## MEMORIAS

DE LA

# REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA

DE

# HISTORIA NATURAL

TOMO IV

#### MADRID

PASEO DE RECOLETOS, 20, BAJO
PALACIO DE BIBLIOTECA Y MUSEOS NACIONALES

1906

## LAS DUNAS DE GUARDAMAR

POR

#### D. FRANCISCO MIRA

Situación y cabida.—Se hallan estas arenas voladoras en la desembocadura del río Segura, en la provincia de Alicante, ocupando á lo largo de la costa del Mediterráneo de N. á S. una faja de 15.600 m. de longitud, con anchos que varían, según los sitios, desde 200 á 1.300 m.

La cabida de esta zona de arenas es de 846 hectáreas, de las cuales corresponden 674 al término de Guardamar y 172 al de Elche.

Forma toda esta zona una superficie continua, sólo interrumpida por el río Segura, que la atraviesa próximamente por su mitad, de O. á E., casi normalmente á la orilla del mar en el sitio de su desembocadura denominado La Gola.

El pueblo de Guardamar, que da nombre á estas dunas, se halla situado á la derecha del río Segura, á 2.500 m. de su desembocadura y 600 de la orilla del mar, del cual queda separado por dicha faja de arenas que llegan hasta las paredes del pueblo y han enterrado y destruído una porción de casas.

Origen.—Desde muy antiguo se han conocido arenas en toda la playa de Guardamar, ocupando una zona estrecha y con un avance imperceptible, hasta el extremo de que en 1829, al reconstruir dicho pueblo por haber destruído los terremotos el anterior, se emplazó en sitio más cercano al mar que el que ocupaba el destruído, sin temor de que, con el transcurso del tiempo, la arena de la orilla del mar, distante entonces unos 500 metros del pueblo, pudiera ser un nuevo peligro de destrucción.

Cuando el mar ha arrojado mayor cantidad de arenas á la playa, ha sido durante los últimos años, y la creencia general es la de que estas arenas son traídas al mar por el río Segura en sus frecuentes avenidas, desde que la ignorancia de una parte, y la imprevisión y la codicia de otra, talaron y roturaron grandes extensiones montuosas de su cuenca, dejando las vertientes sin la protección que presta el arbolado, y las tierras, por lo tanto, expuestas á los arrastres ocasionados por las lluvias de carácter torrencial, que tan frecuentes son en toda la cuenca de este río. Las tierras y arenas transportadas en dichas avenidas son en tan grande cantidad, que durante ellas aparece una considerable extensión del mar teñida de un color rojo-claro, y, efecto del depósito de estos materiales, avanza la costa en la desembocadura del río, formando la parte de ella entrante en el mar una especie de triángulo de muy ancha base y relativa poca altura.

Otro origen importante de arenas parece ser la disgregación continua ejercida por la erosión costera en el banco de arenisca blanca que constituye el subsuelo de toda esta parte de la ribera.

Las arenas existentes en el fondo del mar, removidas y puestas en suspensión á consecuencia de las tempestades, son arrojadas por las olas á la playa, en donde, desecándose con gran facilidad, son arrastradas tierra adentro por fuertes Levantes, con velocidades que dependen de la intensidad de estos vientos, de la pendiente que franquean y de las resistencias que se le oponen.

A medida que las arenas encuentran á su paso algún obstáculo, como matas, rocas ó pequeñas elevaciones del terreno, se detienen, acumulándose alrededor del obstáculo, formando pequeños montones, más ó menos redondos en su principio, que luego van ensanchándose y alargándose, dando lugar á grandes médanos que, en general, presentan, por la parte de tierra, pendientes rápidas de 40 y 60°, y por la del mar una rampa suave de 10 á 15° de inclinación que permite el ascenso de los granos de arena hasta la cúspide, y su caída luego por el lado de tierra, originando un movimiento de avance en la dirección del viento dominante.

Toda la orilla del mar, ocupada por estas dunas, aparece formada de una capa de arena perfectamente plana en toda su longitud, con ligera pendiente hacia el mar y anchos variables de 40 á 80 m.; á esta distancia de la orilla empiezan pequeños montones de arena de I á 2 m. de altura, de formas muy irregulares y con algunas matas de barrón; estos montones, á medida que se van alejando de la playa, aumentan en longitud, constituyendo largos médanos que se van sucediendo hasta el límite de las arenas con las tierras cultivadas. La dirección de estos médanos, con la de la playa, forma próximamente un ángulo de 35° SO., y su número y altura varían según los sitios, siendo en la orilla izquierda del río Segura, y frente al pueblo de Guardamar, donde adquieren mayores proporciones. En estos sitios, por haber alcanzado los médanos de reciente formación á otros anteriores, presentan diferentes ramificaciones, y es tan enorme la cantidad de arenas allí acumuladas, que resultan de un aspecto imponente.

