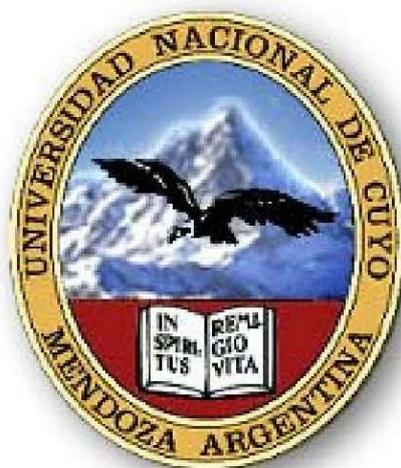


Evaluación de suelo y biomasa en bosque de *Eucalyptus camaldulensis* en Palmira, Mendoza

Santiago Echevarria

Tesis de grado
Ingeniería en Recursos Naturales Renovables
Universidad Nacional de Cuyo



-Mayo 2009-

Agradecimientos

A las personas e instituciones que, sin obtener beneficio más que la satisfacción de ayudar, pusieron la mejor voluntad y dedicación.

A mis directores Ing. Agr. Ricardo Benjamín Perez Valenzuela y Dr. Pablo Eugenio Villagra por brindarme su apoyo permanente.

A Rafael Rodríguez y al personal de Derivados Vínicos S.A. que me dieron la oportunidad, además de confianza y amistad, de realizar este proyecto.

Al Ing. Leandro Mastrantonio y F. Yanelli por la predisposición que tuvieron siempre que les hice alguna consulta.

A mi familia, mis amigos y mi novia que me bancaron todo este tiempo.

RESUMEN

El tratamiento y disposición final de efluentes, entre otras, son medidas que las industrias implementan para ajustar su actividad a las normativas legales, o bien para cumplir con sus propias políticas ambientales.

El presente estudio se enfoca sobre un bosque de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh el cual fue diseñado y desarrollado como receptor final de los efluentes de la empresa Derivados Vínicos S.A, ubicada en la localidad de Palmira, Mendoza. El área de estudio consta de 46 ha divididas en 17 cuarteles de edad y superficie variable. Los objetivos son: i) describir las características edáficas antes y después del establecimiento del bosque y determinar su evolución; ii) establecer las relaciones entre variables de suelo y biomasa; iii) determinar la productividad del bosque.

Se recopilaron datos de suelo previos a la implantación del bosque. Se realizó un nuevo muestreo sistemático de suelo y de variables dasonómicas. Se generó un modelo de regresión entre el Dap (Diámetro a la Altura de Pecho) y el peso de 16 árboles de diferentes diámetros que fueron cortados y pesados. Se aplicó la función obtenida en cada cuartel. Se utilizó el factor 0,6 para obtener la biomasa seca (Rojas).

A partir de los datos obtenidos se calculó densidad, tasa de crecimiento y productividad por unidad de muestreo y por cuartel. Los datos y resultados se volcaron a un Sistema de Información Geográfica (SIG). Utilizando técnicas geoestadísticas se generaron mapas y se compararon entre sí. Se realizaron análisis de correlación entre las variables de suelo y biomasa.

La salinidad y sodicidad del suelo disminuyeron un 95% desde la implantación del bosque. La textura del suelo es muy variable espacialmente y en profundidad y presenta fuerte dominio sobre el porcentaje de materia orgánica y el pH del suelo. A su vez determina, entre otros factores, la densidad de árboles. La salinidad se encuentra muy asociada al RAS y presenta una correlación negativa con la productividad de los árboles.

La densidad media actual es de 925 ± 297 individuos/ha y el diámetro a la altura del pecho (Dap) medio es de $16,87 \pm 1,32$ cm. La productividad media es de 24,71 Tn/ha/año con un desvío de 6,36 Tn/ha/año En total el área de estudio produce anualmente 1055 Tn de biomasa verde.

El sistema de tratamiento y la disposición final del efluente para riego en el bosque cumple satisfactoriamente con los objetivos perseguidos por la empresa. Se ha logrado un suelo apto para el crecimiento y desarrollo de un bosque a partir de un suelo altamente salino y sódico.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	5
1.1.	Planteamiento del Problema	5
1.2.	Marco Teórico	6
1.2.1.	Suelo.....	6
1.2.2.	Especie estudiada: <i>Eucalyptus camaldulensis</i> var. Dehn.....	10
2.	OBJETIVOS	13
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1.	Área de estudio (AE)	14
3.2.	Muestreos	14
3.2.1.	Suelo.....	14
3.2.2.	Biomasa.....	17
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
4.1.	Capítulo I: Evolución de las características del suelo	19
4.1.1.	Topografía.....	19
4.1.2.	Salinidad primera profundidad de suelo.....	20
4.1.3.	Salinidad segunda profundidad de suelo.....	21
4.1.4.	Medidas de resumen.....	22
4.1.5.	RAS.....	24
4.1.6.	Cloruros.....	25
4.2.	Capítulo II: Relaciones Suelo-Biomasa 2008	27
4.2.1.	Medidas de resumen.....	27
4.2.2.	Textura – Densidad de árboles.....	29
4.2.3.	Salinidad.....	32
4.2.4.	Dap medio.....	32
4.2.5.	RAS.....	33
4.2.6.	Primera profundidad de suelo.....	35
4.2.7.	Segunda profundidad de suelo.....	36
4.3.	Capítulo III: Biomasa 2008	39
4.3.1.	Estructura diamétrica por cuartel.....	41
4.3.2.	Estimación de la biomasa forestal.....	42
4.3.3.	Captura de CO ₂	44
5.	CONSIDERACIONES FINALES Y CONCLUSIONES	45
6.	BIBLIOGRAFÍA	46
7.	ANEXOS	48

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

Los temas ambientales toman real relevancia en esta última década. Casos de contaminación (de suelos, ríos, lagos, agua subterránea, etc.), destrucción de recursos naturales (deforestación, pérdida de biodiversidad, expansión de la frontera agrícola, etc.), cambio climático global y crisis energética, comprendidos bajo el nombre de “cambio global”, son difundidos a la comunidad a través de los medios de comunicación. Esto ha provocado que organismos internacionales, gobiernos nacionales y locales e instituciones involucradas y los mismos ciudadanos reclamen por medidas que de alguna forma mitiguen una situación que nos involucra a todos.

Estos problemas ambientales se manifiestan a diferentes escalas. Los mencionados anteriormente son a escala global pero también tienen su representación a escala local.

La legislación ambiental internacional, nacional y local ha inducido a las industrias e instituciones gubernamentales a implementar sistemas de gestión, con el fin de reducir emisiones gaseosas, disminuir la demanda energética y realizar un tratamiento adecuado de sus efluentes.

El tratamiento y disposición final de efluentes y residuos industriales es una práctica adoptada por las empresas, cada vez más frecuente con el objetivo de minimizar los daños al ambiente y de cumplir con las normativas y políticas ambientales (Kiely, 1999).

La evaluación y seguimiento de los sistemas de tratamiento es vital para controlar su funcionamiento y mitigar posibles efectos adversos sobre el suelo, los cuerpos de agua, las comunidades microbianas y la vegetación, asociados a la disposición final del efluente.

La Provincia de Mendoza, ubicada en el Oeste árido argentino, concentra su población y producción en el 3 % de su territorio. Los cursos de los grandes ríos (Mendoza, Tunuyán, Diamante, Atuel y Malargüe) son los que rigen esta distribución, afirmando que el agua, además de ser el factor limitante, es uno de los recursos naturales más importante en esta Provincia. Tanto el cuidado de la calidad del agua, como la eficiencia en la distribución y el uso de la misma (superficial y subterránea) forman parte de los objetivos ambientales locales para lograr la sustentabilidad del recurso (Chambouleyron, 2005).

En el distrito Palmira, perteneciente al departamento San Martín, al Este de la ciudad de Mendoza, se encuentra la empresa Derivados Vínicos S.A. Ésta produce ácido tartárico, aceite de uva y alcohol vínico a partir de orujos y borras provenientes de la industria vitivinícola.

Ante la necesidad y el compromiso por parte de los anteriores propietarios (ICI-Duperial) de solucionar el tratamiento y la disposición final de los efluentes generados en el procesamiento de dichas borras y orujos, surgió el actual Sistema de Gestión Ambiental (SGA).

Este SGA cuenta con una planta de tratamiento de efluentes (ver Anexo I) y un bosque mayoritariamente de *Eucalyptus camaldulensis* como receptor final del efluente tratado. Se eligió esta especie en función de su rápido crecimiento y tolerancia a factores de estrés.

En el presente la superficie regada con efluente es de 75 ha de *E. camaldulensis*, 4 ha de bosque mixto *Eucalyptus*-*Populus* y 3,2 ha de vid (Cabernet). Con agua de pozo se riegan 10,2 ha de vid (Bonarda) y 4,6 ha de *Populus*. El bosque está dividido en cuarteles de diferentes edades y superficies (figura 2).

El efluente llega al bosque con un caudal medio, en forma continua durante 11 meses al año, de 400 m³ h⁻¹. Las características físico-químicas del mismo (ver Anexo II) son: conductividad eléctrica media 1815 µS/cm (± 187 µS/cm); pH medio 6.82 (± 0.39); DQO (demanda química de oxígeno) media 3143 (± 406) y porcentaje medio de sólidos en suspensión igual a 0.32% ($\pm 0.07\%$). El riego es por inundación. El sistema de drenaje cuenta con 4 sangrías que disminuyen el nivel freático aumentando la profundidad útil del suelo.

Tanto la infraestructura y la parte operativa de la empresa (administración, producción, mantenimiento, etc.) como el bosque están bajo certificación de ISO 14001 (Sistemas de Gestión Ambiental), la cual fue implementada en el año 2004.

Esta Tesis describe la evolución del sistema efluente-suelo-bosque desde su inicio hasta la actualidad y hace un análisis de la interrelación de las variables edáficas y dasonómicas. A su vez expone la estructura forestal actual por cuartel para determinar su productividad y potencial energético.

1.2. Marco Teórico

1.2.1. Suelo

1.2.1.1. Definición de suelo

Suelo en sentido edafológico es un sistema polifásico, abierto, heterogéneo, formado por tres fases: sólida, líquida y gaseosa. Es dinámico e integrante de la superficie suelta de la tierra en donde enraízan o pueden enraizar las plantas. (Perez Valenzuela, 1999).

Es un sistema natural abierto, que se distingue claramente de la roca inerte que le dio origen por la presencia de vida animal y vegetal, por una organización estructural que refleja la acción de los procesos de pedogénesis (formación de suelos) y por su capacidad de responder a cambios ambientales. Al ser un recurso natural renovable puede deteriorarse si no se le hace un adecuado manejo. La importancia del suelo en los equilibrios ambientales se refiere a su rol

clásico en la nutrición de las plantas, su utilización como receptor de residuos (sólidos urbanos, lodos cloacales, efluentes industriales, etc) y su acción como filtro de contaminantes (Conti, 1998).

1.2.1.2. Características físico-químicas del suelo

Salinidad: es una de las variables más importantes del suelo. Se determina a través de la conductividad eléctrica de extracto de saturación (CEes) del suelo y se expresa en dS/m. La presencia de sales en el suelo afecta la capacidad de las plantas de absorber el agua por lo tanto altera su desarrollo y productividad.

Relación de Adsorción de Sodio (RAS): es un indicador de la concentración de sodio en el suelo con respecto al calcio y al magnesio. Valores mayores de 15 se consideran suelos sódicos. El sodio en exceso, además de ser tóxico para las plantas, provoca dificultades para la infiltración del agua en el suelo. Esto puede generar suelos saturados o anoxia radicular disminuyendo el crecimiento de las plantas o su muerte.

Cloruros: en compañía de sodio forman las sales más comunes en el suelo, aportando gran proporción de la conductividad eléctrica en el análisis de salinidad. Forma las costras blancas que normalmente se ven en fincas abandonadas o salitrales. Regionalmente, una proporción elevada de la salinidad, también está dada por el sulfato de sodio y de calcio.

Textura: es una de las características físicas más importantes. La textura es la proporción relativa de arenas, limos y arcillas que tienen los suelos. Las arcillas son partículas menores a 2 μm y tienen como característica fundamental que están cargadas eléctricamente y tienen elevada superficie específica. Debido a esto los suelos adquieren propiedades tales como: absorción de agua, intercambio de iones, adhesión, dispersión, floculación, mayor o menor aireación, capilaridad, movilización de iones, etc. Estos procesos son fundamentales para que el suelo actúe como depurador natural y para la nutrición de las plantas.

pH: es un indicador de la disponibilidad de nutrientes ya que de él dependen las solubilidades de los mismos en la solución edáfica. En general los suelos de Mendoza son ligeramente alcalinos (7,5 - 8,5) debido que el material originario meteorizado aporta una cantidad de sales básicas que no son lavadas del perfil por la escasez de precipitaciones de la región y el aporte de las aguas carbonatadas-yesosas de los ríos.

Materia orgánica (MO): proporciona nutrimentos al suelo y a la meso y microfauna de éste. Además mejora la estructura del suelo lo que provoca mejor infiltración y aireación. Todo esto beneficia al crecimiento y desarrollo de las plantas. La descomposición y mineralización de la MO es un proceso microbiológico mediante el cual se obtiene, entre otros subproductos, nitrógeno mineral disponible para las plantas a partir de nitrógeno orgánico.

1.2.1.3. Contexto general de los suelos de Mendoza

El paisaje mendocino está integrado por dos grandes regiones físicas de relieves muy distintos: un área de montañas o serranías hacia el Oeste y otra baja de escaso relieve relativo, que constituye el área llana oriental (Gonzalez Díaz y Fauque, 1993).

Basándose en la clasificación climática de Thornthwaite (1948), Mendoza pertenece al clima semiárido de régimen monzónico. La precipitación media anual es de aproximadamente 250 mm. Éstas son infrecuentes, discretas e impredecibles (Noy-Meir, 1973). Generalmente de tipo convectivas-torrenciales en el llano oriental (estivales) y niveas en zonas cordilleranas (invernales).

La temperatura media anual es de 16,3 °C, con máximas en los meses de Enero y Febrero de 40 °C y mínimas en Julio – Agosto de -9 °C. Se presenta una gran deficiencia de agua en la mayor parte del año. (Ruggiero y Conti, 1988).

En su totalidad los suelos de la llanura derivan de materiales alóctonos. Es decir no se han formado “in situ” sino, a partir de elementos de acarreo. Estos constituyen el material originario proveniente de las rocas cordilleranas, meteorizadas por la acción de los agentes naturales (agua-hielo, variación de temperatura, agentes biológicos, etc.) que, arrastrados por las corrientes de agua y/o de viento, sedimentaron rellenando depresiones y formando depósitos de cantos rodados, llanuras de inundación, etc. En las áreas de tierras cultivadas, cercanas a los grandes ríos, predominan netamente los suelos aluviales y aluviolacustres (Nijensohn, 1965).

Las condiciones de aridez, donde la relación evapotranspiración potencial/precipitación es varias veces la unidad, determinan que los procesos de maduración edáfica ligados al movimiento descendente del agua tengan manifestaciones incipientes o, en general, nulas (Nijensohn, 1965).

Por otra parte los fenómenos de erosión laminar, favorecidos por las pendientes acentuadas y el carácter torrencial de las escasas lluvias, eliminan periódicamente la capa más superficial de incipiente diferenciación o la cubren con nuevos materiales aluviales, deteniendo así los procesos de edafización. En consecuencia, las diferencias morfológicas (color, textura, profundidad) y de composición química que se suelen observar en los perfiles, se deben generalmente a la presencia de materiales aportados en forma sucesiva por el agua y/o el viento, sedimentados predominantemente en forma estratificada y solo modificados ligeramente en el lugar (Nijensohn, 1965).

La granulometría y estratificación de los suelos responde en general a razones topográficas, pudiéndose observar típicas clinosecuencias. De esta manera, los suelos adyacentes a las partes alta y media de los abanicos aluviales presentan acumulaciones de cantos rodados, desde la superficie hasta varios metros de profundidad, formando estratos de distinto espesor y

granulometría. En cambio en los tramos finales de la llanura aluvial desaparece el esqueleto grueso dominante en la parte alta y predominan los elementos más finos, arena fina, limos y arcillas, donde la sedimentación se efectuó en ambientes lacustres o semilacustres (Nijensohn 1965) (figura 1).

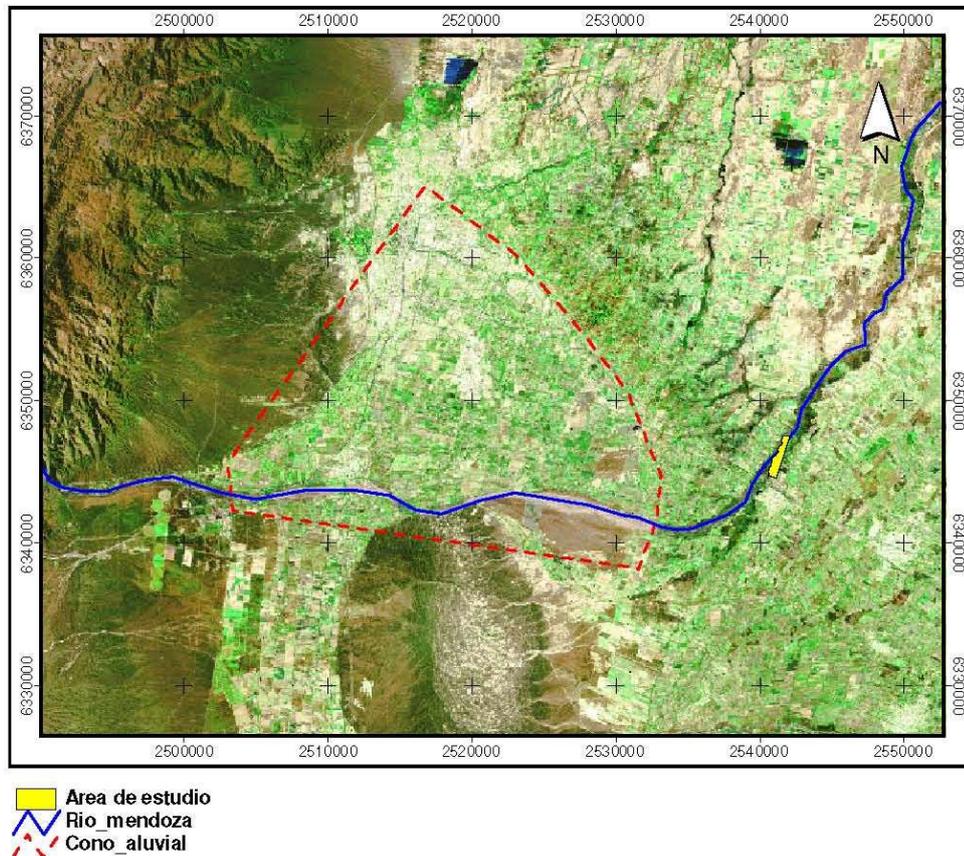


Figura 1: imagen satelital donde se observan los límites del cono aluvial del Río Mendoza.
Fuente: elaboración propia en base a imagen proporcionada por el Departamento General de Irrigación (DGI).

La acción salinizante de niveles freáticos cercanos a la superficie se manifiesta frecuentemente a través de la presencia de horizontes salinos y yesosos.

Dentro de la clasificación realizada en el XIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, el pedón en el área de estudio corresponde a un Aridisol perteneciente al “cono de Palmira”. En esta unidad los suelos presentan un perfil de capas de arcilla intercaladas con capas texturalmente más gruesas que limitan el drenaje natural de estos suelos, favoreciendo la aparición de freáticas cercanas a la superficie (0,5m – 2m) y concentraciones salinas elevadas en superficie (Olmos, Nijensohn et al., 1993).

En el ensayo de *Romanella* (1964) los suelos del área de estudio pertenecen a la Serie Lavallo donde la llanura presenta débil pendiente hacia el N y NE formando dilatadas cuencas cerradas, las cuales presentan condiciones favorables para el estancamiento de las aguas que bajan de los alrededores inmediatos o vienen de desagües de campos cultivados.

Estas aguas traen material fino en suspensión, sales disueltas y restos vegetales, por lo que el fondo de las mismas se impermeabiliza aun más y se cubre de barros negruzcos, las aguas se evaporan y el suelo se saliniza. El drenaje es cerrado, interrumpido por frecuentes capas limosas y arcillosas (Romanella, 1964).

Los suelos de esta serie presentan un perfil típico con capas de textura fina, concreciones y estrías salinas sobre arcilla plástica rojiza. La coloración suele ser parda oscura, gris rojiza o gris verdosa y a cierta profundidad aparecen, en algunos casos, capas negruzcas de residuos vegetales descompuestos, sustentados todos por arcillas impermeables (Romanella, 1964).

1.2.1.4. Características de la llanura de inundación

La llanura de inundación constituye una forma de equilibrio dinámico entre la erosión y el depósito y un almacén provisional de materiales aluviales que son transmitidos curso abajo de forma paulatina, pero intermitente y espasmódica de acuerdo con los sucesivos periodos de crecida y estiaje (Amorós Portoles *et al.*, 1979).

Dado que la posición del cauce en la llanura aluvial varía con el tiempo por divagación lateral del mismo y por emigración de los meandros río abajo, los fenómenos que dan lugar a los diferentes tipos de depósitos barren toda la anchura de la llanura aluvial colaborando a su formación y provocando una gran heterogeneidad edafológica, espacialmente y en profundidad (Amorós Portoles *et al.*, 1979).

1.2.2. Especie estudiada: *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh

1.2.2.1. Origen y distribución

El género *Eucalyptus* contiene aproximadamente 700 especies. En su lugar de origen, Australia, *E. camaldulensis* es la especie de este género que ocupa el área de dispersión más extensa, donde recibe el nombre vulgar de "River Red Gum" (Turnbull-FAO).

E. camaldulensis es una de las especies arbóreas más difundidas a nivel mundial debido a su gran adaptabilidad a climas diversos y buen crecimiento. Se desarrolla desde latitudes subtropicales hasta templadas y desde zonas húmedas hasta áridas y semiáridas (SAGyP-INTA, 1995).

