestan este valioso servicio, por cuanto se cuenta con la asesoría profesional o técnica capacitada en este tema.