Dejan entre sí estos médanos espacios de 30 á 70 m. de anchura por largos variables formando vallejos, en alguno de los cuales aparecen al descubierto pequeños manchones de tierra con alguna vegetación herbácea.

La generalidad de los espacios comprendidos por los médanos ofrecen el aspecto de inmensas sabanas de arena salpicadas de matas de barrón.

Las láminas ii y vii dan idea de los médanos y aspecto de estos arenales.

El espesor de tan extensa capa de arena es de 2 á 4 m. en los vallejos, y de 6 á 10 en las cumbres de los médanos y se asienta sobre un suelo cuya pendiente, excepción hecha de la ladera del monte Moncayo, contiguo á las dunas, es de 4 por 100 frente al pueblo de Guardamar y <sup>1</sup>/<sub>2</sub> por 100 en las cercanías del río Segura.

Avance.—No es fácil determinar con precisión el avance anual de estas arenas, diferentes según los sitios y años que se consideren, por falta de los datos necesarios para ello; esto, no obstante, y teniendo en cuenta los sitios hoy invadidos y las fechas aproximadas en que aún no lo estaban, no es aventurado calcular que este avance ha sido de unos 6 á 8 m., como término medio, para los sitios donde la arena tiene su mayor anchura y 2 á 3 m. en los demás.

Mem. R. Soc. esp. Hist. nat., IV, 1906.

Frente á la parte NE. del pueblo, desde 1.º de Enero de 1897 á principios de Junio de 1900, han adelantado 12 metros, 6 sean 3 metros y medio próximamente por año.

Caracteres.—Estas arenas son finísimas, de 2 á 5 décimas de milímetro, y su tamaño es menor cuanto más separadas están de la playa, correspondiendo las más gruesas á los sitios más alejados de la desembocadura del río, á uno y otro lado, en las partidas de El Pinet y de la Mata. Su color es amarillo rojizo claro, siendo el conjunto de un tono amarillento. Se observan en ellas granos completamente transparentes, semitransparentes y opacos y una pequeña porción de color obscuro; algunos de estos últimos ofrecen brillo metálico.

Todas estas arenas son calizo-cuarzosas, algo feldespático-arcillosas, coloreadas de rojo por el óxido férrico y con granillos de hierro magnético.

Su composición es la siguiente:

57,50	58,45
31,50	32,25
2,00	3,45
9,00	5,85
100,00	100,00
	31,50 2,00 9,00

Vegetación.—La vegetación de estos arenales es muy escasa; donde más se observa es en los alrededores de la desembocadura del río Segura y en algunos de los vallejos.

Crecen espontáneamente, entre otras especies, las siguientes:

Psamma arenaria R. et Sch.—Barrón.

Ononis Natrix L.; var. microphila Boiss.—Melera, mata marina. Ononis antiquorum L.

Euphorbia biumbellata Poir.—Lechera.

Pancratium maritimum L.—Azucena silvestre.

Helichryson Stæchas D. C.; var. cespitosum Wllk.—Siempreviva.

Carduus bourgeanus Boiss.—Cardo.

Convolvulus althæoides L.—Correguela.

Cyperus schoenoides Gris.-Margalló.

Solanum miniatum L.—Jazmín de sierra.

Solanum Sodomæum L.—Solimán, tomatera del diablo.

Tamarix gallica L.—Taray.

Funcus communis L.—Junco.

Phragmites communis Trin.—Carrizo.

De todas estas especies, la más abundante es el barrón y luego la mata marina, que forman pequeños rodales; de las demás, sólo se ven individuos aislados. Crecen bien en las arenas, aunque sin llegar á un gran desarrollo, la caña común, Arundo Donax L., y la pita, Agave americana L., puestas en algunos sitios del arenal por los propietarios confinantes, con el objeto de defender, en parte, los cultivos, retrasando el avance de la arena por el obstáculo que ofrecen estas plantas á su paso.