En Argentina las mayores plantaciones del género *Eucalyptus* se encuentran en las provincias de Corrientes (31%), Entre Ríos (26%), Buenos Aires (17%), Santa Fe (11%) y Misiones (4%) mientras que el resto de las provincias representan el 11% restante. En el oeste árido existen emprendimientos aislados de menor magnitud (Norverto *et al.* 1998. SAGyP - INTA).

1.2.2.2. Etimología

El nombre *Eucalyptus*, del griego *eu* = verdadero y *kalipto* = cubrir, se refiere a sus flores que están bien protegidas por los sépalos y pétalos fusionados, hasta el momento de su apertura. *Camaldulensis*, alude al jardín italiano de Camalduli (Nápoles), donde fue descrita la especie.

1.2.2.3. Características botánicas

- Familia: Myrtaceae
- Orden: Myrtales
- Sinónimos: *Eucalyptus rostrata*
- Nombres vulgares: Eucalipto rojo, gomero rojo, River red gum.

Es un árbol perenne que puede alcanzar 50-60 m de altura, con copa amplia y el tronco muy grueso, con la corteza lisa, de color blanco con tonos marrones o rojizos y que se desprende en placas con los años. Hojas alternas, colgantes, pecioladas, de color verde-grisáceo, algo coriáceas. Las juveniles de ovadas a anchamente lanceoladas, y las adultas linear-lanceoladas, de 8-30 cm de longitud, con la punta algo torcida. Inflorescencias en umbelas de 7-11 flores en forma de copa con numerosos estambres de color blanquecino-amarillento. Florece en Abril-Julio. Las flores son hermafroditas, fuertemente nectaríferas y de polinización zoófila. Fruto en cápsula cupuliforme, con opérculo puntiagudo de 5-8 mm de longitud (Valdés et al., 1987).

1.2.2.4. Ecología

Esta especie presenta una gran adaptabilidad a las condiciones ambientales. Crece bien en aquellos lugares cuya precipitación varía entre 200 y 1.200 mm. En las áreas con bajas precipitaciones, los individuos se desarrollan gracias a la ocurrencia de inundaciones estacionales, o debido a la presencia de una napa freática alta (FAO, 1981). El rango de temperatura óptimo de crecimiento es de 10 °C a 27 °C. Soporta mínimas absolutas de hasta 6 - 7 °C y máximas medias hasta 36 °C (De La Lama 1976).

Según diversos autores, tolera períodos de sequía entre 4 y 8 meses y posee poder de rebrote luego de incendios. Las plántulas no toleran la falta de luz directa y los adultos son pobres competidores en cuanto a la explotación de espacio aéreo y del suelo.

Se adapta muy bien a diferentes tipos de suelos (Webb *et al.*, 1984). Se comporta como tolerante a suelos de drenaje pobre pero no tolera profundidades menores de 75 cm. Es resistente a condiciones de pH moderadamente alcalino (mayor a pH 8.6), fuerte salinidad (mayor de 8 dS/m) y a texturas finas de tipo franco-arcilloso y arcilloso. Se desarrolla en

altitudes entre 50 y 700 m.s.n.m. aunque en Bolivia existen bosques implantados a 3500 m.s.n.m. (CICYTTP-CONICET, 1995).

1.2.2.5. Productividad

En general se considera un árbol de rápido crecimiento y de alta productividad, dependiendo del potencial del sitio. Así, en plantaciones de Sur de Brasil y Noreste de Argentina puede llegar a 30 m³/ha/año de madera en verde. Los periodos de corta varían entre 8 y 12 años gracias a una alta capacidad de rebrote desde el tocón. Además produce abundante cantidad de semillas, de fácil y rápida germinación (FAO, 1981).

La producción de energía hace que *E. camaldulensis*, junto a otras especies del género sean consideradas como muy calificadas para la producción de buen combustible, con un poder calorífico entre 4.700 y 4.800 Kcal/kg de materia seca (FAO, 1981).

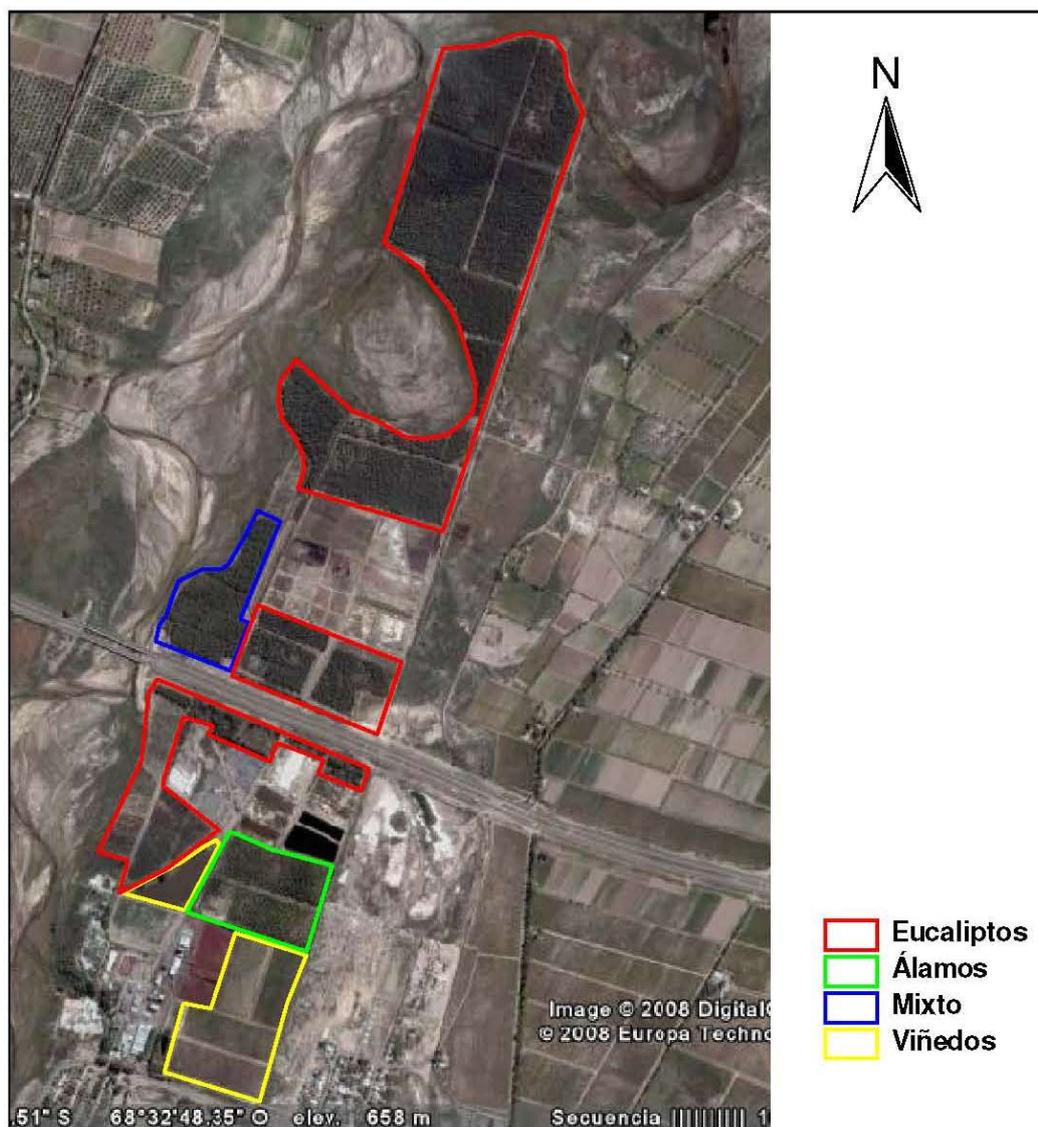


Figura 2: distribución los distintos usos del suelo dentro del predio de la empresa.
Fuente: elaboración propia en base a imagen de Google Earth.

2. OBJETIVOS

General

- Analizar el funcionamiento y la capacidad del sistema suelo-bosque como receptor final de los efluentes de la empresa.

Específicos

- Determinar la variabilidad espacial y temporal de las principales características del suelo durante al periodo de desarrollo del bosque de *E. camaldulensis*.
- Analizar la interrelación de las variables edáficas y de éstas con las variables dasonómicas.
- Estimar la biomasa neta actual y la productividad del bosque.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio (AE)

Corresponde al sector Norte de la superficie implantada. Se eligió debido a que la misma posee mayor cantidad de datos de suelo previos a la implantación del bosque y mayor desarrollo de la biomasa boscosa.



Figura 3: área de estudio.

Fuente: elaboración propia en base a imagen de Google Earth.

3.2. Muestreos

3.2.1. Suelo

Se realizó una recopilación y clasificación de los datos de suelo, freática y biomasa de los archivos de la empresa. A partir de la información generada se elaboró la cartografía correspondiente a las variables edáficas: salinidad (expresada como conductividad eléctrica del extracto de saturación); cloruros y RAS. Para generar los mapas (superficies de interpolación) de las variables se utilizó un método de interpolación llamado IDW (inverse distance weighing) del software ArcView 3x.

Estos mapas se utilizaron como base o como “estado inicial” del sistema. La figura 4 muestra la ubicación de los puntos de muestreo denominados “muestreo 95” realizados por el Ingeniero

Rojas. Este muestreo se realizó en el año 1995 y en él se analizaron variables de salinidad y sodicidad.

Luego del análisis de la cartografía generada se diseñó el muestreo de suelo denominado 'muestreo 08'. Este contó con 40 puntos de muestreo distribuidos en forma sistemática, formando una grilla en el AE (figura 5). Los puntos de muestreo en el campo se ubicaron utilizando GPS. Las muestras se sacaron mediante pala barreno a 2 profundidades, 0-40 cm (primera profundidad o capa de suelo) y 40-80 cm (segunda profundidad o capa de suelo). Durante la extracción se hizo una descripción organoléptica del perfil hasta los 140 cm de profundidad.

En laboratorio se determinó: pH en pasta saturada, conductividad eléctrica del extracto de saturación y textura por volumen de sedimentación al total de las muestras (80) y, aniones solubles (cloruros, carbonatos, bicarbonatos y sulfatos), cationes solubles (calcio, magnesio y sodio), materia orgánica oxidable (Walkley-Smolik) y potasio intercambiable (acetato de amonio 1N pH7, 1:20) a 18 puntos (36 muestras). Además se calculó el RAS. Con los datos obtenidos se generaron los mapas correspondientes, utilizando el mismo método de interpolación.

Utilizando Google Earth, se tomó la altura y posición de puntos específicos dispuestos en forma de grilla, la cual representó un área superior al AE. Estos datos se volcaron en ArcView 3x, y se generó el mapa topográfico. Este abarca una superficie considerada como área de influencia del bosque.

Comparando los mapas de las características del suelo comunes a ambos muestreos (95' y 08') se describió su evolución espacial y temporal, considerando la superficie afectada a cada variable de suelo (Capítulo I).

Con todos los mapas generados a partir del muestreo 08' se realizó la descripción del estado actual del sistema suelo y se determinó su relación con las variables dasonómicas (Capítulo II).

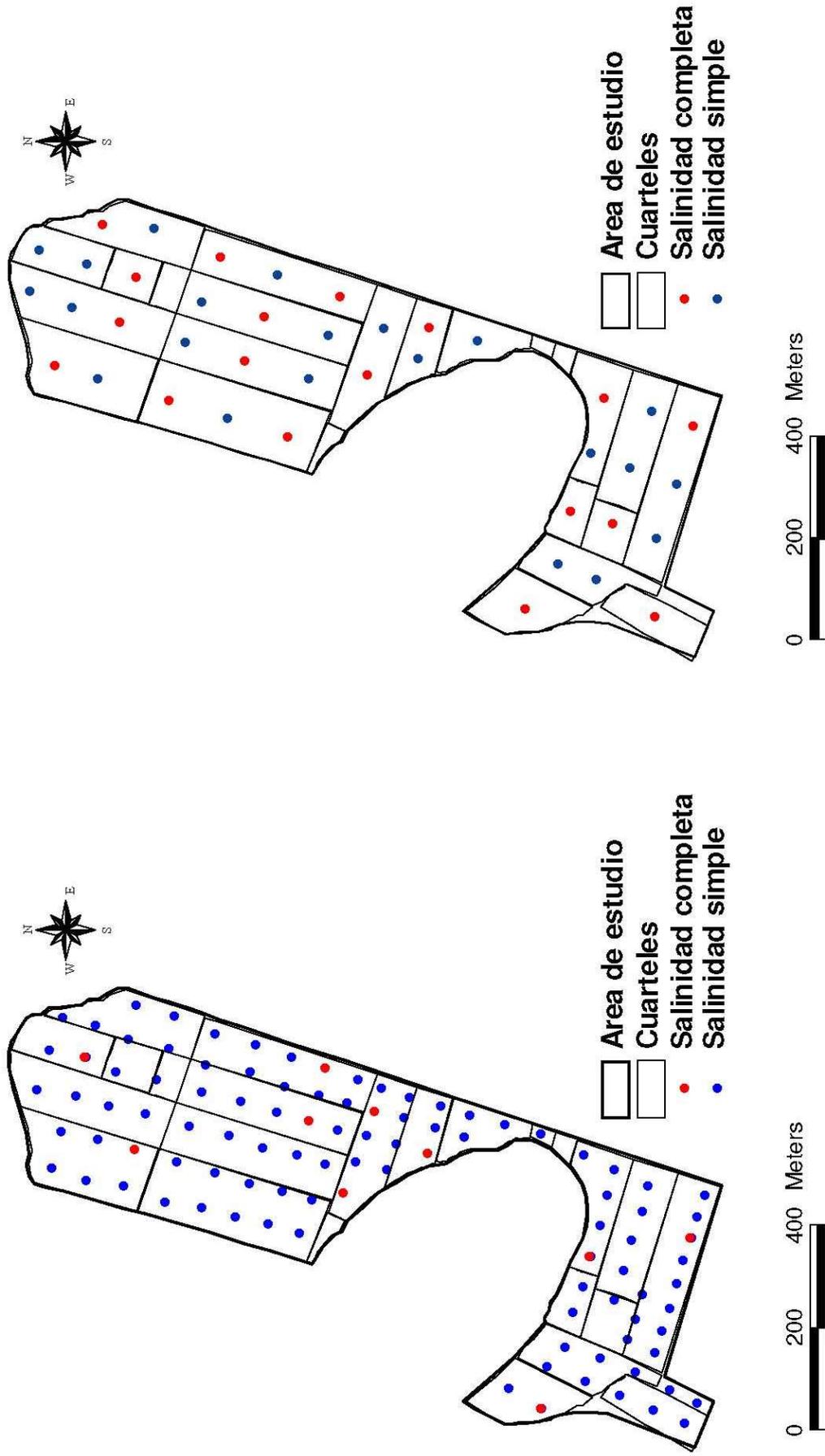


Figura 4: ubicación de los puntos de muestreo 95' (Rojas).

Figura 5: ubicación de los puntos de muestreo 08'.

3.2.2. Biomasa

El AE está dividida en 17 cuarteles de diferentes superficies, el mayor tiene 4,4 ha y el menor 0.8 ha. Los individuos tienen la misma edad dentro de cada cuartel y éstos varían entre 7 y 9 años. Tiene una superficie total de 46,22 ha y 43.2 ha netas de bosque. Se estima una población de 43.000 árboles. Si bien el Eucalipto es la especie predominante, hay álamos, algarrobos, pimientos, casuarinas y tamarindos.

Según Dalmasso 2004 el bosque alberga, comparado con los ecosistemas del Monte, una elevada biodiversidad. Este autor cita para el área de estudio un total de 136 especies vegetales, 58 especies de aves y gran variedad de insectos.

El muestreo de biomasa se diseñó considerando la división por cuarteles del AE. A su vez los cuarteles que, en el análisis visual de las imágenes satelitales, presentaban notable heterogeneidad, se subdividieron. En los cuarteles de menor superficie relativa se ubicaron 2 puntos de muestreo y en los mayores 3 puntos de muestreo. En cada cuartel se hizo coincidir al menos un punto de muestreo de biomasa con un punto de muestreo de suelo (figura 6).

Los puntos se ubicaron utilizando GPS. Luego se marcó una transecta de 20 metros de largo y 10 m de ancho en dirección N-S. En el área comprendida se contabilizaron los individuos y se determinó para cada uno el perímetro del tronco a la altura de pecho (130 cm).

En función de los valores de **Dap** (**D**íametro a la **A**ltura del **P**echo) obtenidos se establecieron 6 clases diamétricas: [2,5-7,5 cm]; [7,5-12,5 cm]; [12,5-17,5 cm]; [17,5-22,5 cm]; [22,5-27,5 cm]; [27,5-32,5 cm]. En cada cuartel se clasificaron los individuos según estas 6 clases diamétricas para obtener de esa forma la estructura diamétrica del cuartel.

Con el objeto de estimar la biomasa de los árboles, se generó un modelo de regresión entre Dap y peso. Se seleccionaron y midieron los Dap de 16 individuos de distintas clases diamétricas, posteriormente se cortaron y pesaron.

La función obtenida se aplicó a cada parcela de muestreo y se obtuvo: biomasa neta (por ha y por cuartel) y productividad (por individuo, por ha y por cuartel). Ésta se multiplicó por 0,6 para obtener las Tn de madera seca (Rojas, 1998) por cuartel. La productividad se calculó dividiendo la biomasa neta actual sobre la edad de los individuos del cuartel.

Se utilizó el software InfoStat Profesional versión 1.1 actualización 2002, para obtener las medidas de resumen (tamaño muestral, media ponderada, desvíos estándar, máximos y mínimos) de las variables estudiadas. Se utilizaron los datos de cada punto de muestreo de suelo y biomasa para realizar análisis de correlación lineal simple. Se obtuvieron coeficientes de Pearson para parámetros de suelo y biomasa.

Con los resultados obtenidos se generaron propuestas de manejo tendientes a mejorar el funcionamiento del sistema.

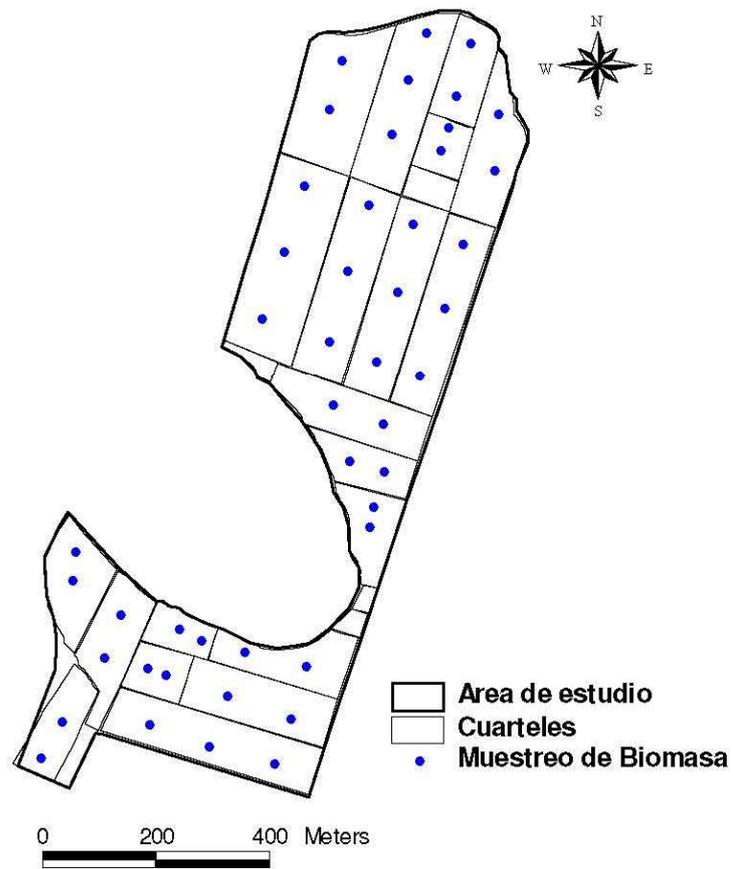


Figura 6: ubicación de los puntos de muestreo de biomasa 08'.
Fuente: elaboración propia.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Capítulo I: Evolución de las características del suelo.

4.1.1. Topografía

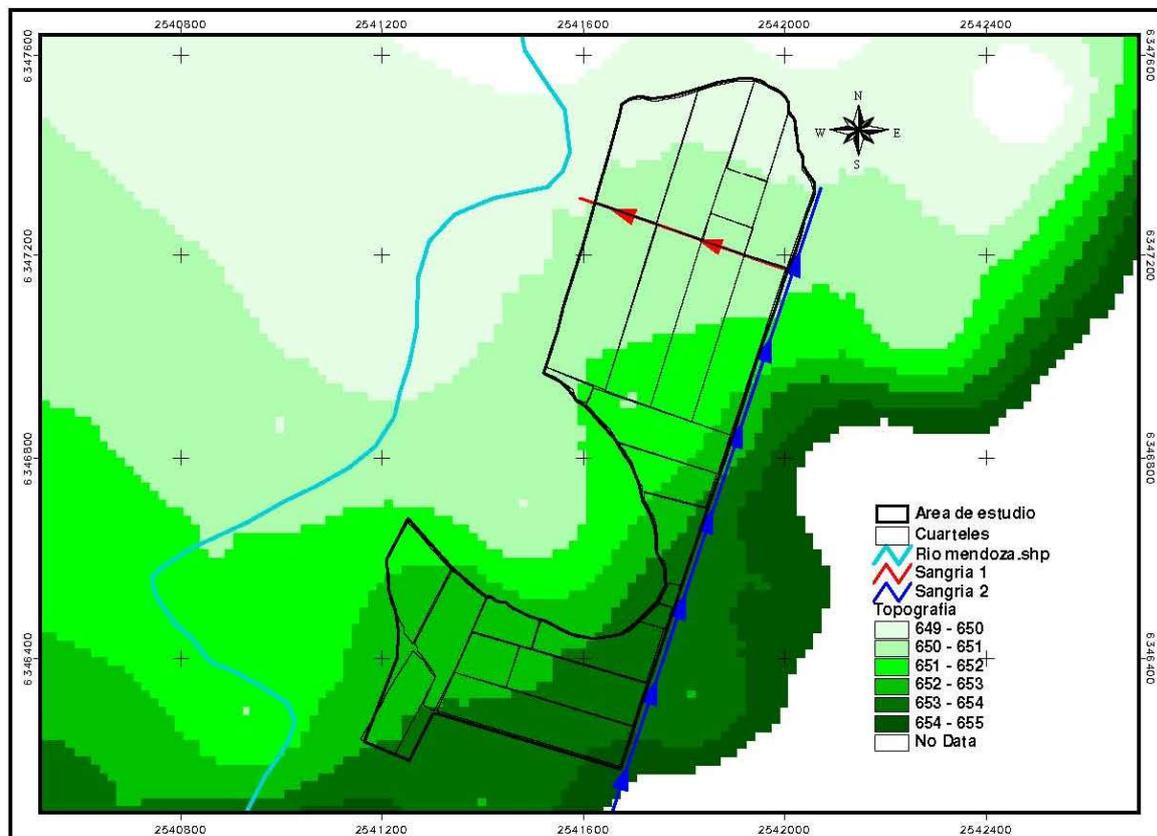


Figura 7: topografía del área de estudio y su entorno.
Fuente: elaboración propia.