Aguas.—Todo el terreno comprendido por las dunas, carece de manantiales en la superficie, y en ninguna de sus porciones se ven aguas encharcadas, ni aun en época de lluvias; sólo cuando éstas son muy abundantes, en años excepcionalmente húmedos, forman algún charco en las cercanías del río Segura.

En medio de la arena existen algunos pozos con agua dulce, á poco más de I m. de profundidad, siendo el más importante el conocido con el nombre de Fuente del Rey, situado frente al pueblo y á 150 m. de la orilla del mar. Las aguas de estos pozos sirven para el consumo del pueblo, que las prefiere á las del río, por ser más limpias que éstas y tener buenas condiciones potables. Su nivel es próximamente el del mar, y son todas dulces, hasta en la misma orilla, en donde los pescadores, con poco trabajo, hacen pequeños hoyos para proveerse de agua durante los días de pesca. Proceden estas aguas de filtraciones de las lluvias, de la parte alta de los arenales y tierras inmediatas.

La humedad existe en las arenas á muy corta profundidad; excavando en la superficie, pronto aparece la arena húmeda, y como si estuviera mojada, observándose esta particularidad, tanto en los sitios donde el espesor de la capa de arena es grande, como donde es pequeño, lo mismo en las partes bajas que en las más altas, cerca ó lejos del mar, siendo, generalmente, esta profundidad de 8 á 12 cm., en los llanos, y 30 á 40 cm., en los

Mem. R. Soc. esp. Hist. nat., IV, 1906.

vértices de los médanos; hecho que se explica por la capilaridad de los granos de arena que les permite absorber el agua del fondo de las dunas.

Clima.—El clima de éstas es cálido y seco, sin grandes oscilaciones en la temperatura, por efecto de la proximidad del mar; el termómetro rara vez desciende por debajo de 0°, en cambio, llega á 40° á la sombra.

Las lluvias son muy escasas y casi nulas durante los meses de verano; por término medio llueven 250 á 300 mm., repartidos en treinta días, que es el número de los de lluvia al año.

Vientos.—Los vientos dominantes son los de Levante, que, impulsando la arena de NE. á SO., han dado lugar á los grandes cerros de la orilla izquierda del río Segura, en las paredes del pueblo de Guardamar y en las cercanías del caserío de la Mata.

También reinan vientos fuertes de otros cuadrantes, principalmente del O., que arrastran las arenas hacia el mar; pero su acción es de poca importancia desde el punto de vista que nos ocupa.

Para observaciones meteorológicas, hay instalados en las dunas termómetros de máxima y mínima, vaso evaporatorio, un pluviómetro y un anemómetro, y las observaciones están á cargo del mismo personal encargado de la vigilancia de los trabajos.

La evaporación media diaria es de 3 mm., en invierno, y 7 en verano.

En el anemómetro se han registrado, como máximos, 900 kilómetros de recorrido en un día.

Daños.—Los perjuicios que estas dunas ocasionan son de gran consideración y de verdadera gravedad. Las arenas que constantemente arroja el mar á la playa, impulsadas tierra adentro, por los fuertes vientos de Levante, siembran la destrucción y la esterilidad de los terrenos que encuentra á su paso, viéndose sepultadas extensas fincas, antes pobladas de higueras, viñas y hortalizas, que constituyen juntamente las tierras de más valor del pueblo. En las últimamente invadidas se ven muchas higueras que sólo asoman á la superficie las ramillas terminales de sus copas, las cuales van desapareciendo á medida que sube el nivel

de la arena, y acaban por secarse, no pudiendo resistir el efecto destructor de la arena que, caldeada por el sol, abrasa las hojas al caer sobre ellas lanzada por el viento.

Considerando que la zona de arena es, como ya hemos dicho, de cerca de 16 km. de longitud, y que las arenas tengan un avance de sólo 4 m. anuales, resulta que en cada año son destruídas é inutilizadas para el cultivo agrario 6 hectáreas, por lo menos, de buenas tierras pobladas de higueras y viñas, parte de las cuales son de regadío y de las más fértiles del término de Guardamar.

Esto, por lo que afecta á las tierras de cultivo; en cuanto á los edificios del pueblo, el daño no es de menos consideración, puesto que las arenas tienen invadida una manzana de casas, hallándose unas completamente sepultadas y otras con los techos destrozados y hundidos por el peso de la arena, que en su continuo movimiento de avance, hubiera concluído por destruir el pueblo, si á tiempo no se hubiera acudido á su defensa, fijando las arenas que más directamente lo amenazaban.