El gradiente altitudinal en dirección SE-NO y con sentido hacia el cauce del río determina la pendiente necesaria para la distribución del riego-efluente y establece la dirección del movimiento del agua freática en los colectores de drenaje (sangrías 1 y 2). Estos últimos cumplen la función de drenar los lixiviados y mantener libre de freática una determinada profundidad de suelo para el desarrollo radicular de los árboles (figura 7).

4.1.2. Salinidad primera profundidad de suelo

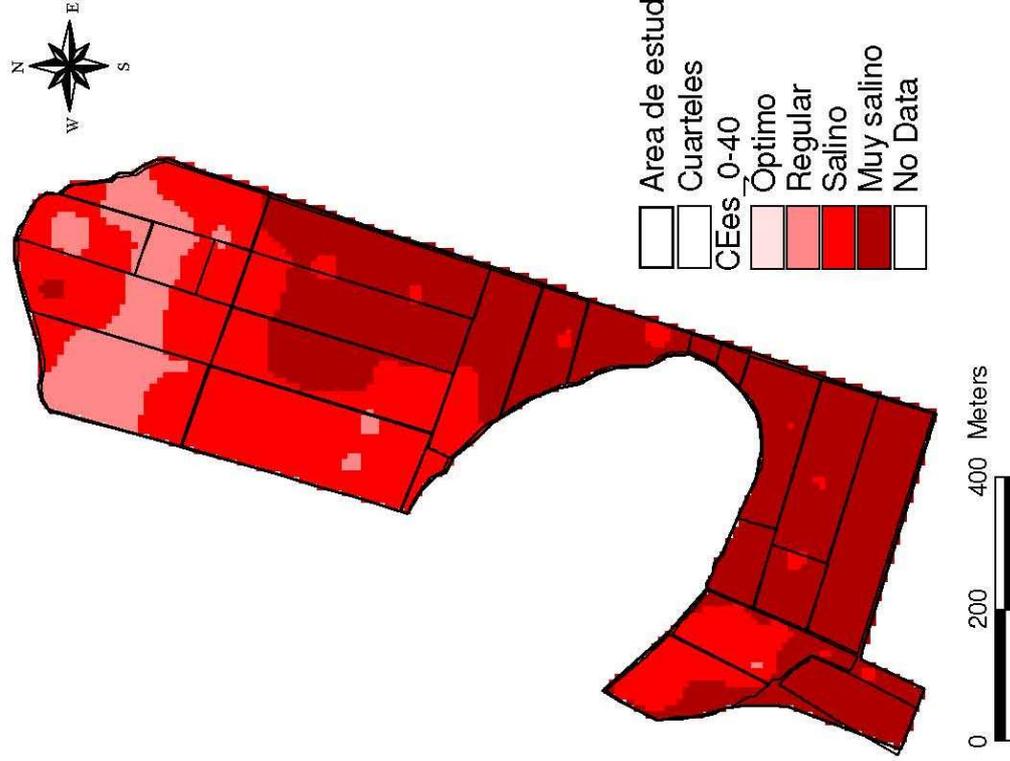


Figura 8: salinidad de la primera capa de suelo (40 cm). Año 1995. Fuente: elaboración propia.

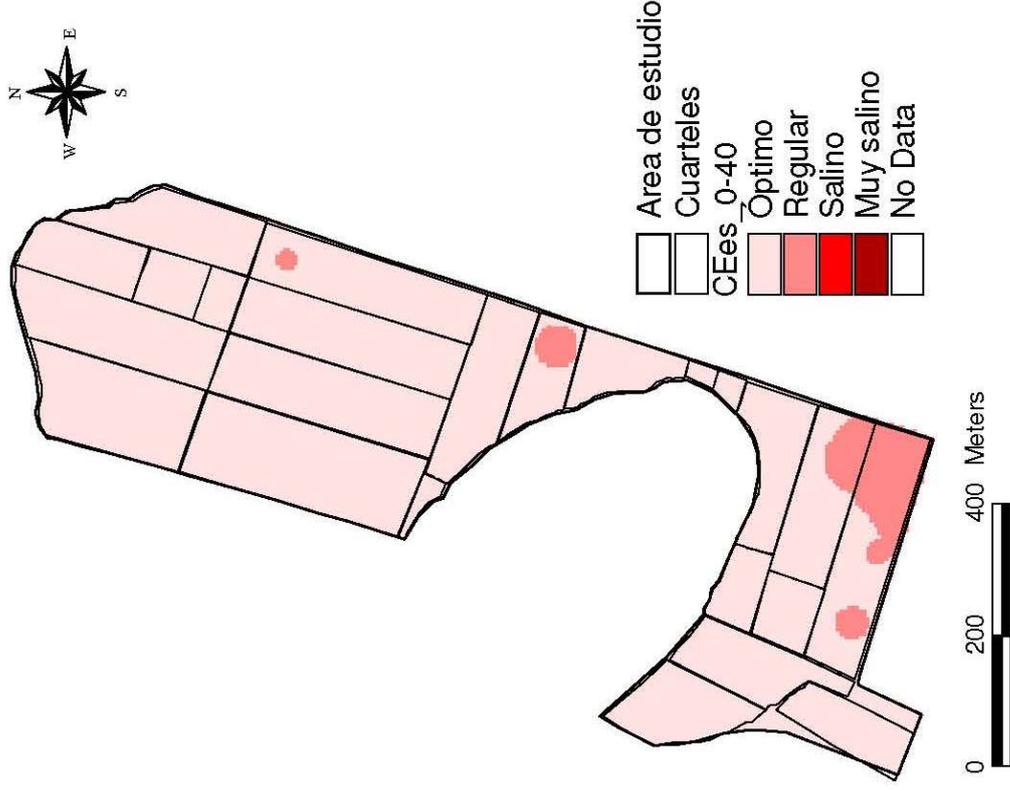


Figura 9: salinidad de la primera capa de suelo (40 cm). Año 2008. Fuente: elaboración propia.

4.1.3. Salinidad segunda profundidad de suelo

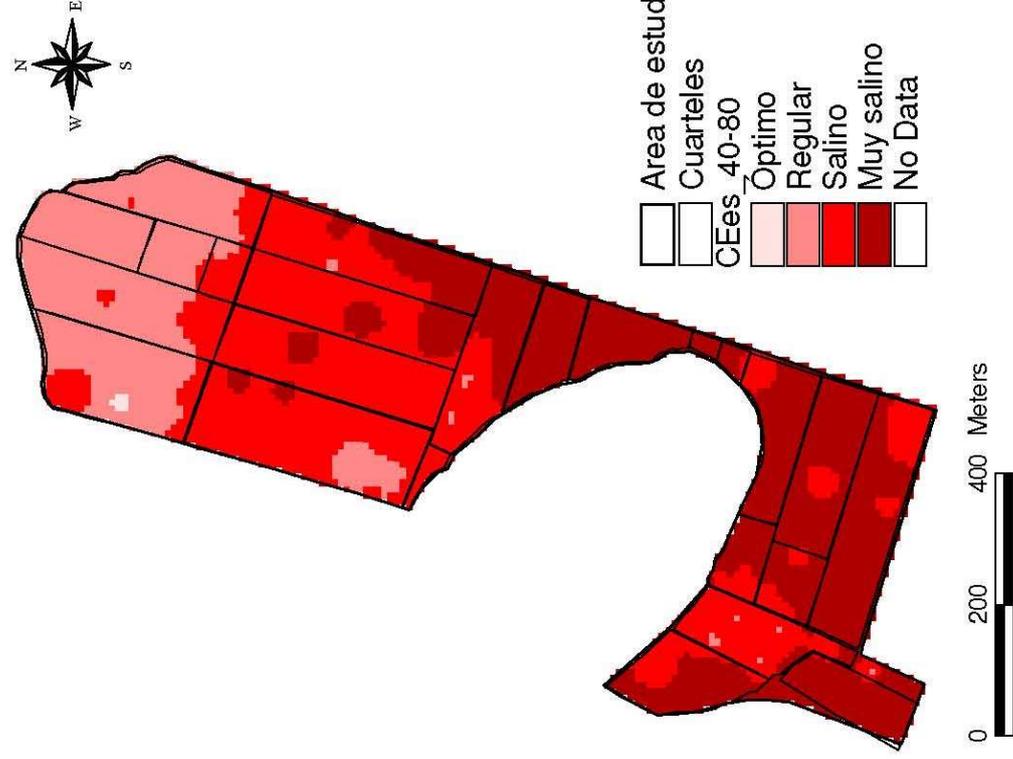


Figura 10: salinidad de la 2° profundidad. Año 1995.
Fuente: elaboración propia.

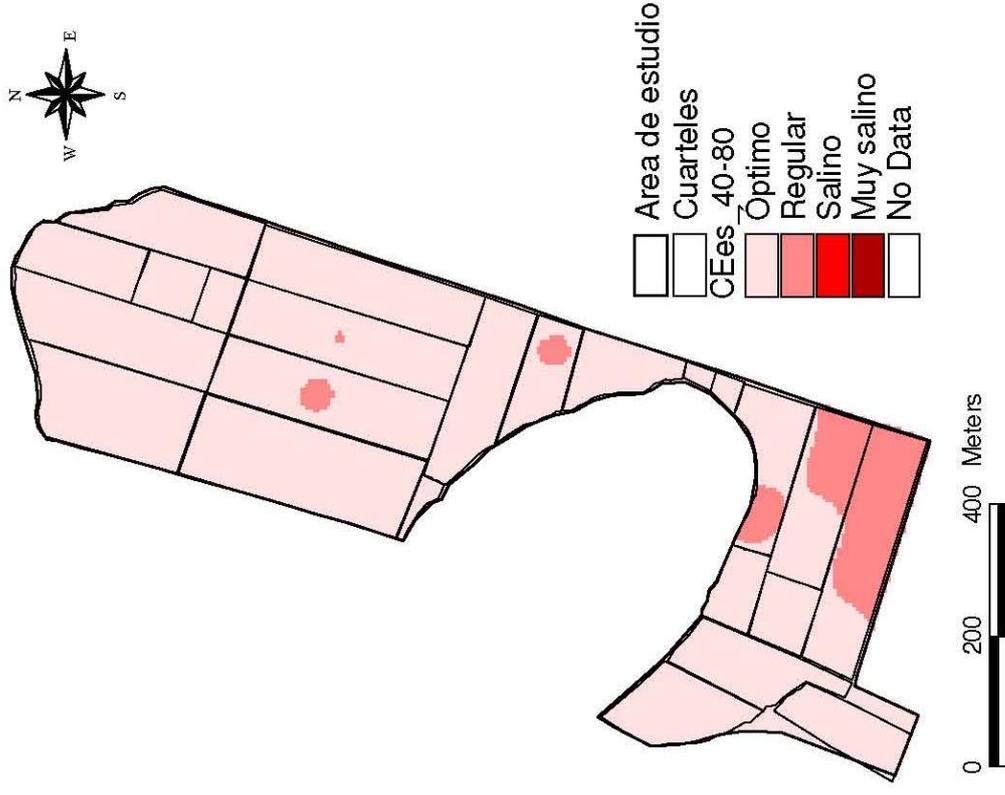


Figura 11: salinidad de la 2° profundidad. Año 2008.
Fuente: elaboración propia.

4.1.4. Medidas de resumen.

**TABLA 1
MEDIDAS DE RESUMEN DE LAS FIGURAS 7 A 14**

Variable	n	Media	D.E.	Mín.	Máx.
Salinidad 08' _ 0-40cm (dS/m)	40	3.56	1.23	1.78	7.61
Salinidad 95' _ 0-40cm (dS/m)	101	64.49	63.45	5.48	250
Salinidad 08' _ 40-80cm (dS/m)	40	3.79	1.8	1.69	9.19
Salinidad 95' _ 40-80cm (dS/m)	101	41.81	39.65	4	200
Cloruros 08' (meq/l)	18	6.72	3.83	4	16
Cloruros 95' (meq/l)	10	170.6	123.93	22	380
RAS 08'	18	1.89	1.1	0.86	5.21
RAS 95'	10	34.36	16.88	8	62

En las figuras 8, 9, 10 y 11 se observa una notable disminución de los niveles salinos de los suelos. A partir de los resultados expresados en la Tabla 1 se puede determinar que la Salinidad media disminuye un 94,5% mientras que cloruros y RAS también se reducen un 96% y 94% respectivamente.

**TABLA 2
ÁREAS RELATIVAS AFECTADAS POR DIFERENTES GRADOS DE SALINIDAD
EN LA PRIMERA CAPA DE SUELO (0-40 cm)**

Salinidad primera capa de suelo	% Hectáreas afectadas	
	1995	2008
Óptimo (< 4 dS/m)	0	80
Regular [(4-10) dS/m]	8	20
Salino [(10-40) dS/m]	40	0
Muy salino (>40 dS/m)	52	0

**TABLA 3
ÁREAS RELATIVAS AFECTADAS POR DIFERENTES GRADOS DE SALINIDAD
EN LA SEGUNDA CAPA DE SUELO (40-80 cm)**

Salinidad segunda capa de suelo	% Hectáreas afectadas	
	1995	2008
Óptimo (< 4 dS/m)	0	67
Regular [(4-10) dS/m]	20	33
Salino [(10-40) dS/m]	41	0
Muy salino (>40 dS/m)	39	0

Los valores correspondientes al año 95' son típicos del monte halófilo (Tabla1). Estos suelos continuamente han sido superficie de evaporación de la humedad que el río proporcionaba, ya sea por inundaciones esporádicas o por ascenso del flujo capilar de la freática (Amorós Portoles *et al.*, 1979).

En estas condiciones de salinidad sólo crecen especies tolerantes a salinidad y sodicidad tales como Zampa (*Atriplex sp.*), Jume (*Alleurolphea vaginata*) y Vidriera (*Suaeda sp.*). Como parámetro, la vid tiene buen rendimiento con salinidad menor de 4 dS/m, el olivo tolera suelos con concentraciones hasta 8 dS/m.

Los trabajos previos (desmonte, relleno y nivelación) y principalmente la ejecución del sistema de drenaje (sangrías) y el lavado de los suelos proporcionaron condiciones favorables para la enraización y establecimiento de las plantas jóvenes. Los riegos sucesivos con efluentes han mantenido los niveles salinos y sódicos dentro de valores relativamente bajos y con poca variabilidad espacial ($3,5 \text{ dS/m} \pm 1,5$; RAS $1,89 \pm 1,1$), favorables para el crecimiento y desarrollo de los árboles (Tabla 1).

Los sectores con mayor salinidad en el año 95' continúan siendo los sectores más salinos en la actualidad, aunque con valores considerablemente menores (Figuras 8 a 11). Esto certifica que existen causales de salinización localizados. Apoyándonos en la figura 7 se puede deducir que una de ellas es la topografía.

Existe, en el extremo SE, un marcado sector salino que se ubica en las cota terreno mayores, donde el riego-efluente tiene poco dominio, por lo tanto el volumen aplicado es menor que en otros sectores. Sumado a esto, la textura del suelo es de tipo arcillosa, a franco-arcillosa (figuras 17 y 18) lo cual dificulta la infiltración. En consecuencia de estos factores, no se produce el adecuado requerimiento de lixiviación de sales.

Es importante mantener en buenas condiciones el sistema de drenaje con el objetivo de minimizar el efecto perjudicial del agua freática, generalmente con elevada salinidad, sobre el sistema suelo-bosque. Erróneas prácticas de manejo y laboreo pueden conducir lentamente a la condición inicial de suelos extremadamente salinos.

4.1.5. RAS

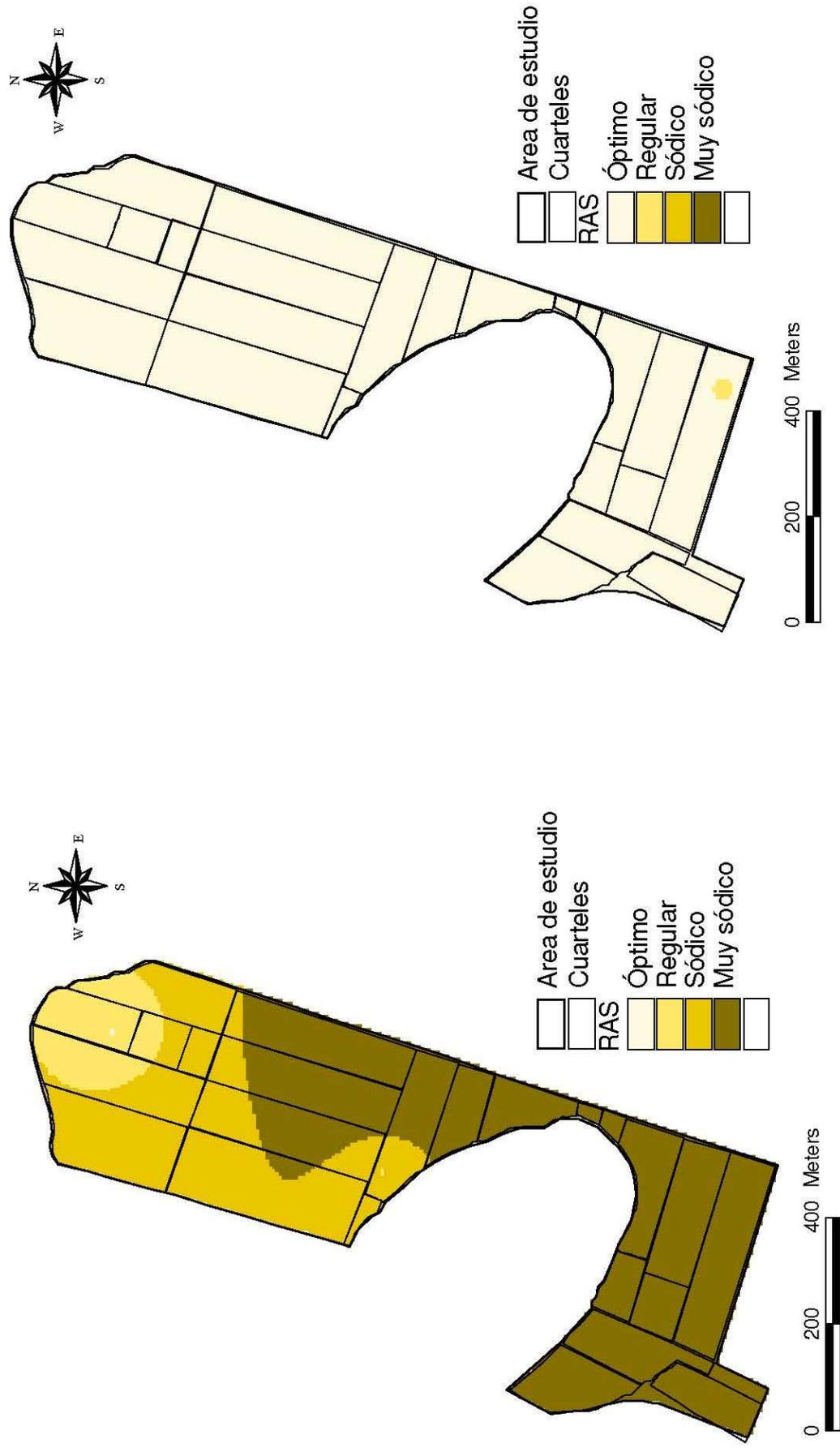


Figura 13: Relación de Adsorción de Sodio Año 2008.

Fuente: elaboración propia.

Figura 12: Relación de Absorción de Sodio. Año 1995.

Fuente: elaboración propia.