La lámina III representa una de las calles invadida por las arenas.

#### Trabajos que se están practicando.

Dos son los objetos que se persiguen con estos trabajos: primero, detener en la playa toda la arena que vaya arrojando el mar; segundo, sujetar la que hoy existe, para que no siga invadiendo los cultivos agrícolas, convirtiendo, al propio tiempo, en productiva toda la extensión ocupada por aquella.

Defensa.—El primero de dichos objetos se está consiguiendo con la construcción de la duna litoral, llamando así á la faja de arena comprendida entre el mar y un malecón formado de arena, convenientemente sujeto con vegetación, paralelo á la orilla y situado á cierta distancia de la misma. Este es el medio generalmente adoptado, tanto en España como en las demás naciones, para precaverse contra la invasión de las arenas que constantemente arroja el mar en la playa.

Para ello ha sido colocada una valla de tablestacas paralela á la orilla del mar, y á 70 m. de distancia del límite ordinario de

Mem. R. Soc. esp. Hist. nat., 1v, 1906.

las aguas. Las tablestacas empleadas son de madera de pino y tienen 1,50 m. de largo, 14 cm. de ancho y 3 cm. de grueso, terminadas por un extremo en punta para clavarlas en el terreno.

La colocación la hacen tres obreros, abriendo uno la zanja, de 40 cm. de profundidad, y clavándolas los otros dos, á golpe de mazo, 20 cm.; quedan enterradas en la arena 60 cm., y se deja entre ellas un espacio de 2 á 3 cm. para dar paso á la arena que ha de formar el talud interior de la duna litoral.

Las tablestacas se elevan antes que lleguen á enterrarse por completo, valiéndose para ello de un sencillo aparato, consistente en una abrazadera de hierro, que se ajusta á la cabeza de la tablestaca; esta abrazadera lleva una palanca á cada lado, de forma acodada, insertas por el centro á la abrazadera y movibles en el punto de inserción; los extremos superiores de estas palancas apoyan y sujetan á presión la tabla, y los inferiores van unidos á dos cadenas que terminan en una argolla, por la cual pasa una fuerte palanca de madera de 2 m. de larga; manejan este aparato dos obreros que elevan las tablestacas, una á una, con gran facilidad, y á fuerza de puños ó de hombros, según los casos.

Las tablestacas se procura queden siempre enterradas la porción necesaria, unos 60 cm., para evitar que el choque del viento las desentierre y las haga caer.

Actualmente empleamos las cañas, en vez de las tablestacas, para la formación de la duna litoral, por resultar de este modo más económica la construcción y conseguir el mismo resultado que con las tablas.

Los cañizos se forman de unos 80 cm. de ancho, por unos 3 m. de largo, que es próximamente la longitud de las cañas que se usan, y colocándolos horizontalmente, sujetos á piquetes de madera de 1,50 m. de largo y 5 × 3 cm. de grueso, distanciados entre sí 3 m., queda constituída la valla, la cual, una vez cubierta de arena, se recrece con otros nuevos cañizos, por lá dificultad de elevar los enterrados, utilizándose en ellos los mismos piquetes de madera; para lo que se elevan en igual forma que las tablestacas.

El coste del metro corriente de valla de tablestacas es de 4,27 pesetas, y el de cañizos 0,40.

La lámina IV, da idea de la colocación del tablestacado y manera de elevarlo, y la lámina v representa los cañizos que se usan en la formación de la duna litoral en sustitución de las tablestacas.

A medida que va subiendo esta especie de trinchera ó malecón de arena, se va fijando con plantaciones de barrón en hoyos dispuestos en triángulos, separados unos de otros medio metro; en cada hoyo se colocan tres ó cinco tallos de barrón á vida, ó sea con las raíces necesarias para que siga viviendo.

La altura de la arena en los sitios donde primero se colocó la valla, es de unos 3 m. sobre el piso primitivo; la arena acumulada sobre la valla sube próximamente de ½ á 1 m. por año, según la fuerza y frecuencia con que reinen los vientos de Levante, agentes de la salida de las arenas del mar á la playa.

Por este procedimiento de sucesivas elevaciones puede darse á la duna litoral la altura que se desee.