Cloruros

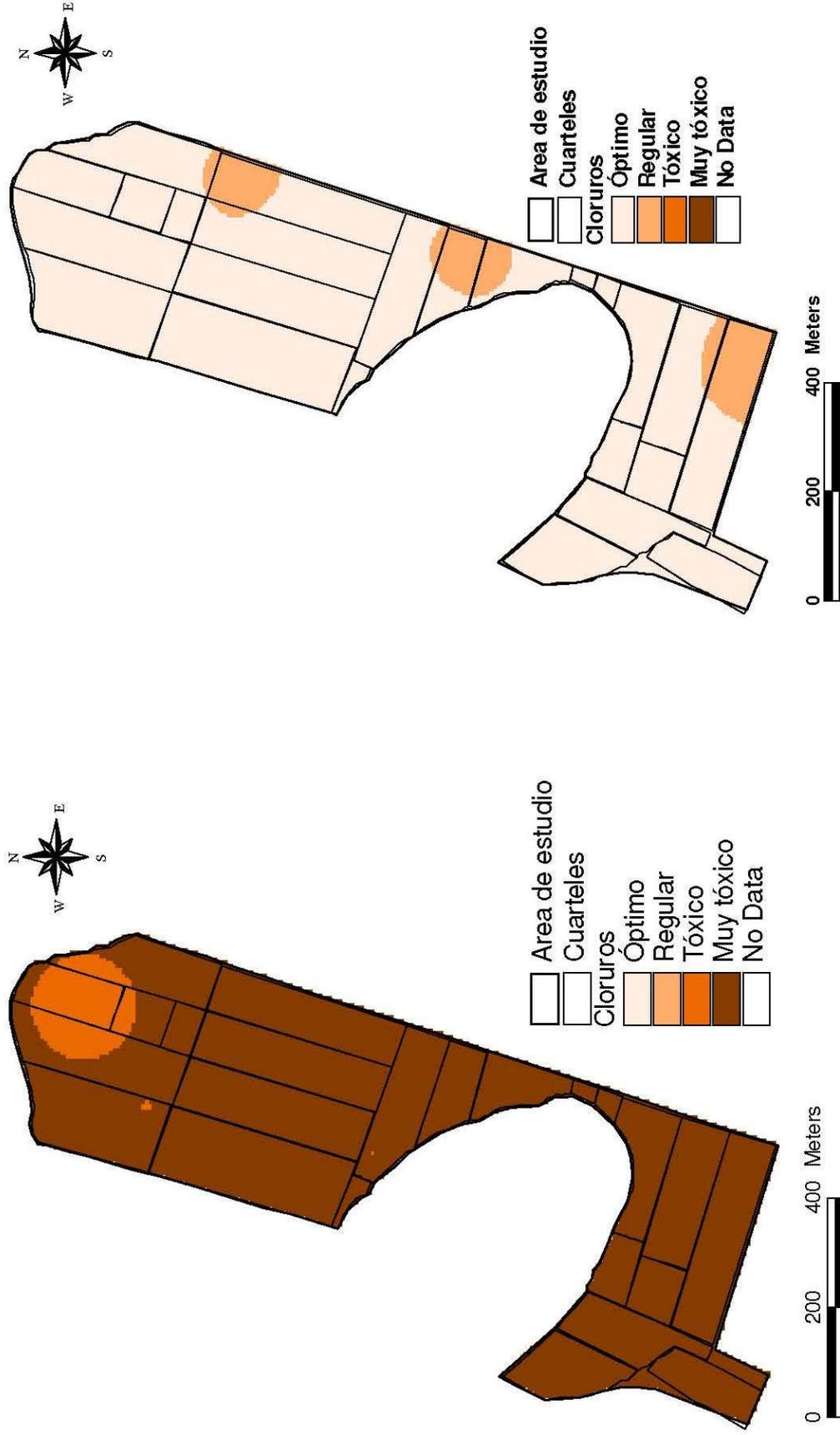


Figura 14: cloruros. Año 1995.
Fuente: elaboración propia..

Figura 15: cloruros. Año 2008.
Fuente: elaboración propia.

TABLA 4
SUPERFICIE RELATIVA AFECTADA POR DIFERENTES GRADOS DE
SODICIDAD

Sodicidad	% Hectáreas afectadas	
	1995	2008
Óptimo (< 8)	0	97
Regular (8-15)	9	3
Sódico (15-30)	31	0
Muy sódico(> 30)	59	0

Comparando las figuras 12 y 13, se observa claramente que los suelos presentan una disminución en la concentración de sodio lo cual hizo posible el crecimiento y desarrollo de los árboles. El 97 % del AE presenta condiciones óptimas de RAS. En el sector SE se ubica el 3% con nivel regular de sodicidad. Las causas son las mismas ya explicadas en la variable salinidad.

TABLA 5
SUPERFICIE RELATIVA AFECTADA POR DIFERENTES GRADOS DE
TOXICIDAD POR CLORUROS

Cloruros	% Hectáreas afectadas	
	1995	2008
Óptimo (< 10 meq/L)	0	91
Regular [(10-20) meq/L]	0	9
Tóxico [(20-50) meq/L]	6	0
Muy tóxico (>50 meq/L)	94	0

Es evidente la disminución de las concentraciones de cloruros en el AE. Al igual que salinidad y RAS, el sector SE presenta condiciones regulares bajo los mismos factores causales (Figuras 14 y 15).

4.2. Capítulo II: Relaciones Suelo-Biomasa 2008

4.2.1. Medidas de resumen

A continuación se presentan los resultados del análisis estadístico de los datos de suelo y biomasa.

TABLA 6
MEDIDAS DE RESUMEN DE LA 1ª PROFUNDIDAD DE SUELO Y VARIABLES DASONÓMICAS

Variable	n	Media	D.E.	Mín.	Máy.
Textura_1º	39	117.59	22.02	88	170
pH_1º	39	7.45	0.51	6.23	8.09
CE_1º	39	3.56	1.24	1.78	7.61
RAS_1º	17	1.94	1.11	0.86	5.21
MO_1º	17	2.87	1.31	1.3	5.42
Ind/ha	39	997	257	200	1400
kg/árbol/año*	39	25.21	6.1	10.99	39.25

*Ver capítulo III.

TABLA 7
MEDIDAS DE RESUMEN DE LA 2ª PROFUNDIDAD DE SUELO

Variable	n	Media	D.E.	Mín.	Máy.
Textura_2º	39	105.85	18.78	80	156
pH_2º	39	7.99	0.21	7.52	8.39
CE_2º	39	3.77	1.82	1.69	9.19
RAS_2º	17	2.18	1.71	0.7	8.21
MO_2º	17	0.9	0.55	0.24	2.42

Los resultados de los análisis de las muestras de suelo y de las mediciones realizadas en el bosque se adjuntan en Anexo III y IV.

El AE presenta, a través de una imagen satelital, aparentes diferencias en la densidad de árboles. Se observan dos sectores (marcados en verde) con problemas en el crecimiento o establecimiento de las plantas. Estos sectores (ver Fotos 5 y 6) presentan muy baja densidad de arboles y en general gran acumulación de MO. Este capítulo explica cómo afectan las propiedades del suelo a las variables de biomasa.

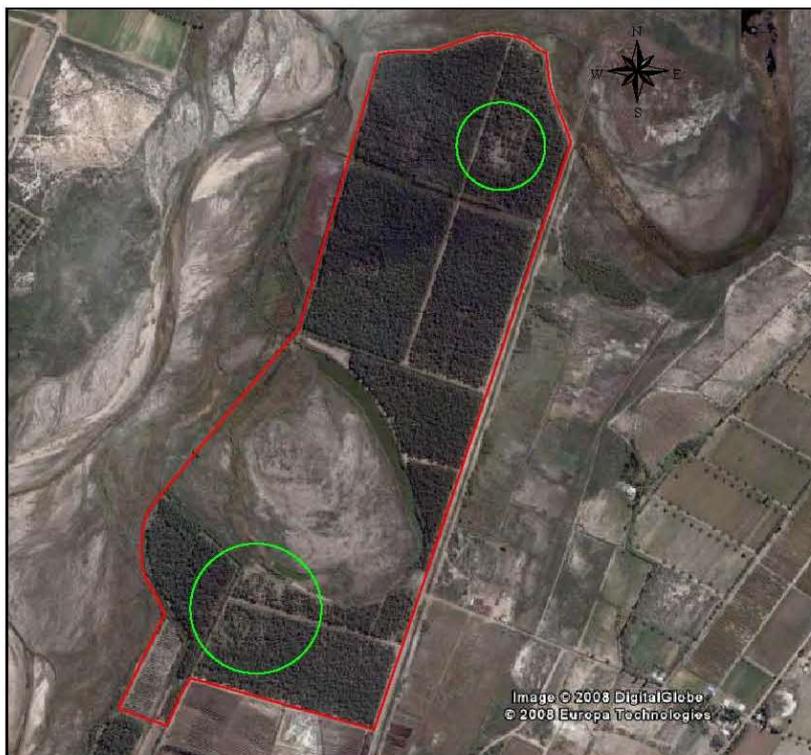


Figura 16: área de estudio y sectores con problemas de suelo y biomasa. Fuente: elaboración propia en base a imagen de Google Earth.

4.2.2. Textura – Densidad de árboles

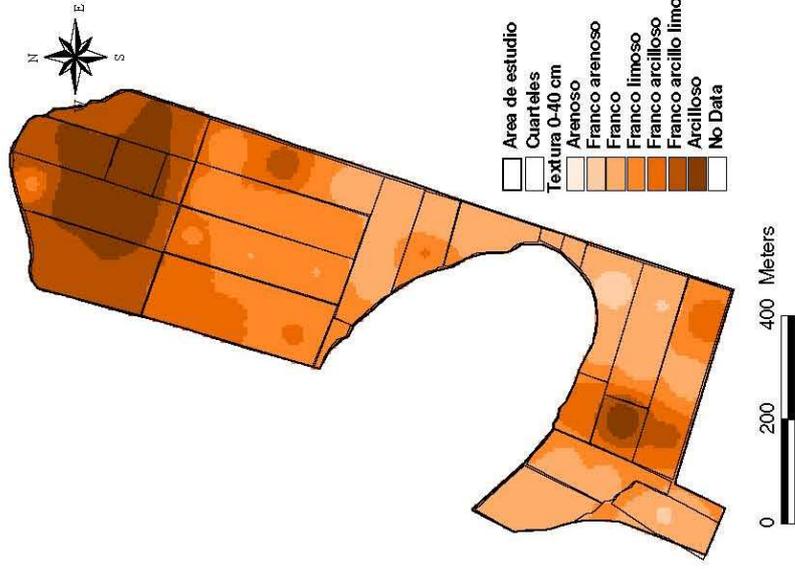


Figura 17: textura 1° profundidad (0-40 cm).
Fuente: elaboración propia.

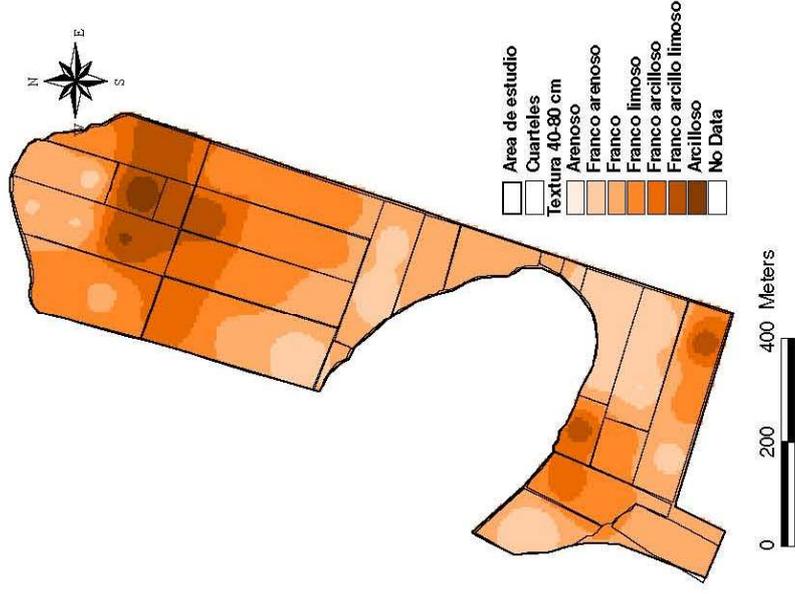


Figura 18: textura 2° profundidad (40-80 cm).
Fuente: elaboración propia.

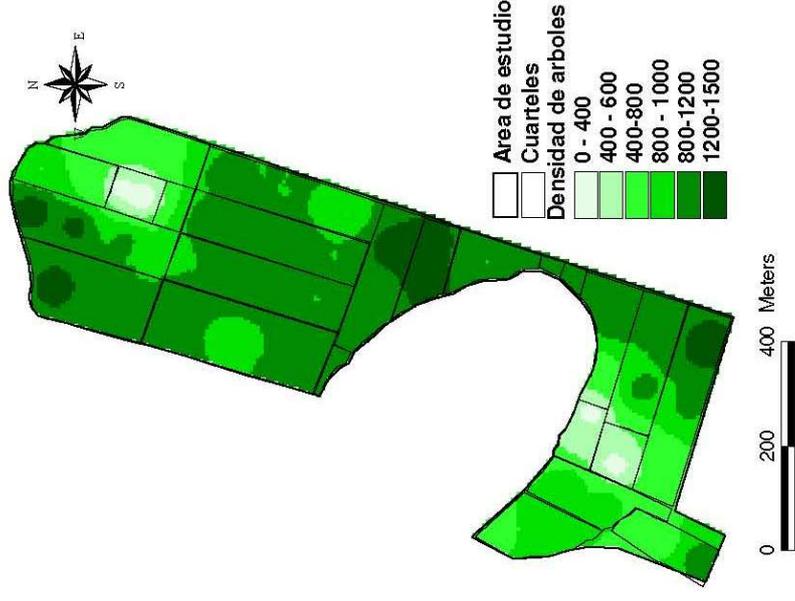


Figura 19: densidad de árboles.
Fuente: elaboración propia.

De las figuras 17 y 18 se desprende que existe una alta heterogeneidad textural tanto en la primera como en la segunda profundidad de suelo (Tabla 6 y 7). Esta variabilidad es causa directa de cambios abruptos en las propiedades del suelo en pequeñas superficies (cuarteles).

Se observó alternancia de capas de diferente espesor y textura en gran parte del AE y se logró constatar la presencia de una capa negra entre los 120 y 150 cm de profundidad citada por *Romanella (1964)*. El Anexo V muestra la descripción textural del perfil de suelo para cada punto de muestreo.

En los parches arcillosos la densidad de individuos toma valores cercanos a los 400 individuos/ha (figuras 17, 18 y 19), (Foto 5 y 6 Anexo VI) siendo estos los menores valores de densidad registrados en el AE, (ver Anexo IV).

El fenómeno causal de la baja densidad en estos sectores agrupa a factores climáticos, fisiológicos, edafológicos y de manejo. Para explicar esta situación se parte de los siguientes postulados:

- Al instalarse el monte forestal la densidad de plantación y establecimiento fue muy alto (1600 individuos/ha) (Rojas, 1995).
- La disminución de la densidad de árboles ha sido continua a través de los años y no por efecto de un suceso puntual.

El bosque recibe en forma periódica un volumen considerable de riego-efluente. Esto genera en estos sectores arcillosos un estado de saturación que puede durar varios días dependiendo de la época del año. Por este motivo, el desarrollo radicular de los individuos ha sido restringido o limitado, aunque el crecimiento aéreo ha sido vigoroso por la buena disponibilidad de agua, nutrientes y luz. Esta situación se traduce en un menor poder de anclaje de las plantas al suelo. Cuando los árboles adquieren altura y porte mayores, la resistencia a los vientos también aumenta. En condiciones de suelo saturado, con fuertes vientos (generalmente viento Zonda), los árboles de gran porte y débil anclaje son derribados (Foto 3 y 4, Anexo VI).

Este fenómeno (conjunto de causas y efectos) explica la baja densidad en los sectores individualizados cartográficamente y orientan en un manejo sitio-específico.

A continuación se presentan los resultados del análisis de correlación lineal simple entre variables de suelo (textura, salinidad, sodicidad) y variables de biomasa (densidad, productividad). Por arriba de la diagonal se observan las probabilidades y por debajo los coeficientes de Pearson.

TABLA 8
CORRELACIÓN LINEAL DE LA 1ª CAPA DE SUELO Y LAS VARIABLES DASONÓMICAS

	Textura	Ind/ha	CE	RAS	kg/ind/año
Textura	1	0.03	0.83	0.54	0.8
Ind/ha	-0.52	1	0.3	0.1	0.48
CE	-0.06	0.27	1	5.40E-04	0.03
RAS	-0.16	0.41	0.75	1	0.09
kg/ind/año	0.07	-0.18	-0.52	-0.42	1

TABLA 9
CORRELACIÓN LINEAL DE LA 2ª CAPA DE SUELO Y LAS VARIABLES DASONÓMICAS

	Textura	Ind/ha	CE	RAS	kg/ind/año
Textura	1	0.07	0.17	0.54	0.5
Ind/ha	-0.45	1	0.09	0.13	0.48
CE	0.35	0.42	1	4.70E-05	0.35
RAS	0.16	0.38	0.82	1	0.03
kg/ind/año	-0.17	-0.18	-0.24	-0.54	1

Existe asociación negativa entre la textura del suelo y la densidad de árboles, presentándose esta asociación significativa en la 1ª profundidad y como tendencia en la 2ª capa de suelo (Tablas 8 y 9). El coeficiente de Pearson toma un valor de -0.52 para la 1ª capa, indicando que a medida que la textura del suelo es más fina (aumento del valor del volumen de sedimentación) disminuye la densidad de arboles (Individuos/ha).

4.2.3. Salinidad-Productividad anual

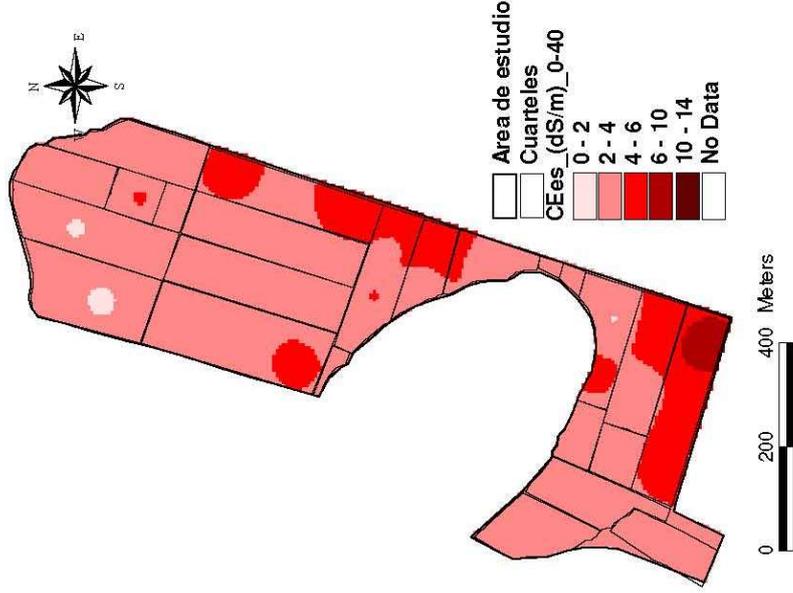


Figura 20: salinidad de la 1^o capa de suelo expresada en dS/m. Fuente: elaboración propia.

4.2.4. Dap medio

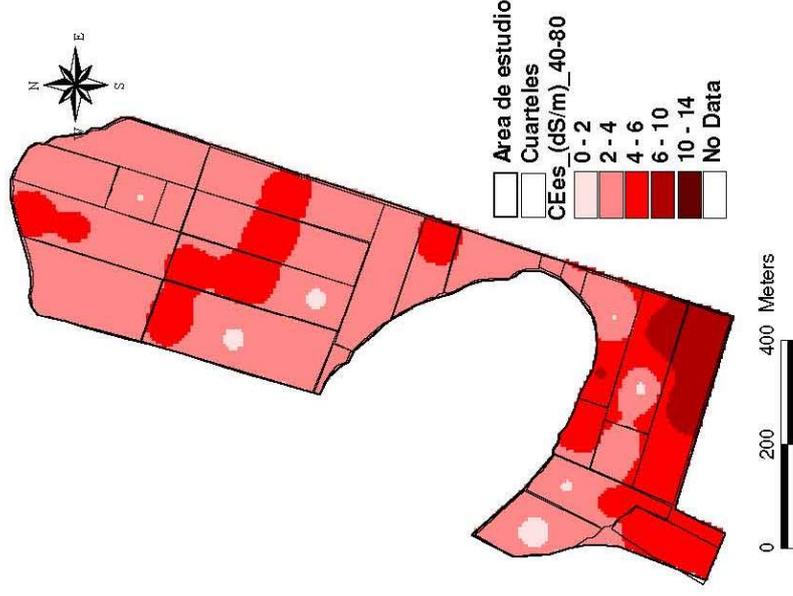


Figura 21: salinidad de la 2^o capa de suelo expresada en dS/m. Fuente: elaboración propia.

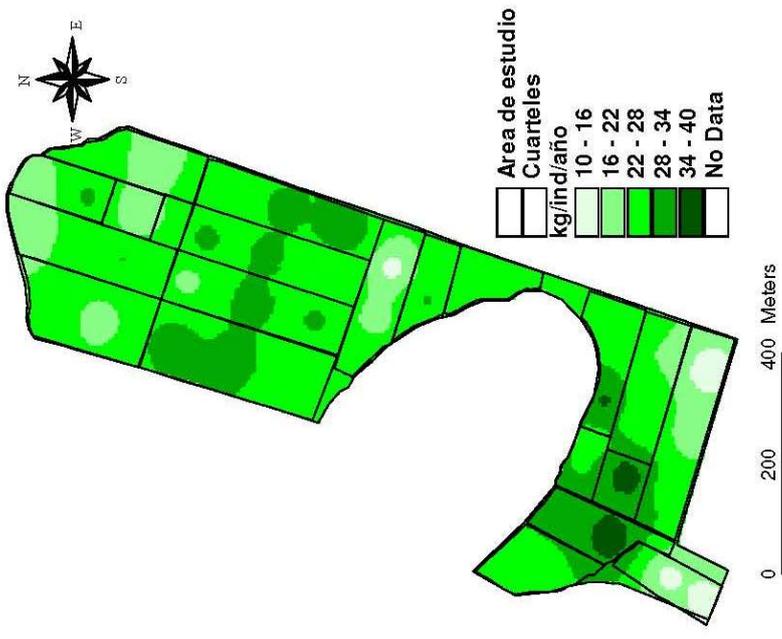


Figura 22: productividad anual por individuo expresada en kg. Fuente: elaboración propia.