No están conformes los forestales que se han dedicado á esta clase de trabajos, respecto de la altura que deba darse, variando ésta desde 6 á 20 m., según las condiciones del sitio donde se opere: nosotros nos proponemos dar la que prácticamente resulte más conveniente conforme á los efectos que se vayan observando á medida que aumente su elevación. Una vez alcanzada la necesaria elevación, se la mantendrá por medio de plantaciones más espesas de barrón, y con ellas, sin necesidad de nuevas vallas, se irá deteniendo toda la arena que siga saliendo á la playa, aumentando el ancho de la trinchera y ganando con ello terreno al mar.

Desde el año 1900, en que comenzaron los trabajos, hay formados 9 km. de valla; el primero con tablestacas y los demás con cañizos, y hasta la fecha se viene obteniendo el resultado que se deseaba; queda detenida al pie de la valla á uno y otro lado toda la arena que arroja el mar, formando un prisma triangular con una pendiente suave por la parte del mar y más fuerte por la parte de tierra.

Fijación y repoblación.—Para dar la fijación de las arenas hemos empleado las siembras de barrón, Ononis, tomatera del diablo, avena, Avena sativa L., y cebada, Hordeum vulgare L., con-

Mem. R. Soc. esp. Hist. nat. IV, 1906.

venientemente defendidas contra el movimiento de la arena por los procedimientos que explicaremos. Para la repoblación con especies arbóreas hemos empleado en siembras, el pino piñonero, P. Pinea L., el carrasco, P. Halepensis Mill, y el rodeno, P. Pinaster Sol.; en plantaciones hemos usado los dos primeros pinos, en grande escala; y en corto número, y por vía de ensayo, han sido empleadas las especies siguientes:

Ailanthus glandutosa Desf.
Acacia lophanta Wild.
Robinia Pseudo Acacia S.
Cupressus horizontalis Mill.
C. macrocarpa Hartw.
Nicotiana longiflora Cav.

Tamarix Gallica L. y diferentes clases de Eucalyptus, Casuarina y otras especies frondosas.

Siembras.—Se hacen abriendo un obrero con un rastrillo de madera, que lleva seis púas de hierro de forma triangular, de 10 centímetros de largo por 5 de ancho en la base, separadas una de otra 20 cm., seis surcos, en los cuales se echa semilla de las tres clases de pino ya citadas, alternando con la de barrón, cebada y avena; después se esparce á voleo la semilla de Ononis y tomatera del diablo y se pasa el rastrillo vuelto del revés para enterrar la semilla, procediendo en seguida á fijar la superficie de la arena para defender la siembra contra la acción del viento que, sin esta operación, movería las arenas, enterrando demasiado las semillas en unos sitios y desenterrándolas y arrastrándolas en otros.

Hemos usado distintos sistemas de defensa, consistentes en el empleo de ramaje tendido; ramaje hincado, matas de barrón, juncos, etc..., tendidos; plantaciones de barrón á tresbolillo, separadas las matas medio metro; plantaciones de barrón en líneas paralelas y en líneas cruzadas en ángulo recto, y, por último, con vallas de cañizos de I m. de altura, lámina v, formando cuadros de 20 metros de lado.

De todos estos procedimientos, los que mejor resultado han

dado son los dos que actualmente venimos empleando y vamos á describir:

1.º El método de Bremontier, usado en Francia en la repoblación de las Landas de Gascuña, consiste en cubrir el terreno con ramaje, tendiéndolo de forma que los troncos de las ramas miren hacia el viento dominante. Las ramas que hemos empleado son de pino carrasco, tienen metro y medio de largo y se invierten por hectárea 400 á 800 haces de 20 kg. de peso, según los sitios; se emplean 800 haces en aquellos en que la mucha pendiente de los médanos y estar más expuestos á la acción de los vientos, exigen una defensa más completa; en los demás sitios, se gasta menos ramaje.

Este se adquiere por contrato, y cuesta puesto en el arenal á 60 céntimos el haz de 20 kg. de peso.

La lámina vi representa un grupo de operarios sembrando y tendiendo ramaje.

Las láminas vII y VIII son dos fotografías de un mismo sitio tomadas antes, y un año después de hacer la siembra y defenderla por este procedimiento; en ella se distinguen muy bien las ramas de pino, ya casi desprovistas de la hoja, y las matas de melera (Ononis) que con las de barrón, que por su poco desarrollo apenas se perciben en el primer año, sujetan perfectamente la superficie de la arena.