4.2.5. RAS

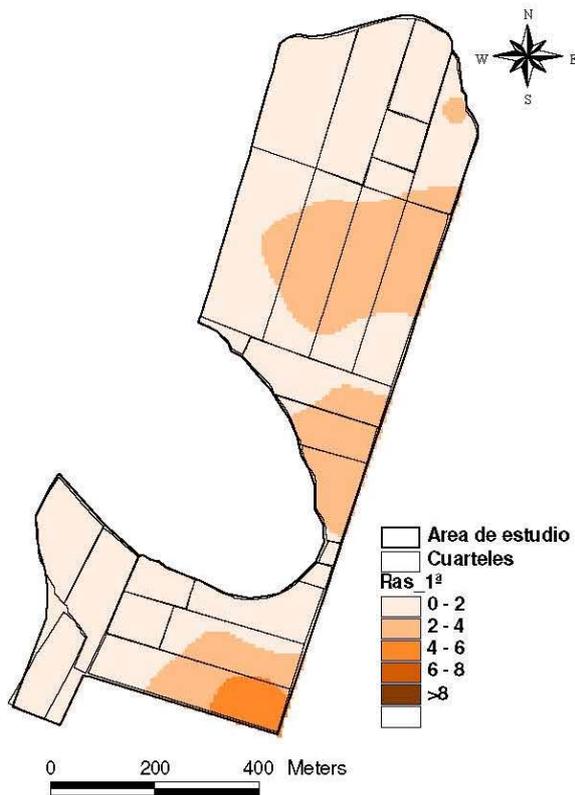


Figura 23: relación de adsorción de Sodio en la 1ª profundidad de suelo. Fuente: elaboración propia.

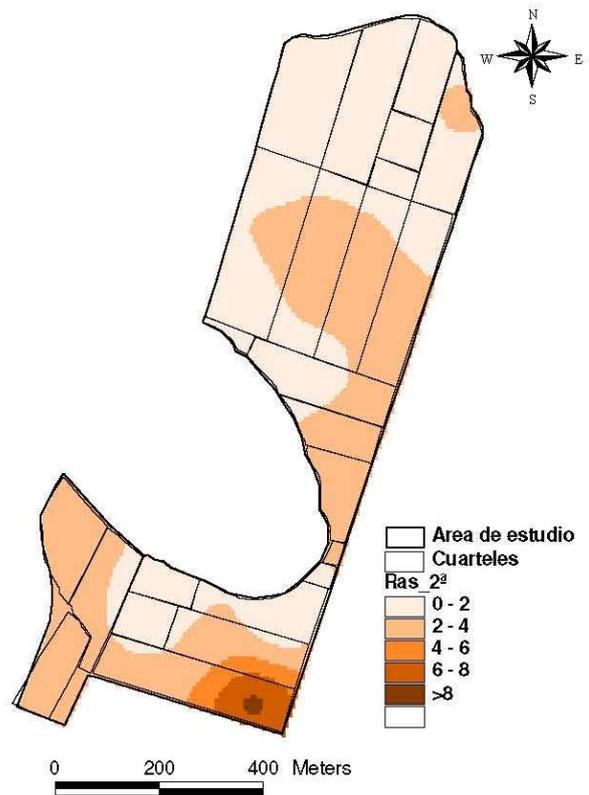


Figura 24: relación de adsorción de Sodio en la 2ª profundidad de suelo. Fuente: elaboración propia.

En ambas profundidades el suelo presenta cerca del 80 % del área con salinidad entre 2 y 4 dS/m y con un valor medio cercano a 3,6 dS/m (Tabla 6 y 7). El sector SE, que presentaba los mayores valores de salinidad y sodicidad en la situación “antes”, sigue siendo relativamente más salino-sódico que el resto del AE debido a que no se cumple en ese sector los requerimientos de lixiviación. Como consecuencia de lo anterior, las sales transportadas por el efluente, incluidas las de sodio, se van acumulando de a poco en el perfil de suelo. Sumado a esta condición, el agua del nivel freático hace su aporte de sales, las cuales se mueven a través del suelo por flujo capilar.

Según las clasificaciones internacionales toda el AE califica como “No sódico” ya que todos los valores obtenidos se encuentran por debajo de 15 (Tabla 6 y 7).

Los sectores con textura de suelo tipo franco, franco-limoso y salinidad media entre 2 y 4 dS/m en general tienen densidades de 1100 ind/ha y un Dap medio de 17-19cm (Tablas 6 y 7)(Fotos 5 y 6, Anexo VI).

Según los resultados obtenidos y expresados en la Tabla 8 y 9, existe asociación significativa y negativa entre Salinidad de suelo y la productividad anual por individuo (figuras 20, 21 y 22) en

la 1^º capa de suelo. El coeficiente de Pearson, en este caso, toma un valor de -0.52, expresando que en los sectores de suelo con mayor salinidad la productividad por árbol es menor. Esto no indica una asociación directa entre la productividad del cuartel y la salinidad del suelo ya que ésta depende de una serie factores como la densidad, el manejo forestal, etc.

En la 2^º capa de suelo RAS y productividad anual por individuo presentan asociación significativa y negativa. Esta asociación se presenta como una tendencia en la 1^º capa de suelo.

A su vez existe fuerte asociación, significativa y positiva entre Salinidad y RAS (Tabla 8 y 9) para ambas profundidades de suelo. Esto evidencia una alta proporción de sales de sodio en todo el perfil.

4.2.6. Primera profundidad de suelo

Textura

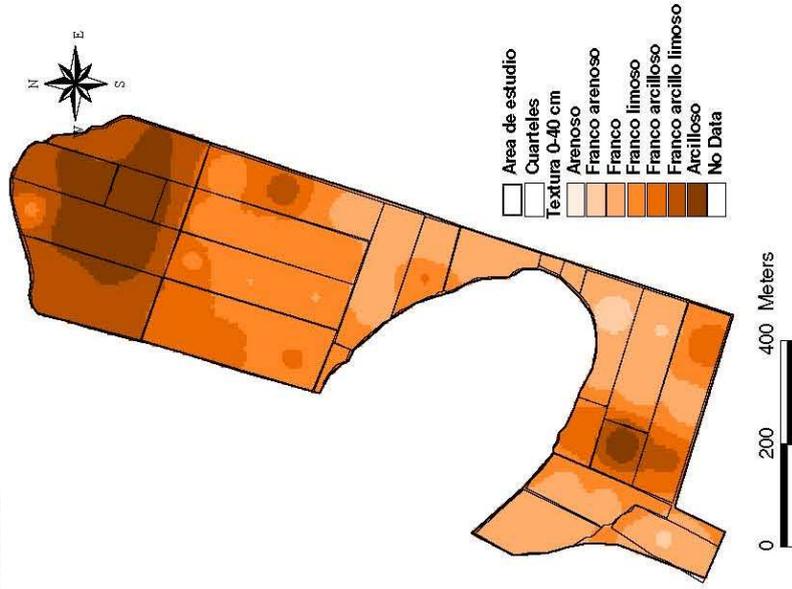


Figura 25: textura del suelo.
Fuente: elaboración propia.

Materia orgánica

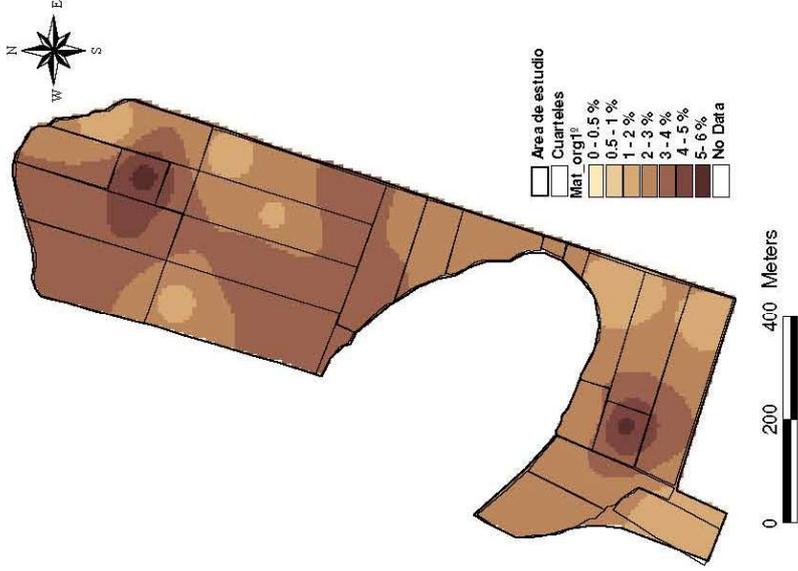


Figura 26: materia orgánica del suelo.
Fuente: elaboración propia.

pH

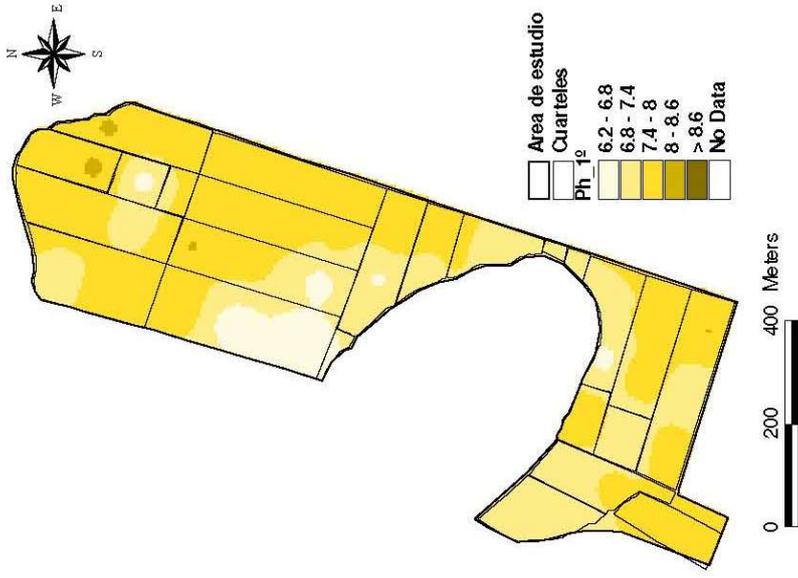


Figura 27: pH del suelo.
Fuente: elaboración propia.

4.2.7. Segunda profundidad de suelo

Textura

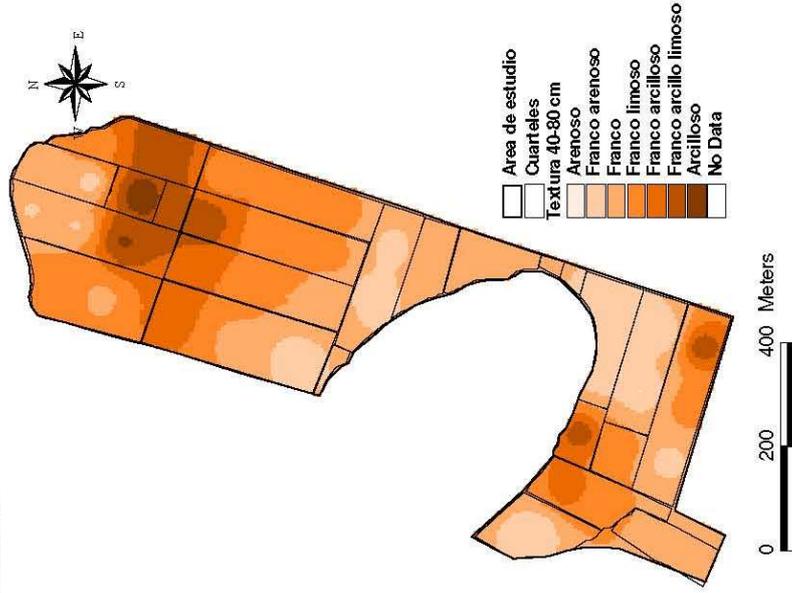


Figura 28: textura del suelo.
Fuente: elaboración propia.

Materia orgánica

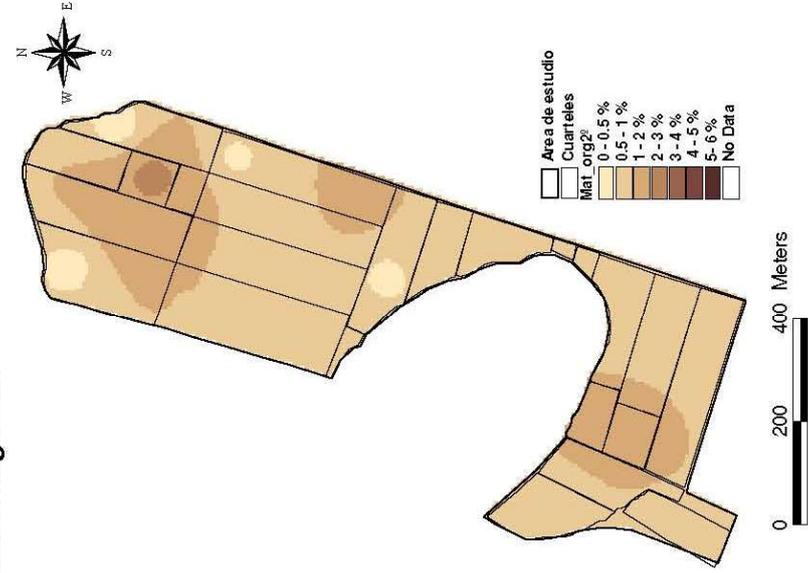


Figura 29: materia orgánica del suelo.
Fuente: elaboración propia.

pH

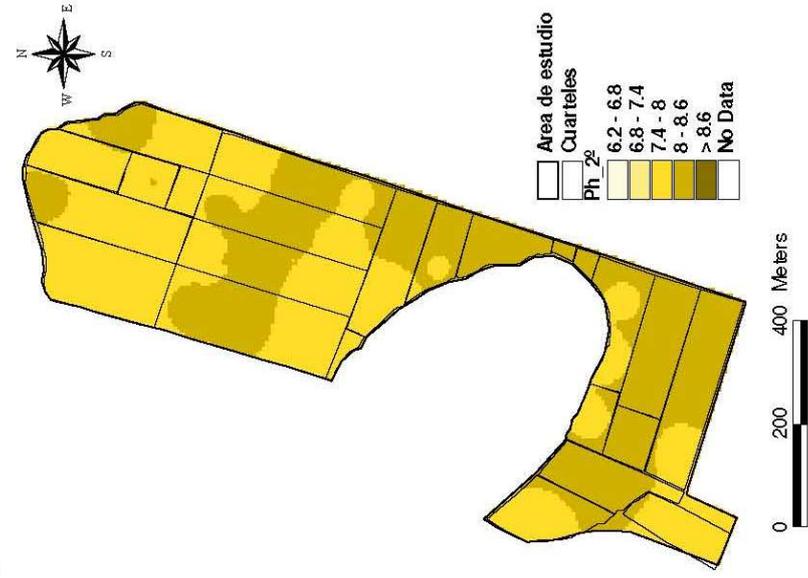


Figura 30: pH del suelo.
Fuente: elaboración propia.

De las figuras 26 y 29, y de la tabla 6 y 7, se desprende que los porcentajes de MO en la primera capa de suelo son muy altos (2% - 4%) comparados con los suelos típicos de Mendoza (0,1% - 0,5%). Esto se debe al depósito continuo de residuos orgánicos en solución coloidal que aporta el riego-efluente (figura 25). La segunda profundidad de suelo presenta cantidades de MO menores (0,5% - 2%).

En los sectores de textura fina (arcillosos, franco-arcillo-limoso y franco-arcillosos) la diferencia, en porcentaje, entre la primera y la segunda capa de suelo toma valores cercanos a 3%. Esta diferencia es menor en los sectores de textura media (franco, franco-arenoso).

El aporte de MO al suelo ha sido constante debido a la elevada carga coloidal del efluente (ver anexo II). Sin embargo, ésta variable presenta alta heterogeneidad tanto espacialmente como en profundidad. Si bien en esta disparidad respondería en general a la topografía y al manejo del riego, el fenómeno involucra una serie de factores y procesos que se enmarcan bajo los siguientes postulados:

- La mineralización es un proceso microbiológico favorecido por condiciones de alta temperatura y aireación; humedad cercana a la capacidad de campo y relación C/N menores a 15 (Conti 1998).
- Los sectores de textura media y gruesa tienen como propiedad: menor humedad, mayor temperatura y aireación, y menor luminosidad a nivel de suelo (mayor densidad de árboles) que los suelos de textura fina.

De esta manera los sectores arcillosos presentan menor mineralización por lo tanto mayor acumulación de materia orgánica en la primera capa de suelo. La baja densidad de árboles proporciona mayor luminosidad al suelo, lo cual favorece al crecimiento de malezas. Éstas aportan MO a la segunda profundidad por la exploración radicular y microflora asociada a estas.

Donde la textura es más gruesa el suelo tiene mayor capacidad de mineralización por lo tanto los porcentajes de MO en la primera capa son menores. Las condiciones de luminosidad a nivel de suelo son pobres (mayor densidad de árboles) y menor es la presencia de malezas que aporten MO a la segunda profundidad de suelo.

El proceso de degradación y mineralización de la MO tiene como consecuencia la producción de ácidos (húmicos, fúlvicos y huminas) los cuales disminuyen los niveles de pH del suelo (Perez Valenzuela, 1995). Esto se observa en las figuras 26 y 27. La primera profundidad, donde el porcentaje de MO es elevado, los valores de pH son cercanos a 7. Considerando que los suelos típicos de Mendoza tienen pH 7,5 - 8,5, esta primera capa es relativamente ácida.

El pH de la segunda capa de suelo presenta valores entre 7,5 y 8,5, normal para los suelos de la región.

TABLA 9
CORRELACIÓN LINEAL PARA LA 1ª CAPA DE SUELO

	Textura	%MO	pH
Textura	1	0.01	0.21
%MO	0.62	1	0.0035
pH	-0.32	-0.67	1

TABLA 10
CORRELACIÓN LINEAL SIMPLE PARA LA 2ª CAPA DE SUELO

	Textura	%MO	pH
Textura	1	0.01	0.64
%MO	0.64	1	0.9
pH	0.12	0.03	1

El análisis de correlación muestra que las variables textura y materia orgánica (MO) presentan asociación significativa y positiva para ambas profundidades de suelo y con coeficiente de Pearson iguales a $0.63 \pm 0,01$. Esto indica que a medida que la textura es más fina, aumenta el porcentaje de MO del suelo (figuras 25, 26, 28 y 29).

MO y pH presentan asociación significativa y negativa en la 1ª capa de suelo (figuras 26 y 27). El coeficiente de Pearson es igual a -0.67. Significa que donde el suelo presenta porcentajes altos de MO el pH tiende a ser ácido. No es significativa la asociación para la 2ª capa.

Las asociaciones de las variables edáficas y dasonómicas son más fuertes en la 1ª capa de suelo que en la 2ª. Esta relación se podría explicar argumentando que la permanente disponibilidad de agua ha limitado la exploración radicular a los primeros centímetros de suelo. Esto haría a las variables dasonómicas más dependientes de esta 1ª capa.

4.3. Capítulo III: Biomasa 2008

Densidad de individuos

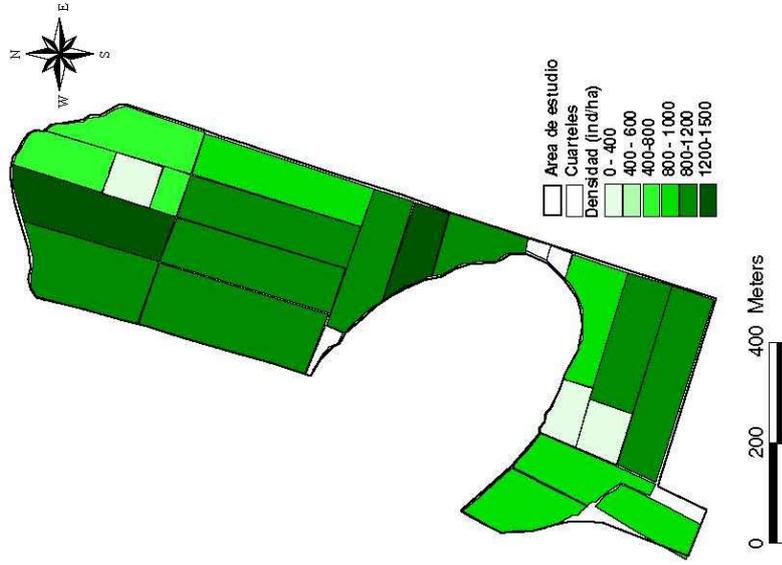


Figura 31: densidad de árboles en ind/ha por cuartel. Fuente: elaboración propia.

Número de individuos

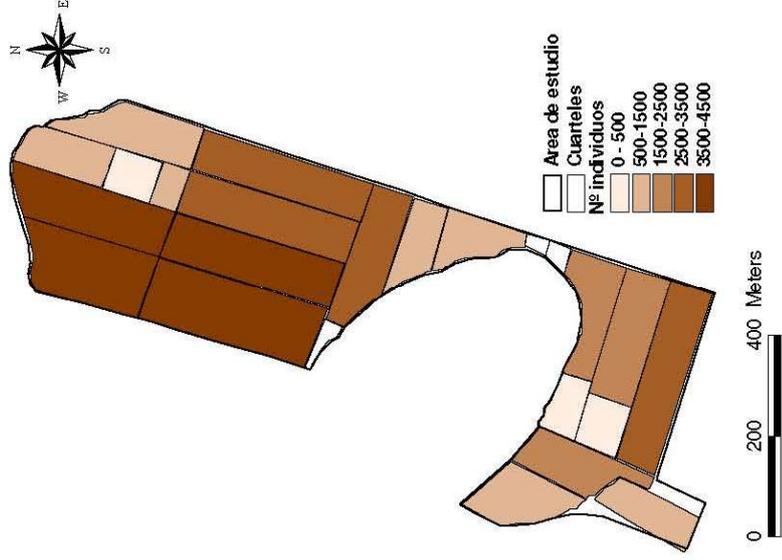


Figura 32: número de individuos por cuartel. Fuente: elaboración propia.