2.º El método que, según nuestro apreciable compañero don Javier de Ferrer, puede llamarse sistema ampurdanés, porque desde ignorada fecha lo emplearon los naturales del Ampurdán para impedir en las viñas el movimiento de las arenas procedentes de las dunas del Golfo de Rosas. Consiste este procedimiento en servirse de líneas de barrón paralelas á las de las cepas y perpendiculares á la dirección de los vientos dominantes.

Nosotros empleamos estas líneas paralelas de barrón distantes entre sí 2 m., y perpendiculares á la dirección NE. que es el viento dominante, cruzándolas en ángulo recto con otras, separadas entre sí 3 m.; queda de este modo dividido el terreno en rectángulos de 2×3 de lado, y defendido de una manera más completa de la acción de los vientos, cualquiera que sea la dirección en que soplen.

La cantidad de barrón invertida por hectárea en esta forma, es de unos 500 haces de 20 kg. de peso. El barrón se coge en las mismas dunas, y el coste del haz oscila entre 15 y 25 céntimos, según que abunde más ó menos en los rodales de donde se recoge y según la distancia de estos rodales al sitio de los trabajos. El coste medio por hectárea de plantación del barrón es de 90 pesetas.

Con los dos procedimientos empleamos la tierra, esparciéndola en pequeñas cantidades en las líneas que deja el ramaje y en los cuadros que forman las líneas de barrón; esta tierra se adhiere á la superficie de la arena y contribuye mucho á su fijación; su empleo está dando un resultado muy satisfactorio, por cuanto con ella ha podido disminuirse las cantidades de ramaje y barrón empleados en la protección de las siembras y plantaciones, reduciéndose con ello el coste de la unida dde obra.

La cantidad de tierra esparcida por hectárea varía de 20 á 30 metros cúbicos; se toma de los vallejos de las dunas y de las tierras cultivadas inmediatas, y el coste por hectárea oscila entre 20 á 80 pesetas, según la cantidad que se emplee y lo lejos del transporte.

Las láminas ix y xi dan idea del sistema de líneas de ba-

El primero de los métodos descritos tiene la ventaja de que el ramaje protege con su sombra las plantas jóvenes, conserva mejor la humedad del suelo, y sirve de abono á medida que con el tiempo se va descomponiendo. En cambio, el segundo resulta más económico que el primero, aun empleando, como viene haciéndose, el barrón á vida, que exige mayores cuidados en el arranque y plantación.

Usamos el primer procedimiento en las siembras de los médanos de pendientes muy fuertes, donde la arena está muy suelta y es difícil hacer las plantaciones de barrón; en todos los demás terrenos de pendientes poco pronunciadas, donde no se necesita una protección tan completa, se hace uso del barrón; también en esta clase de terrenos nos servimos del ramaje cuando escasea la planta de barrón.

La cantidad de semilla empleada por hectárea es la siguiente:

	Kilogramos.
Pino piñonero	10
Idem carrasco	4
Idem rodeno	5
Barrón	4
Melera (Ononis)	4
Avena	8
Cebada	8
Tomatera del diablo	0,25

Se echa en abundancia la semilla por la mucha que destruyen los pájaros y ratones.

Las siembras se hacen desde principios de Octubre á fines de Marzo.

De las plantas protectoras, empleadas para la fijación, las que mejor resultado están dando son el barrón y la melera (Ononis); ésta última alcanza en el primer año un desarrollo de medio metro de altura y ensancha mucho su vuelo, ejerciendo una defensa muy completa contra el viento; por sus profundas y abundantes raíces y su buen crecimiento, esquilma y deseca el suelo, habiéndose observado que en los sitios donde abunda llega á descender la capa húmeda de la arena en verano á I m. por debajo de la superficie, mientras en los sitios donde no se encuentra esta especie se halla la humedad á unos 30 cm. Por esta causa, desde el segundo año de su siembra, se aclaran estas matas, arrancando las que están cerca de los pinos, de suerte que, sin dejar indefenso el suelo, perjudiquen lo menos posible á los que están próximos á ellas.

El barrón no esquilma ni deseca tanto el terreno, per lo cual se tiende á fomentar su desarrollo á medida que se disminuyen las matas de melera.

La cebada y avena se ponen como auxiliares del barrón y la melera para fijar la arena durante los primeros meses de la siembra, en que estas últimas plantas, por su corto desarrollo, no ejercen con la eficacia necesaria dicha fijación.

De la tomatera del diablo quedan muy pocos ejemplares. Ade-

Mem. R. Soc. esp. Hist. nat., IV, 1906.

más de las referidas especies se han ensayado, si bien con poco éxito hasta la fecha, la esparceta, *Hedysarum humile* L.; la retama, *Retama sphærocarpa* B.; la aliaga, *Ulex europaeus* L.; el enebro, *Funiperus Oxycedrus* L.; la sabina, *Funiperus Sabina* L.; y seguiremos ensayando otras varias.

Las tres especies de pinos nacen muy bien; pero efecto de la fuerte desecación que sufren las arenas durante el verano, mueren muchos, y los que quedan, crecen más raquíticos que los de plantación. El piñonero se desarrolla con más lozanía que el carrasco en la arena pura; en cambio, el carrasco crece con mayor rapidez, sobre todo en los terrenos donde, por ser poco el espesor de la capa de arena, alcanzan pronto sus raíces la tierra vegetal.

El pino rodeno vive muy bien durante los tres primeros meses; pero mueren la mayor parte en los dos primeros años por causa, en nuestro concepto, de lo muy calizas que son estas arenas. En los terrenos sembrados se plantan líneas de caña común aisladas entre sí 50 metros y perpendiculares al viento NE. Se hacen estas plantaciones con dobles líneas de trozos de rizomas separados 40 cm., y también enterrando cañas enteras recién cortadas á lo largo de zanjas de 15 cm. de profundidad; el objeto de estas líneas es poner obstáculos al viento para debilitar su acción sobre la superficie movible de la arena.

Corta-fuegos.—Para que sirvan de corta-fuegos se dejan tajas de 15 m. de ancho, que se extienden desde la playa hasta los cultivos agrícolas en dirección perpendicular á los vientos dominantes y á 400 m. de distancia unas de otras. Estas fajas se sujetan con plantaciones muy espesas de la especie denominada vulgarmente llorona ó balsamina; en Guardamar la llaman matacuchillo, parece ser el Messembryanthemum crassifolium L., de tallos algo duros, rastreros y cubiertos de hojas carnosas de tres aristas ó semicilíndricas; arraigan con mucha facilidad y se extienden por el suelo cubriéndolo con un espeso manto de verdura; es una de las plantas más eficaces para sujetar la arena y que resiste muy bien el calor y la escasez de lluvias de estas dunas; sin embargo, debe usarse con mucha precaución y sólo en aquellos sitios donde no hayan de obtenerse

otras especies, pues invade y esquilma el terreno hasta el punto de ocasionar la muerte de los pinos y demás vegetales poco fuertes que estén al alcance de sus raíces, las cuales se extienden 4 ó más metros alrededor de la planta. Por esta razón, sólo la empleamos en los corta-fuegos ó en la fijación de los taludes de los caminos y de las inmediaciones del pueblo.

La lámina ix representa un talud sujetado con líneas de barrón y tallos de mata llorona; la fotografía se tomó al año de plantar los tallos; éstos tenían al plantarlos 30 cm. de largo y se enterraron 10 á 15 cm. en la arena.

Viveros.—Para las plantaciones se obtienen las plantas de viveros hechos en las mismas dunas; hay dos de riego en arena pura, y dos de secano situados en pequeños rodales de tierra, de la que queda al descubierto en algunos vallejos.

En los primeros, se prepara el suelo en forma análoga á la que se practica en la provincia de Cádiz en el cultivo de las arenas por el sistema llamado de navazos. Los hemos situado en los puntos más bajos del arenal, á I m. próximamente sobre el nivel del mar, y á 200 m. de distancia de la orilla, son de forma rectangular y tienen en junto 75 áreas de cabida.

Están divididos en grandes cuadros por caminos de 1,50 metros de ancho; estos cuadros están divididos á su vez en albitanas ó tablares de 1,50 m. de ancho por 10 de largo, separados por sendas de 70 cm. que se afirman con una ligera capa de tierra. La lámina x representa un vivero de pinos piñoneros y carrascos, hecho en arena pura.