Dap medio

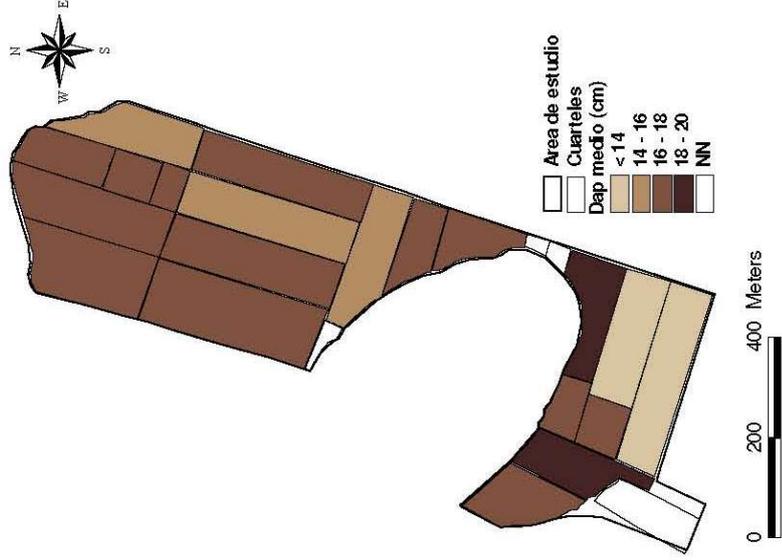


Figura 33: diámetro medio a 1,30 m de altura por cuartel. Fuente: elaboración propia.

TABLA 11
PROPIEDADES DASONÓMICAS DE LOS CUARTELES ANALIZADOS

Cuartel	Edad (años)	Superficie (ha)	Densidad (Ind/ha)	Nº de árboles	DAP medio (cm)
46	7	3,1	1067	3307	14
47	7	2,2	1100	2420	15,4
47o	7	0,9	400	360	17,9
48	8	1,73	925	1600	18,1
48o	8	0,8	400	320	17,8
49	9	1,95	950	1853	18,9
50	9	1,54	850	1309	17,6
53	8	0,8	1050	840	17,4
54	8	1,23	1325	1630	16,3
55	8	2	1200	2400	14,5
59	7	2,9	967	2803	16,9
60	7	3,1	1067	3307	15,8
61	9	3,7	1067	3947	17,5
62	9	4,4	1017	4473	17,6
65	9	3,03	1200	3636	17,4
66	9	3,3	1233	4070	16,5
67c	9	0,83	250	208	18,6
67	9	2,8	750	2100	16,7
68	9	1,96	750	1470	15,7

TABLA 12
MEDIDAS DE RESUMEN DE LA TABLA 11

Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
Ind/ha	19	924.63	297.91	250	1325
Dap medio	19	16.87	1.32	14	18.9

El AE tiene una población total estimada de 43.000 árboles. El cuartel 62 es el más poblado con 4473 árboles. Las variables dasonómicas presentan alta variabilidad como se observa en las figuras 31, 32 y 33 y en la tabla 12. La densidad varía entre 250 ind/ha en los parches arcillosos (mencionados en el capítulo anterior) hasta 1350 ind/ha en el cuartel 54, siendo la media de 926 ind/ha (tabla 10).

El Dap medio del AE es de 16,87 cm con un desvío de $\pm 1,32$ cm. Los cuarteles 46 y 47 son los que presentan menores diámetros debido, entre otros factores, a la salinidad y sodicidad del suelo. Es interesante notar que los cuarteles 47º, 48º y 67c (parches arcillosos) tienen Dap medios por encima de la media del AE. La explicación es que, en general, los árboles que permanecen de pie en estos sectores no tienen competencia por factores ambientales como la luz solar, el suelo y el espacio aéreo lo que les permite desarrollar mejor su potencial vegetativo.

El sector Noroeste (cuarteles 61, 62, 65 y 66) es el de mejor desarrollo. Comprende el 33% de la superficie total y presenta el 37,5% del total de individuos. Tiene una densidad y Dap medios de 1130 ind/ha y 17,25 respectivamente, superior a los valores medios del AE (Foto 1 y 2 Anexo VI).

4.3.1. Estructura diamétrica por cuartel

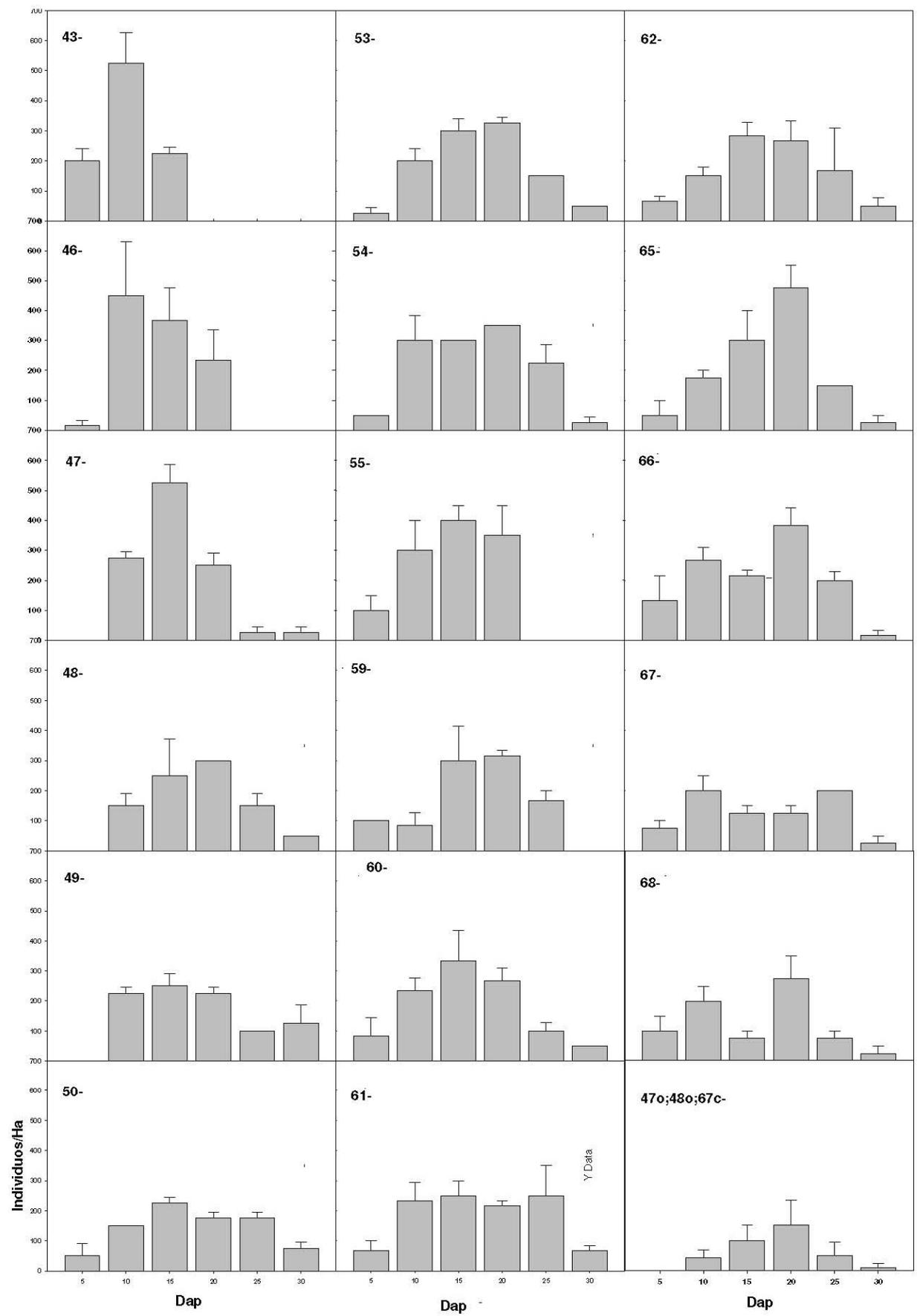


Figura 34: nº medio de ind/ha de cada una de las clases diamétricas y errores estándar.

La estructura diamétrica del cuartel es el resultado de crecimiento de los individuos y del manejo realizado. Barras agrupadas manifiestan que la población del cuartel presenta tasas de crecimiento semejante (C43, C46 y C47). Esa tasa puede ser alta o baja pero es homogénea en todo el cuartel. Barras dispersas indican que en el mismo cuartel existen individuos con crecimiento diametral muy diferente (C67). Las líneas de error muestran la heterogeneidad dentro del cuartel.

El manejo forestal tiende a generar estructuras diamétricas más homogéneas. La elevada proporción de cuarteles (14 de 17) con una gran variedad de diámetros entre sus individuos sugiere que en éstos no se han realizado tareas de manejo forestal en forma periódica. Sin embargo, los niveles de productividad se mantienen cercanos a la media (Tabla 13).

4.3.2. Estimación de la biomasa forestal

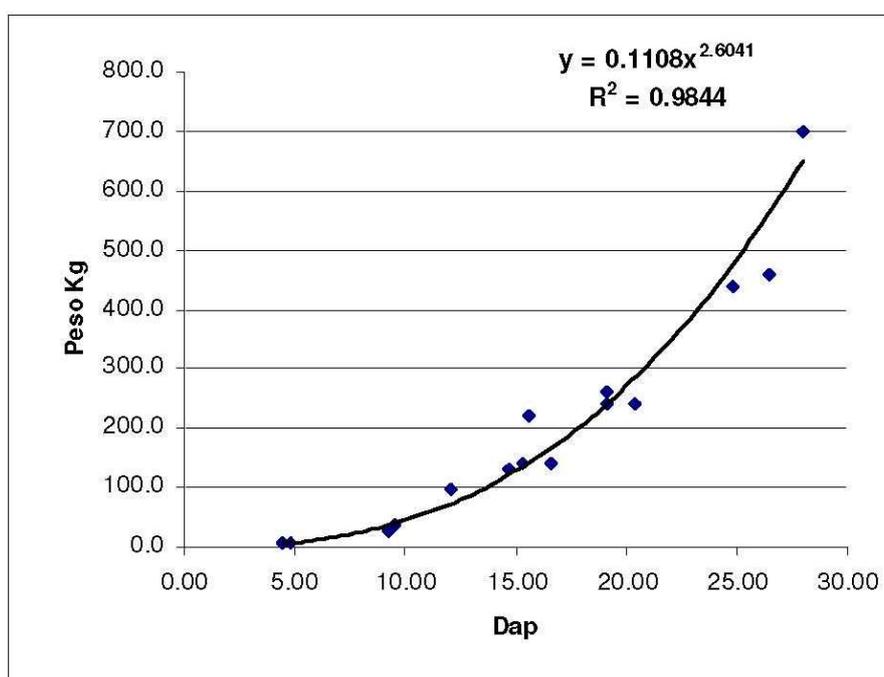


Figura 35: peso de los árboles en función del Dap y curva de regresión potencial.

La ecuación de tipo potencial fue la más adecuada para estimar la biomasa (peso en verde) a partir del Dap con un coeficiente de determinación del 98%.

$$\text{Biomasa del árbol en Kg} = 0,1108 \text{ Dap}^{2,6041}$$

A partir de función obtenida por regresión se obtuvo la biomasa neta (Tn) y la productividad por individuo (kg/ind/año) en cada unidad de muestreo, por hectárea (Tn/ha/año) y por cuartel (Tn/cuartel/año). El resumen de los resultados se presenta a continuación.

TABLA 13
BIOMASA NETA Y PRODUCTIVIDAD

Cuartel	Área (ha)	Biomasa*		Productividad anual*		
		Tn/ha	Tn/Cuartel	kg/ind/año	Tn/ha/año	Tn/cuartel/año
46	3.1	122.7	380.37	16.43	17.53	54.34
47	2.2	171.43	377.15	22.26	24.49	53.88
48	1.73	222.74	385.34	30.11	27.84	48.17
49	1.95	295.29	575.82	34.53	32.81	63.98
50	1.54	191.53	294.96	25.03	21.28	32.77
53	0.8	232.11	185.69	27.63	29.01	23.21
54	1.23	270.25	332.41	25.49	33.78	41.55
55	2	158.15	316.29	16.48	19.77	39.54
59	2.9	193.57	561.35	28.61	27.65	80.19
60	3.1	205.44	636.87	27.51	29.35	90.98
61	3.7	260.38	963.4	27.12	28.93	107.04
62	4.4	257.01	1130.83	28.09	28.56	125.65
65	3.03	240.25	727.96	22.24	26.69	80.88
66	3.3	245.72	810.88	22.14	27.30	90.10
67	2.8	165.77	464.15	24.56	18.42	51.57
68	1.96	142.51	279.32	21.12	15.83	31.04
470-480-67C	2.53	86.8	219.6	30.91	10.85	27.45

*Los valores expresados corresponden a biomasa verde.

TABLA 14
MEDIDAS DE RESUMEN DE LA TABLA 13

Biomasa Neta			Productividad		
Tn/ha		Tn AE	Tn/ha/año		Tn/AE/año
Media	D.E.		Media	D.E.	
203,63	56,97	8693,6	24,71	6,36	1055,15

La productividad se ve afectada directamente por la densidad y por el crecimiento diametral medio. El C46 presenta densidad cercana a la media pero las condiciones de salinidad del suelo condicionan a un menor crecimiento de los individuos, por ende la producción de biomasa es baja. En cambio los cuarteles 470, 480 y 67C tienen Dap medios por encima de la media, pero la textura del suelo determina densidades muy bajas lo que resulta en una baja productividad.

La productividad media alcanza un valor cercano a los esperados para un monte comercial de *Eucalyptus*. El sector Noroeste es el más productivo constituyendo el 39 % de la productividad total del AE.

4.3.3. Captura de CO₂

Rojas detalla un contenido de humedad promedio para la especie del 40%. Esto indica que 633,1 Tn de Biomasa seca son producidos por año en el AE. Así mismo Diaz Fonseca (*et al* 1998) citan para la especie un porcentaje de carbono promedio en la Biomasa seca de 45,12 %. De esta manera del total de biomasa seca producida por año, 285,65 Tn corresponden a carbono.

Para continuar el análisis se parte del siguiente razonamiento: la molécula de CO₂ pesa 44 g y 12 g pesa el átomo de carbono. Por ende 1 Tn de carbono equivale a 3,66 Tn de CO₂.

El AE presenta una tasa de fijación anual de CO₂ de 1045,5 Tn. Asimismo la tasa de fijación es de 24,16 Tn CO₂/ha/año.

5. CONSIDERACIONES FINALES Y CONCLUSIONES

El sistema de tratamiento y la disposición final del efluente para riego en el bosque cumple satisfactoriamente con los objetivos perseguidos por la empresa. Se ha logrado un suelo apto para el crecimiento y desarrollo de un bosque a partir de un suelo altamente salino y sódico.

Proyectos de este tipo son una alternativa a tener en cuenta a la hora de implementar un sistema de tratamiento de efluentes de industrias vitivinícolas, aceiteras, mataderos, conserveras, etc.

En cuanto a la relación suelo-biomasa, las variables edáficas presentan un dominio diferencial sobre las variables dasonómicas. La textura del suelo determina, junto a otros factores asociados, la densidad de árboles, la acumulación de MO y el pH del perfil. La salinidad y sodicidad, asociadas al manejo, determinan el crecimiento diametral o productividad de los árboles.

Si bien el propósito del bosque es la disposición final del efluente, las tasas de crecimiento y productividad se encuentran dentro de los valores citados para un monte comercial. Realizando un manejo adecuado sobre las variables de suelo se mejorará la estructura del bosque, logrando homogeneidad en el crecimiento y mayor productividad.

La captura de CO₂ es un servicio indirecto que otorga el bosque a la sociedad, que en la actualidad no está regulado en el país, pero que puede llegar a reportar beneficios en un futuro.

Teniendo en cuenta el volumen de efluente, las sales - MO que transporta y la ubicación del AE cercana al Río Mendoza, un aspecto importante a considerar en una futura investigación sería la influencia que el sistema analizado ejerce sobre la calidad y dinámica del nivel freático.

A partir de este estudio se plantea la posibilidad de realizar un manejo que contemple la corta y posterior conducción de los rebrotes de manera de realizar un aprovechamiento energético del bosque. Surgen así las siguientes propuestas:

- Raleo general de árboles caídos y muertos en pie. Poda de formación a los individuos que no presenten una estructura definida. Con estas tareas se lograrán mejores condiciones para el crecimiento de los árboles y facilitará el laboreo de suelo.
- Laboreo general de suelo. Aplicación de abundante riego en sitios salinos. En el sector SE se aconseja realizar tareas de nivelación y riegos sucesivos. Estudiar la posibilidad de realizar una sangría en dirección Este-Oeste sobre el margen Sur del AE.
- Replante y manejo de renovales en los sectores de baja densidad.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez *et al.*, 2003. Productividad maderable de *Prosopis Flexuosa* D.C. en el monte central.
- Amorós Portoles J. L., Francisco J. García Abbad-Jaime de Aragón, Enrique Ramírez Sánchez-Rubio y Rafael Simancas Pérez. Geología. Ediciones Anaya S.A., 1979, Madrid, España.
- Chambouleyron J., 2005. Riego y Drenaje, Técnicas para el desarrollo de una agricultura sustentable. Tomo I. EDIUNC, Mendoza.
- CICYTTP-CONICET, 1995. Especies del genero E cultivadas en la cuenca Entrerriana del Río Uruguay.
- Conti M., 1998. Principios de Edafología. Editorial Orientación gráfica.
- Dalmasso A., 2004. Biodiversidad Planta ICI, Palmira Mendoza.
- De La Lama G. 1976. Atlas del Eucalipto. Tomo I y II. Ministerio de Agricultura. INIA. ICONA. Madrid, España.
- FAO, 1981. El Eucalipto en la repoblación forestal. Colección FAO. Montes N° 11. Roma, Italia. 554p. y anexos.
- Fonseca Morales, 1998. Cuantificación y valoración económica de la captura de CO2 por plantaciones del género Eucaliptus en el altiplano Candiboyacense.. Revista Forestal Iberoamericana.
- Gonzalez Díaz y Fauque. XIIº Congreso Geológico Argentino y IIº Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Mendoza 1993).Geología y Recursos Naturales de Mendoza.
- INTA, 2001. Manual de productores de Eucaliptus de la Mesopotamia Argentina.
- Kiely G., 1999. Ingeniería Ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. Editorial McGraw-Hill.
- McMahon, Bowler, 2004. The dendroecological potencial for *E.camaldulensis* Denh. (River Red Gum) from Barmah forest, Victoria, Australia. University of Melbourne, Australia. Australian Geographical Studies.
- Nijensohn L., 1965.Suelos de Mendoza. Reseña de su naturaleza, propiedades y principios de distribución geográfica. Inédito.
- Norverto et al, 1995. Manual para productores de eucaliptos de la Mesopotamia Argentina. SAGyP - INTA.
- Olmos, Nijensohn et al. XIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo (CACS). Gira Edafológica. Mendoza 1993.

- Pazos J. A. Geología y Recursos Naturales de Mendoza 1993. Recursos hídricos subterráneos de la zona norte.
- Perez Valenzuela, 1999. Edafología en la agricultura regadía cuyana.. Editorial Fundar. Mendoza.
- Rojas et al., 1998. Reuso de Efluentes Industriales. AWS consultores.
- Romanella, 1964. Boletín de estudios geográficos 14. Mendoza.
- Turnbull J.W. Ecología y variación de *E. camaldulensis* Dehn. Instituto de investigaciones forestales de Canberra. <http://www.fao.org/docrep/006/e4209s/E4209S07.htm>
- Valdés B., 1987. Salvador Talavera, Emilio Fernández Galiano. Flora vascular de Andalucía Occidental; tomo II (páginas 72 a 80). Editora Ketres.

7. ANEXOS

7.1. Anexo I. Planta de Tratamiento de Efluentes

El objetivo de la Planta de Tratamiento de Efluentes es producir un líquido apto para riego de un bosque, y a su vez obtener un sólido orgánico, no fermentable, utilizable como abono en fincas y viñedos.

7.1.1. Recepción de efluentes

El líquido, denominado “vinaza”, llega a Planta de Efluentes proveniente de diferentes etapas y procesos de la fábrica. La recepción se realiza en el tanque I (300m³), el cual abastece de vinaza a los decantadores centrífugos.

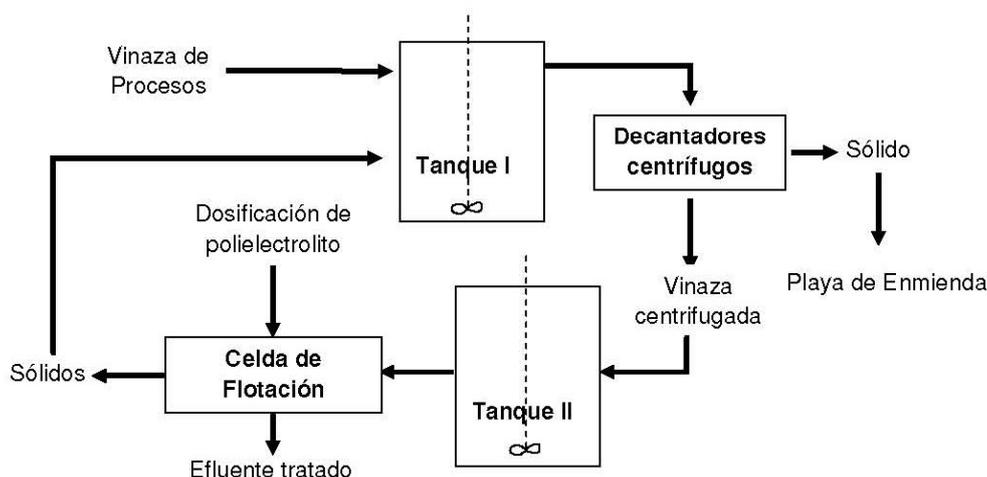
7.1.2. Procesamiento de los efluentes

Dos **decantadores centrífugos** Alfa Laval (Suecia), separan los sólidos que posee la vinaza. Estos caen a una tolva, de donde son retirados y posteriormente despachados a fincas y viñedos. La vinaza centrifugada es almacenada en el **tanque II** (120m³). Ambos tanques están equipados con **agitadores** Lightnin (USA) de alta eficiencia que evitan la sedimentación.

Continuando el proceso la vinaza centrifugada entra a las **Celdas de Flotación** tipo CAF (cavitation air flotation) en las que actúa un equipo **dosificador de polielectrolito** Hydrocal (USA). Este último inyecta una solución diluida en la celda de flotación, para combinarla con la vinaza centrifugada, proceso que favorece la formación de flóculos en suspensión (denominada vinaza flotada). Ésta última es separada de la fase líquida por un sistema de barredoras, obteniéndose por un lado el líquido clarificado y por otro lado los sólidos.

El líquido clarificado se dirige hacia la destilería donde se le agrega agua de refrigeración para atenuar la conductividad eléctrica del fluido. Finalmente el efluente tratado se destina a riego con un caudal de 400 m³/hora, salinidad [1100-2250 dS/m], pH [6-8] y DQO [1500-2500].

7.1.3. Diagrama de flujo

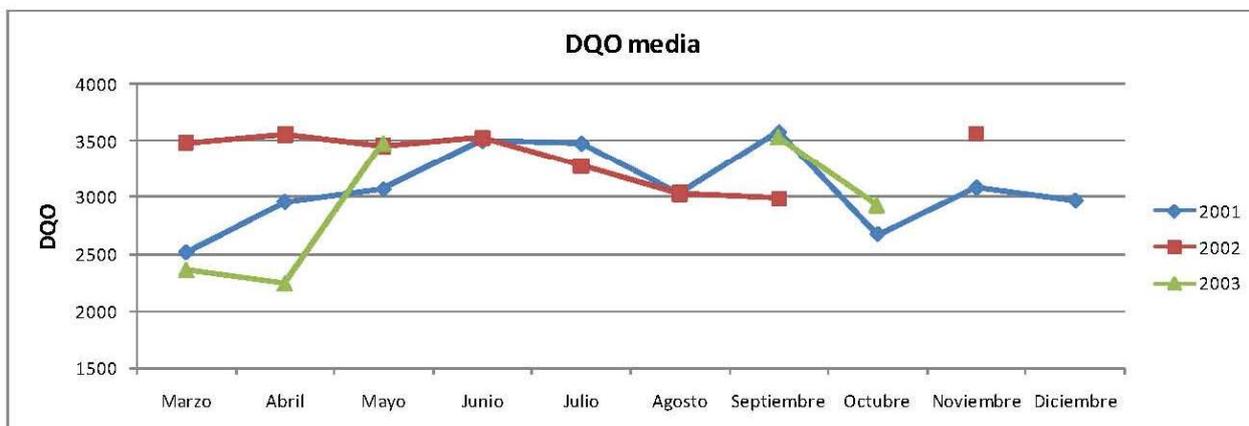
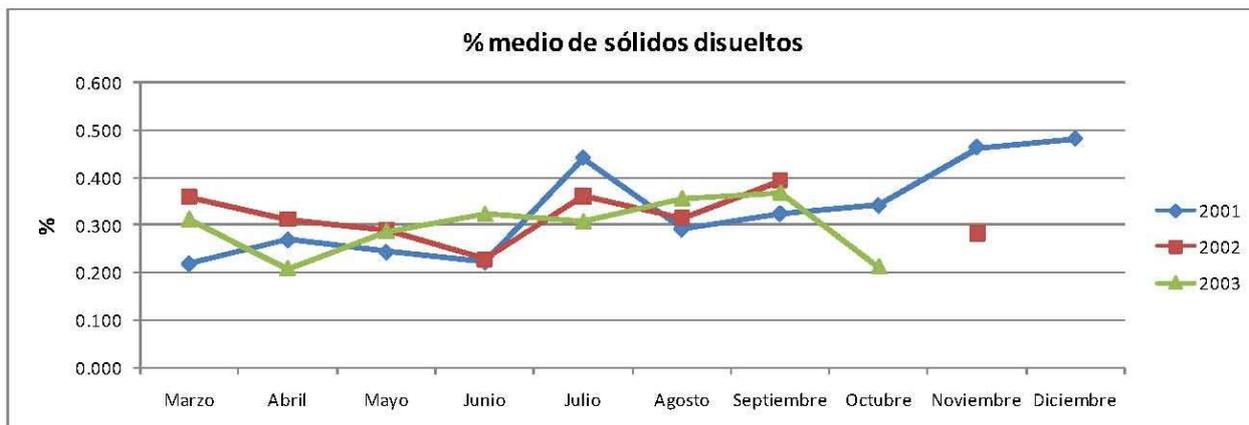
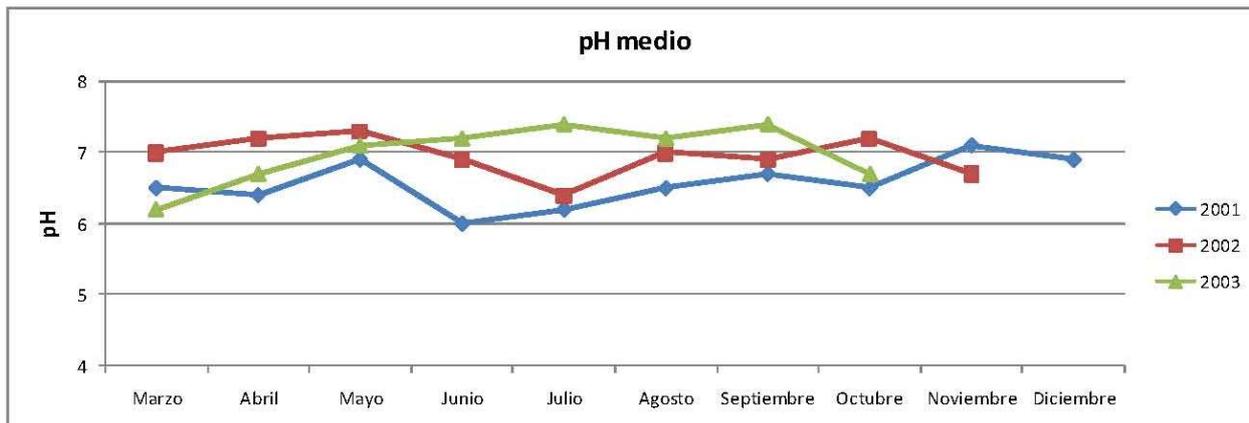
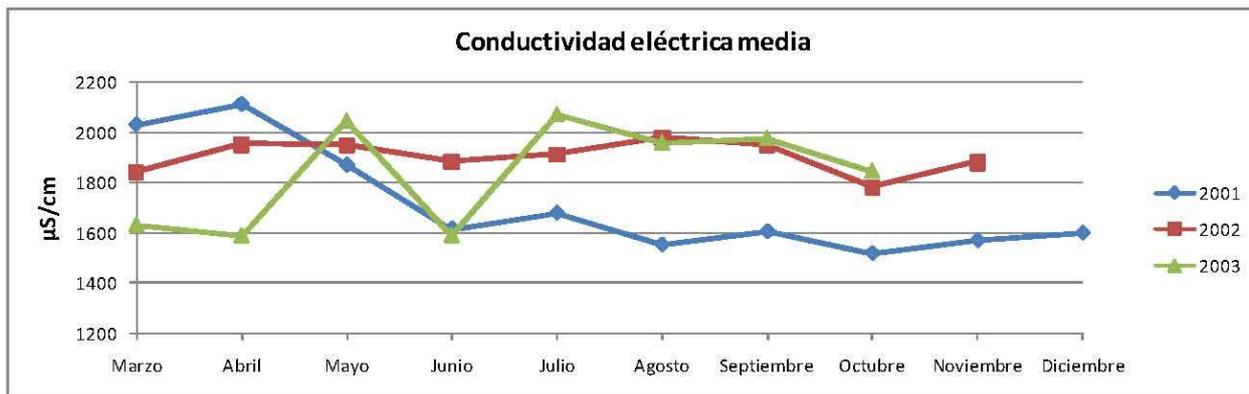


7.2. Anexo II. Propiedades físico-químicas del efluente

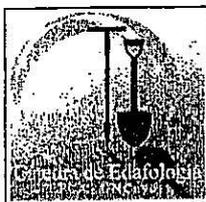
Mes	Conductividad eléctrica media	pH medio	% Sólidos en suspensión medios	DQO media
Mar-01	2031	5.8	0.220	2515
Abr-01	2113	5.8	0.270	2959
May-01	1870	5.6	0.244	3071
Jun-01	1617	5.6	0.223	3505
Jul-01	1680	5.3	0.443	3480
Ago-01	1553	6.5	0.292	3033
Sep-01	1606	5.7	0.325	3580
Oct-01	1519	5.6	0.342	2675
Nov-01	1571	6.0	0.465	3083
Dic-01	1600	5.8	0.483	2971
Mar-02	1843	5.9	0.360	3484
Abr-02	1954	6.0	0.313	3558
May-02	1949	6.3	0.290	3451
Jun-02	1884	6.1	0.230	3525
Jul-02	1916	5.9	0.361	3279
Ago-02	1979	6.2	0.316	3033
Sep-02	1950	6.4	0.393	2990
Oct-02	1784	6.1		
Nov-02	1882	6.0	0.284	3562
Dic-02				
Mar-03	1631	5.9	0.313	2360
Abr-03	1589	6.0	0.209	2241
May-03	2048	6.6	0.288	3476
Jun-03	1589	6.7	0.324	
Jul-03	2073	6.7	0.308	
Ago-03	1958	7.2	0.357	
Sep-03	1978	7.4	0.369	3534
Oct-03	1847	6.7	0.213	2927
Nov-03				
Dic-03				

7.2.1. Medidas de resumen para las series 2001, 2002 y 2003.

Variable	n	Media	D.E.	Mín.	Máx.
Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	27	1815.33	187.09	1519	2113
pH	27	6.82	0.39	6	7.4
% Sólidos en suspensión	26	0.32	0.07	0.21	0.48
DQO	23	3143.13	406.16	2241	3580



7.3. Anexo III. Resultados Análisis de Suelo



ANALISIS DE SUELOS

Solicitante: Sr Santiago Echevarría

Propietario: Derivados Vínicos S.A.

Ubicación propiedad: Palmira - San Martín - Mendoza

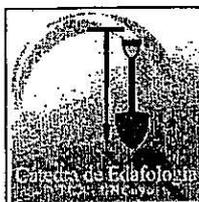
Motivo: Algunas evaluaciones fisico-químicas del suelo

Fecha de entrada: 10 - 03 - 08

Nº de registro: 975

Nº muestra	1	2	3	4.00	5	6
profundidad cm	0 - 40	40 - 80	0 - 40	40 - 80	0 - 40	40 - 80
pH	7.52	7.85	7.54	7.91	6.91	8.09
V.S. cm ³ %g	92	96	128	88	96	110
textura por V.S.	Fco Arenoso	Franco	Fco Arcilloso	Fco Arenoso	Franco	Fco Limoso
CE	3.44	4.24	5.22	4.72	4.98	8.74
sales totales me/L	38.6	48.80				
HCO ₃ meq/l	8.0	7.0				
Cl meq/l	6.0	5.0				
SO ₄ meq/l	24.3	36.7				
Ca meq/l	21.6	26.5				
Mg me/L	6.5	8.5				
Na meq/l	9.5	12.5				
RAS	2.53	2.99				
M.O. %	1.33	0.97				
K ppm	120	118				

Nº muestra	7	8	9	10	11	12
profundidad cm	0 - 40	40 - 80	0 - 40	40 - 80	0 - 40	40 - 80
pH	8.01	8.23	7.45	8.07	7.07	8.07
V.S. cm ³ %g	124	132	100	108	140	108
textura por V.S.	Fco Arcillo Limoso	Fco Arcillo Limoso	Franco	Fco Limoso	Arcilloso	Arcillo Limoso
CE	7.61	9.19	3.5	4.15	3.33	3.36
sales totales me/L	90.5	124.5			39.5	38.5
HCO ₃ meq/l	8	6			13	7
Cl meq/l	16	25			6	4
SO ₄ meq/l	66.6	93			20.52	27.5
Ca meq/l	28	29.5			20.50	19.5
Mg meq/l	22	25			10	8
Na meq/l	40	69			9	10.6
RAS	8.00	13.22			2.30	2.86
M.O. %	1.85	0.56			5.18	1.18
K ppm	122	82			122	148



ANALISIS DE SUELOS

Solicitante: Sr Santiago Echevarría

Propietario: Derivados Vínicos S.A.

Ubicación propiedad: Palmira - San Martín - Mendoza

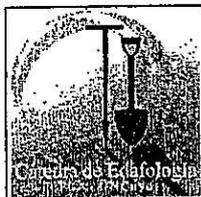
Motivo: Algunas evaluaciones físico-químicas del suelo

Fecha de entrada: 10 - 03 - 08

Nº de registro: 975

Nº muestra	13	14	15	16	17	18
profundidad cm	0 - 40	40 - 80	0 - 40	40 - 80	0 - 40	40 - 80
pH	7.75	8.35	7.9	8.28	7.19	7.97
V.S. cm ³ %g	96	80	92	84	96	82
textura por V.S.	Franco	Arenoso	Fco Arenoso	Fco Arenoso	Franco	Arenoso
CE	2.4	1.69	5.62	7.14	3.24	1.73
sales totales me/L					35.5	17.7
HCO ₃ meq/l					8	7
Cl meq/l					6	4
S0 ₄ meq/l					21.6	6.8
Ca meq/l					17.2	9.2
Mg me/L					7.2	2.2
Na meq/l					11	6
RAS					3.15	2.51
M.O. %					2.15	0.87
K ppm					112	54

Nº muestra	19	20	21	22	23	24
profundidad cm	0 - 40	40 - 80	0 - 40	40 - 80	0 - 40	40 - 80
pH	7.21	8.07	7.78	7.96	6.63	7.87
V.S. cm ³ %g	100	124	120	132	100	84
textura por V.S.	Franco	Fco Arcilloso	Fco Arcilloso	Fco Arcillo Limoso	Franco	Fco Arenoso
CE	2.29	1.89	2.97	4.68	4.55	6.12
sales totales me/L			33	47.5		
HCO ₃ meq/l			7	8		
Cl meq/l			4	9		
S0 ₄ meq/l			21.5	29.8		
Ca meq/l			14.4	25.6		
Mg meq/l			6.8	10		
Na meq/l			11	12		
RAS			3.38	2.84		
M.O. %			2.1	1.13		
K ppm			122	142		



ANALISIS DE SUELOS

Solicitante: Sr Santiago Echevarría
Propietario: Derivados Vinicos S.A.
Ubicación propiedad: Palmira - San Martín - Mendoza
Motivo: Algunas evaluaciones fisico-químicas del suelo
Fecha de entrada: 10 - 03 - 08
Nº de registro: 975

Nº muestra	25	26	27	28	29	30
profundidad cm	0 - 40	40 - 80	0 - 40	40 - 80	0 - 40	40 - 80
pH	7.33	7.96	7.23	8.07	7.32	7.98
V.S. cm ³ %g	88	82	100	100	116	100
textura por V.S.	Fco Arenoso	Arenoso	Franco	Franco	Fco Arcilloso	Franco
CE es dS/m	1.98	1.99	3.47	2.63	3.44	2.48
sales totales me/L	20.50	21.00				
HCO ₃ meq/l	8.00	6.00				
Cl meq/l	4.00	4.00				
SO ₄ meq/l	8.5	10.8				
Ca meq/l	12.4	11.8				
Mg me/L	4.6	3.5				
Na meq/l	3.5	5.5				
RAS	1.20	1.99				
M.O. %	1.64	0.67				
K ppm	118	134				

Nº muestra	31	32	33	34	35	36
profundidad cm	0 - 40	40 - 80	0 - 40	40 - 80	0 - 40	40 - 80
pH	7.97	8.13	6.75	7.9	7.57	8.39
V.S. cm ³ %g	96	96	100	84	100	88
textura por V.S.	Franco	Franco	Franco	Fco Arenoso	Franco	Fco Arenoso
CE es dS/m	5.73	5.67	4.02	2.11	3.92	2.75
sales totales me/L	65.50	64.00	45.50	22.00		
HCO ₃ meq/l	5.00	8.00	11.00	6.00		
Cl meq/l	13.00	11.00	5.00	6.00		
SO ₄ meq/l	47.5	45	29.52	10		
Ca meq/l	29.5	28	26	10.5		
Mg me/L	17.5	18	7	4.5		
Na meq/l	18.5	18.0	12.5	7		
RAS	3.82	3.75	3.08	2.56		
M.O. %	2.1	0.72	3.28	0.41		
K ppm	156	156	136	76		



ANALISIS DE SUELOS

Solicitante: Sr Santiago Echevarría
Propietario: Derivados Vínicos S.A.
Ubicación propiedad: Palmira - San Martín - Mendoza
Motivo: Algunas evaluaciones fisico-químicas del suelo
Fecha de entrada: 10 - 03 - 08
N° de registro: 975

N° muestra	37	38	39	40	41	42
profundidad cm	0 - 40	40 - 80	0 - 40	40 - 80	0 - 40	40 - 80
pH	6.23	7.55	6.63	7.86	7.47	7.93
V.S. cm ³ %g	116	84	104	104	108	108
textura por V.S.	Fco Arcilloso	Fco Arenoso	Franco	Franco	Fco Limoso	Fco Limoso
CE es dS/m	4.48	2.25	2.53	1.77	3.62	3.47
sales totales me/L	46.50	24.50				
HCO ₃ meq/l	10.00	7.00				
Cl meq/l	4.00	5.00				
SO ₄ meq/l	32.5	12.5				
Ca meq/l	26	12				
Mg me/L	12	7				
Na meq/l	8.0	5.5				
RAS	1.84	1.78				
M.O. %	3.49	0.56				
K ppm	104	92				

N° muestra	43	44	45	46	47	48
profundidad cm	0 - 40	40 - 80	0 - 40	40 - 80	0 - 40	40 - 80
pH	7.92	7.97	6.37	8.22	7.52	8.07
V.S. cm ³ %g	100	106	116	100	104	108
textura por V.S.	Franco	Fco Limoso	Fco Arcilloso	Franco	Franco	Fco Limoso
CE es dS/m	4.61	3.91	2.75	1.74	3.94	5.39
sales totales me/L	52.50	41.00			41.50	59.50
HCO ₃ meq/l	8.00	10.00			9.00	10.00
Cl meq/l	7.00	5.00			7.00	7.00
SO ₄ meq/l	37.5	25.8			26.5	42.6
Ca meq/l	26.4	22			20	27
Mg me/L	12	10			8	13
Na meq/l	14	9			13.5	18.5
RAS	3.20	2.25			3.61	4.14
M.O. %	3.64	1.44			4.01	0.83
K ppm	108	112			116	200



ANALISIS DE SUELOS

Solicitante: Sr Santiago Echevarría
Propietario: Derivados Vínicos S.A.
Ubicación propiedad: Palmira - San Martín - Mendoza
Motivo: Algunas evaluaciones fisico-químicas del suelo
Fecha de entrada: 10 - 03 - 08
N° de registro: 975

N° muestra	49	50	51	52	53	54
profundidad cm	0 - 40	40 - 80	0 - 40	40 - 80	0 - 40	40 - 80
pH	7.98	8.15	7.82	8.17	7.86	8.07
V.S. cm ³ %g	112	108	132	114	116	120
textura por V.S.	Fco Limoso	Fco Limoso	Fco Arcillo Limoso	Fco Limoso	Fco Arcilloso	Fco Arcilloso
CE es dS/m	3.29	4.94	3.96	4.22	2.59	4.61
sales totales me/L	35.50	56.50			27.50	53.50
HCO ₃ meq/l	8.00	6.00			10.00	5.00
Cl meq/l	6.00	8.00			4.00	8.00
SO ₄ meq/l	21.5	42.2			13.5	40.5
Ca meq/l	18.5	30.4			12.8	31.2
Mg me/L	7.5	12.5			12.8	10.0
Na meq/l	9.6	13.5			3.3	12.0
RAS	2.66	2.91			0.92	2.64
M.O. %	1.77	0.83			1.65	1.0
K ppm	136	140			92	134

N° muestra	55	56	57	58	59	60
profundidad cm	0 - 40	40 - 80	0 - 40	40 - 80	0 - 40	40 - 80
pH	8.03	8	7.43	8.06	7.99	7.52
V.S. cm ³ %g	114	124	106	132	108	106
textura por V.S.	Fco Limoso	Fco Arcilloso	Fco Limoso	Fco Arcillo Limoso	Fco Limoso	Fco Limoso
CE es dS/m	3.26	4.68	2.5	2.05	5.1	3.99
sales totales me/L					57.50	42.80
HCO ₃ meq/l					4.00	6.00
Cl meq/l					15.00	11.00
SO ₄ meq/l					38.5	25.8
Ca meq/l					27.5	24.5
Mg me/L					13.5	10
Na meq/l					15.5	8.5
RAS					3.42	2.05
M.O. %					1.53	0.41
K ppm					144	138

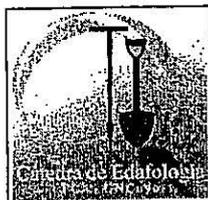


ANALISIS DE SUELOS

Solicitante: Sr Santiago Echevarría
Propietario: Derivados Vínicos S.A.
Ubicación propiedad: Palmira - San Martín - Mendoza
Motivo: Algunas evaluaciones fisico-químicas del suelo
Fecha de entrada: 10 - 03 - 08
N° de registro: 975

N° muestra	61	62	63	64	65	66
profundidad cm	0 - 40	40 - 80	0 - 40	40 - 80	0 - 40	40 - 80
pH	7.58	7.55	7.12	7.59	6.58	8.01
V.S. cm ³ %g	140	100	170	142	166	156
textura por V.S.	Arcilloso	Franco	Arcilloso	Arcilloso	Arcilloso	Arcilloso
CE es dS/m	1.78	3.03	3.64	3.84	4.11	1.98
sales totales me/L			41.40	45.60	47.20	21.70
HCO ₃ meq/l			9.00	9.00	10.00	2.00
Cl meq/l			5.00	4.00	5.00	4.00
SO ₄ meq/l			27.36	32.5	32.2	15.64
Ca meq/l			21.2	25.5	25.5	10
Mg me/L			10	10.6	15.5	6
Na meq/l			10.5	9.5	7.50	5.5
RAS			2.66	2.24	1.66	1.94
M.O. %			4.19	1.65	5.42	2.42
K ppm			90	130	112	130

N° muestra	67	68	69	70	71	72
profundidad cm	0 - 40	40 - 80	0 - 40	40 - 80	0 - 40	40 - 80
pH	7.63	7.99	7.10	7.68	7.99	7.92
V.S. cm ³ %g	142	140	126	108	156	92
textura por V.S.	Arcilloso	Arcilloso	Fco Arcilloso	Fco Limoso	Arcilloso	Fco Arenoso
CE es dS/m	2.54	2.22	2.18	3.04	1.83	4.28
Sales totales me(L			21.30	34.10		
HCO ₃ meq/l			7.00	4.00		
Cl meq/l			4.00	6.00		
SO ₄ meq/l			10.28	24.16		
Ca meq/l			11.5	20.5		
Mg me/L			5.5	7.5		
Na meq/l			4.5	6.5		
RAS			1.54	1.74		
M.O. %			3.48	0.35		
K ppm			82	116		



ANALISIS DE SUELOS

Solicitante: Sr Santiago Echevarría
Propietario: Derivados Vínicos S.A.
Ubicación propiedad: Palmira - San Martín - Mendoza
Motivo: Algunas evaluaciones fisico-químicas del suelo
Fecha de entrada: 10 - 03 - 08
Nº de registro: 975

Nº muestra	73	74	75	76	77	78
profundidad cm	0 - 40	40 - 80	0 - 40	40 - 80	0 - 40	40 - 80
pH	8.09	7.89	8.05	8.22	7.72	8.24
V.S. cm ³ %g	152	88	130	114	112	92
textura por V.S.	Arcilloso	Fco Arenoso	Fco Arcillo Limoso	Fco Limoso	Fco Limoso	Fco Arenoso
CE es dS/m	2.35	3.97	2.19	2.85	3.84	4.51
sales totales me/L			22.50	30.10		
HCO ₃ meq/l			3.00	3.00		
Cl meq/l			4.00	6.00		
SO ₄ meq/l			15.5	21.1		
Ca meq/l			10.5	13.5		
Mg me/L			4.5	6.5		
Na meq/l			7.5	10		
RAS			2.74	3.16		
M.O. %			1.3	0.24		
K ppm			72	90		

Nº muestra	79	80
profundidad cm	0 - 40	40 - 80
pH	7.9	7.83
V.S. cm ³ %g	140	100
textura por V.S.	Arcilloso	Arcilloso
CE es dS/m	3.51	3.42
Salas totales me/L		
HCO ₃ meq/l		
Cl meq/l		
SO ₄ meq/l		
Ca meq/l		
Mg me/L		
Na meq/l		
RAS		
M.O. %		
K ppm		

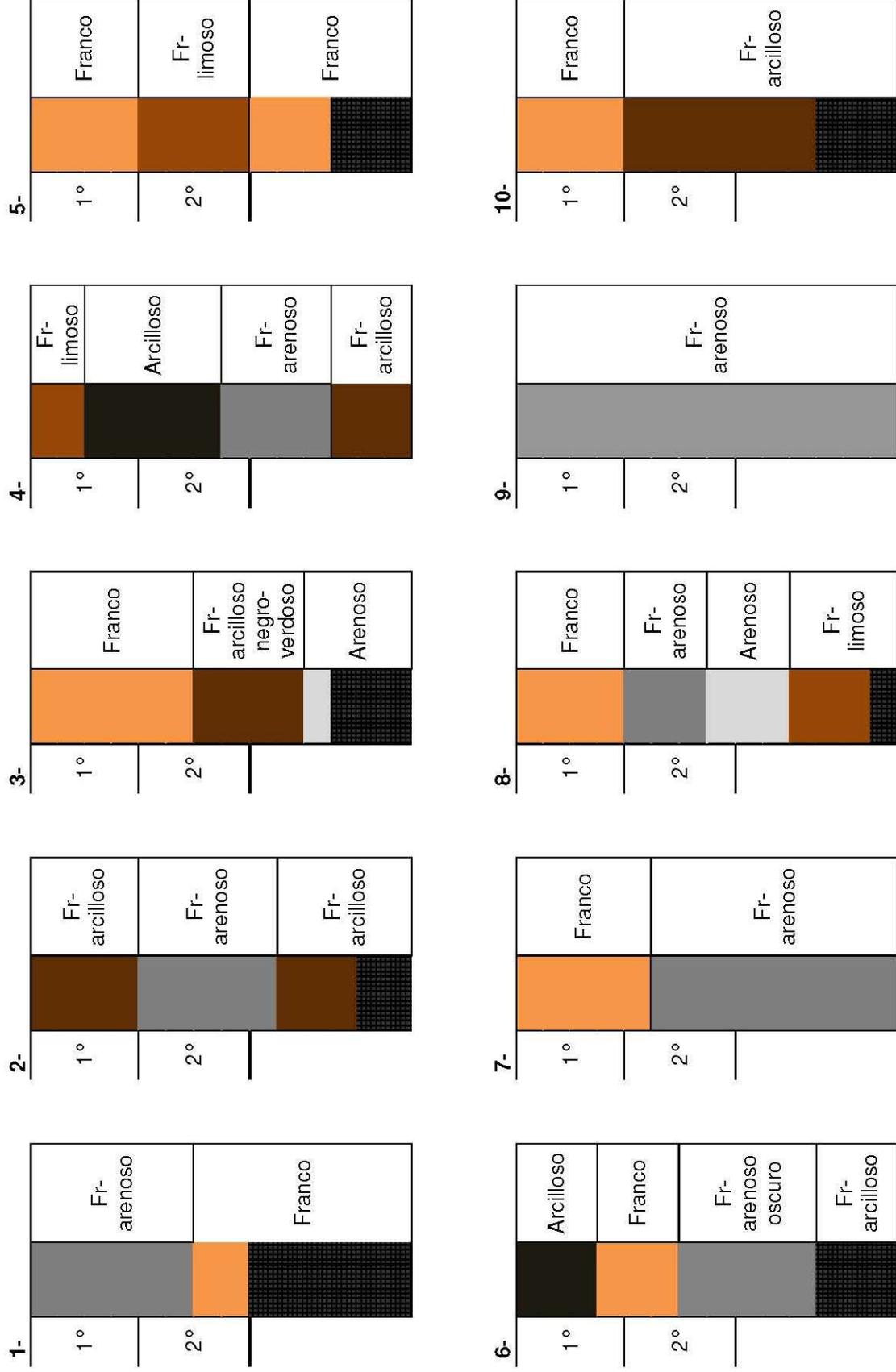
El Servicio Externo de la Cátedra no es responsable por el origen,
ni por la extracción de las muestras

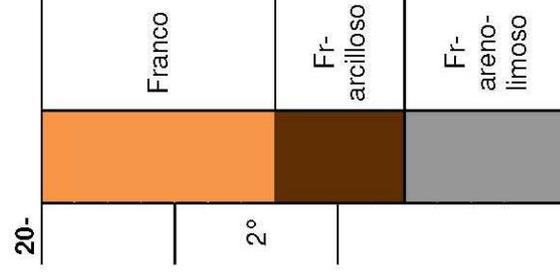
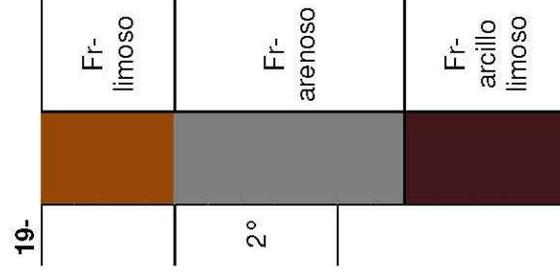
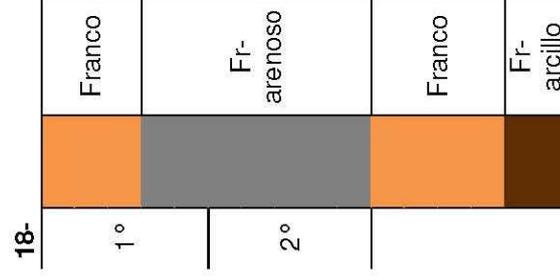
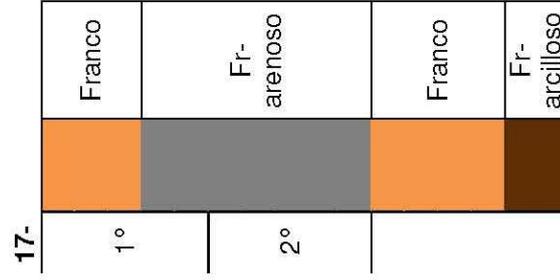
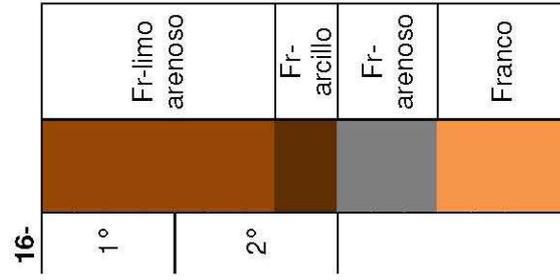
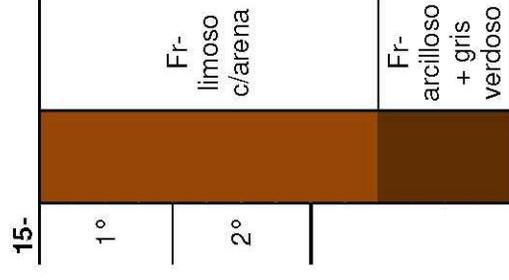
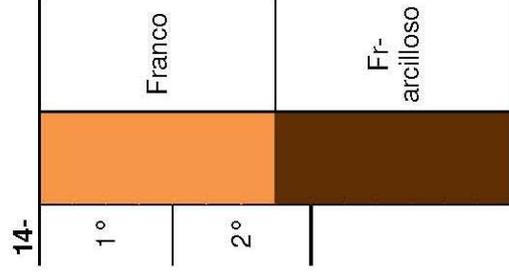
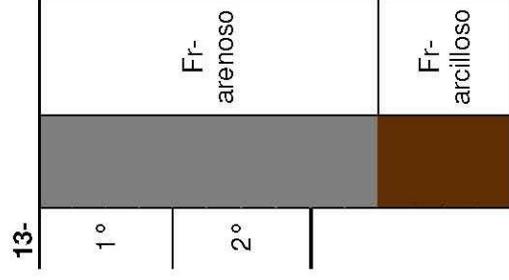
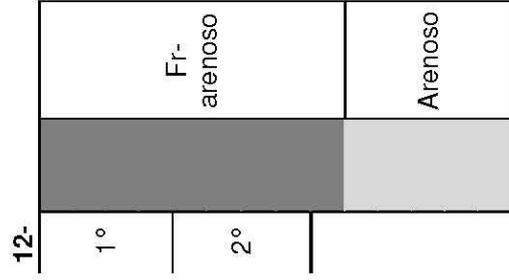
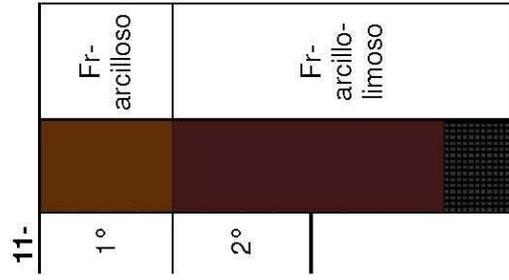
7.4. Anexo IV. Resultados mediciones de biomasa

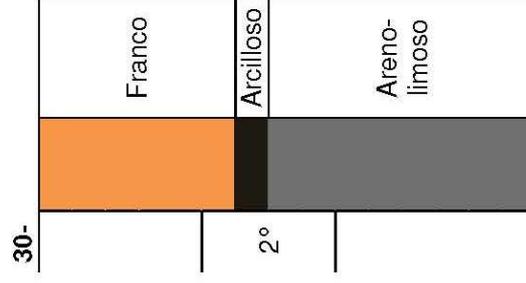
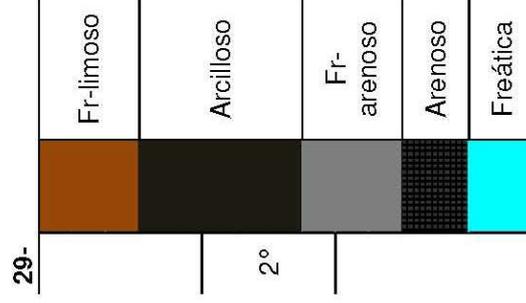
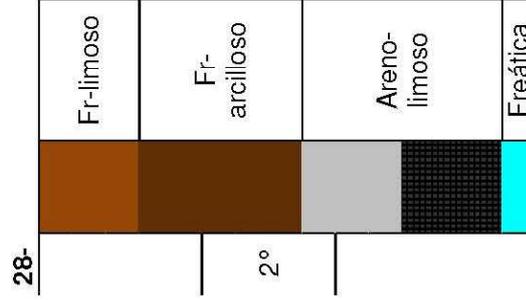
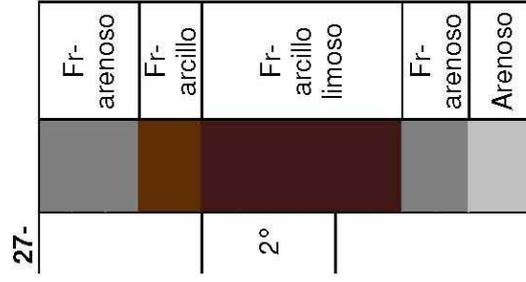
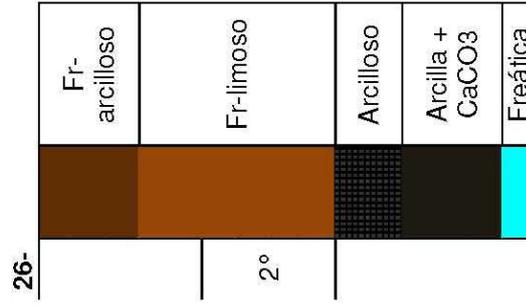
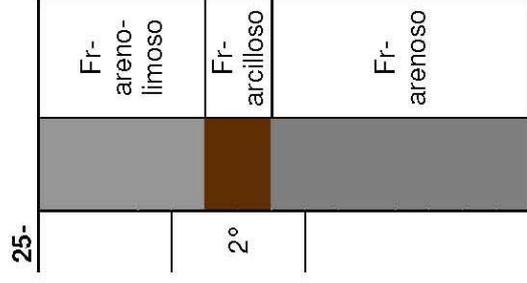
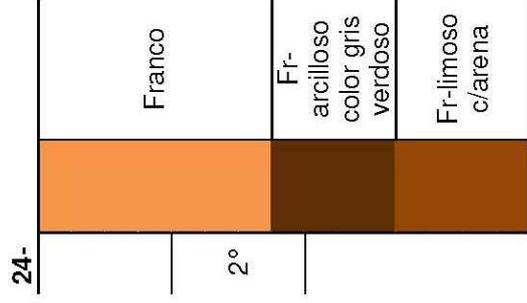
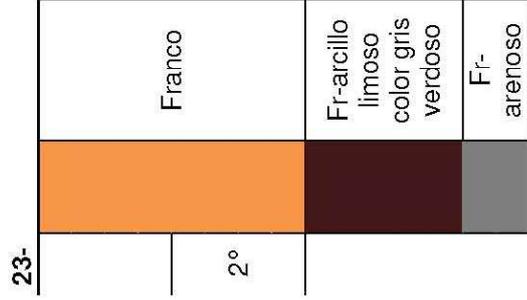
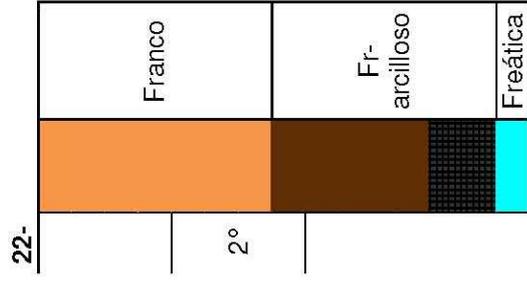
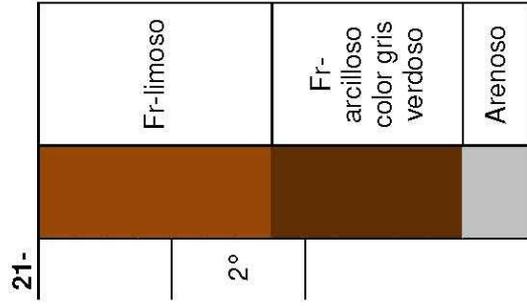
Productividad

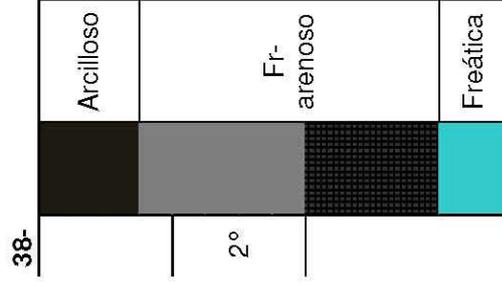
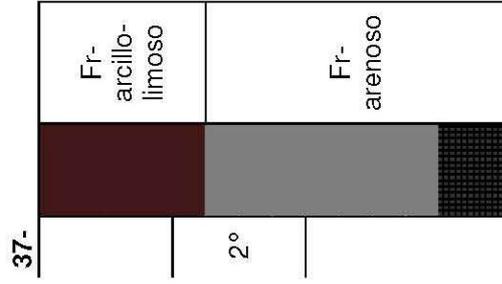
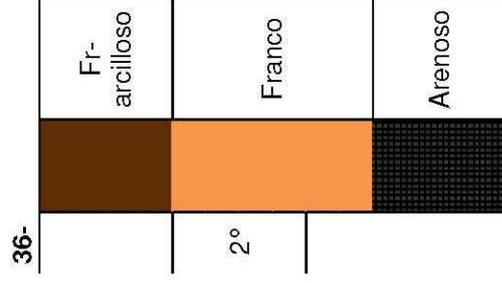
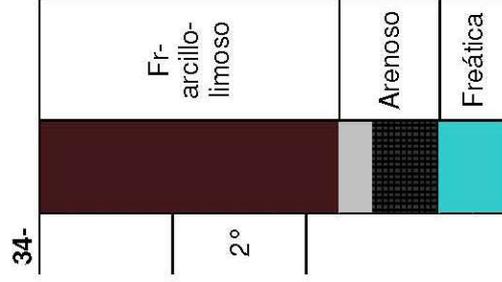
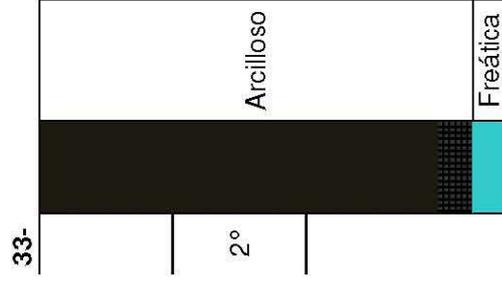
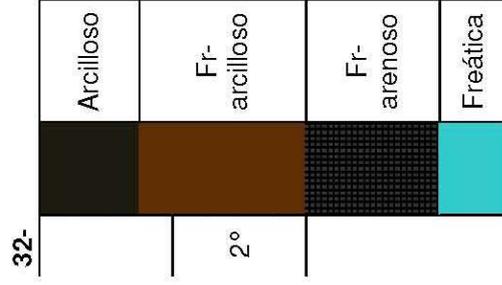
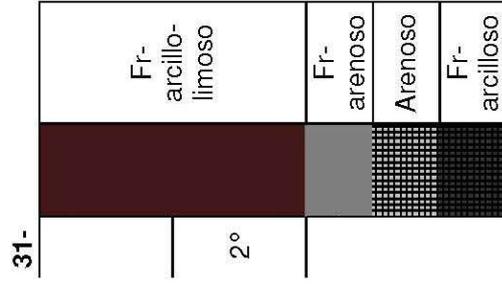
Cuartel	Edad	Sup.(ha)	Ind/ha	n	Dap medio(cm)	Tn media/ha	Tn media/ha/año	Tn cuartel
46	7	3.1	1067	3308	14	122.7	17.5	380.4
47	7	2.2	1100	2420	15.4	171.4	24.5	377.2
48	8	1.73	925	1600	18.1	222.7	27.8	385.3
49	9	1.95	950	1853	18.9	295.3	32.8	575.8
50	9	1.54	850	1309	17.6	191.5	21.3	295.0
53	8	0.8	1050	840	17.4	232.1	29.0	185.7
54	8	1.23	1325	1630	16.3	270.3	33.8	332.4
55	8	2	1200	2400	14.5	158.1	19.8	316.3
59	7	2.9	967	2804	16.9	193.6	27.7	561.3
60	7	3.1	1067	3308	15.8	205.4	29.3	636.9
61	9	3.7	1067	3948	17.5	260.4	28.9	963.4
62	9	4.4	1017	4475	17.6	257.0	28.6	1130.8
65	9	3.03	1200	3636	17.4	240.3	26.7	728.0
66	9	3.3	1233	4069	16.5	245.7	27.3	810.9
67	9	2.8	750	2100	16.7	165.8	18.4	464.2
68	9	1.96	750	1470	15.7	142.5	15.8	279.3
47o	8	0.9	400	360	17.9			
48o	8	0.8	350	280	17.8	86.8	10.9	219.6
67c	8	0.83	250	208	18.6			

7.5. Anexo V. Perfiles de suelo









7.6. Anexo VI. Fotografías



Foto 1: vista general del área de estudio desde el límite Este del AE.



Foto 2: vista general dentro de cuartel de densidad y Dap dentro de los valores medios.



Foto 3: Sector de individuos de débil anclaje derribados por el viento.



Foto 4: Ídem foto anterior.



Foto 5: Sector donde se observa la baja densidad de arboles, la acumulación de materia orgánica y la cobertura de malezas.



Foto 6: Ídem foto 1. Sitios señalados con círculos verdes en la figura 16.