En el centro de los cuadros se han construído para los riegos pozos, con piedra y mortero hidráulico de 2 y 3 m. de profundidad y 1,50 y 2 m. de luz; el agua la tienen de 0,70 á 1 metro de la superficie, y rinden desde 3 á 8 m.³ por hora, según la estación y las dimensiones del pozo.

Hállanse estos viveros de riego rodeados de una valla de cañizos que les sirven de cerramiento y de abrigo contra los vientos; abrigo que, por la parte exterior de los cañizos, se completa con plantaciones de taray, cipreses y caña común.

Los tablares se preparan para la siembra poniendo tres cuartos de metro cúbico de estiércol por área de cultivo; en el pri-

Mem. R. Soc. esp. Hist. nat., IV, 1906.

mer año de siembra se mezcló con la arena además del estiércol I m.<sup>3</sup> de buena tierra vegetal por área.

Las siembras se hacen con tablas marcadoras de 1,50 m. de largo por 20 cm. de ancho y 2 de grueso, con dos filas de agujeros separadas 10 cm.; en cada hoyito se ponen dos piñones de pino piñonero y tres á cinco cuando se emplea el carrasco 6 rodeno.

Hasta que nace la semilla se dan los riegos con regadera, y cuando las plantas están algo crecidas se riegan á manta, elevando el agua de los pozos con una bomba transportable aspirante-impelente.

Los riegos se practican cada ocho ó quince días, disminuyéndolos á medida que las raíces van ahondando en la capa húmeda del suelo.

También se han empleado para las plantaciones macetas de 12 y 21 cm. de altura por 10 á 12 de luz en la boca y 3 en la base. Se llenan con una mezcla por partes iguales de arena, tierra y estiércol, y se colocan enterradas en los tablares para facilitar su riego. Cuestan estas macetas 7 céntimos las pequeñas y 10 las mayores puestas en las dunas. En ellas se crían las plantas hasta tener un año de edad y sirven durante muchos años hasta que se rompen.

El desarrollo de las plantas en el vivero, desde Febrero, época de la siembra, á Diciembre, es de 15 á 20 cm. en los pinos piñoneros y 10 á 15 los carrascos y rodenos; las acacias, ailantos, casuarinas y cipreses alcanzan alturas de 20 á 60 cm., y los eucalyptus llegan en el primer año de <sup>1</sup>/<sub>2</sub> á 1 m. de altura; las palmeras, *Phænix dactylifera* L., tienen un crecimiento muy lento, unos 4 cm. de tallo en el primer año.

Las estacas de plátano, Platanus orientalis L. y chopo, Populus nigra L., han dado vástagos de 1,50 m. en el primer año.

Los viveros de secano se preparan dividiéndolos en tablares de igual forma que los descritos, y después de darles dos cavas de 40 cm. de profundidad, se siembran con especies que resisten bien la falta de riegos; la tres clases de pinos citadas, la palmera común, el algarrobo y ciprés horizontal crecen bien en esta clase de viveros.

Plantaciones.—Se hacen abriendo hoyos de 60 cm. de profundidad por 30 de ancho, separados unos de otros 2 y 3 metros; en cada hoyo se pone una sola planta; se entierran algo más que las plantaciones que ordinariamente se hacen en tierra, y se aprieta la arena del hoyo, pisando suavemente alrededor de la planta; generalmente no se riegan más que las especies delicadas cuando se ponen en sitios poco húmedos.

Se practican las plantaciones desde Octubre á Marzo, cuando la arena tiene bastante humedad por lluvia reciente y aprovechando, cuando es posible, los días nublados.

Por ahora sólo se hacen plantaciones en los vallejos y en los sitios menos accidentados del arenal. En las fuertes pendientes de los médanos no se practicarán hasta más adelante, cuando se suavicen los taludes, pues se observa que, aun en los mejor poblados de vegetación, hay cierto movimiento de arena desde la cumbre á la base, efecto de la fuerte desecación y mucha soltura que adquiere durante el verano, el cual descalza y ocasiona la pérdida de los pinos.

Las plantaciones se hacen unas veces sobre terrenos ya fijados con anterioridad, y otras directamente sobre arenas que aún no han sido fijadas; en este último caso se protegen por los mismos procedimientos que las siembras, empleando el ramaje tendido ó las líneas de barrón.

Las plantas se ponen generalmente de un año, exceptuando los pinos cultivados en tablar, que se emplean de dos años porque la mayor longitud de su tallo y raíces consiente colocarlos más hondos, y, por lo tanto, en mejores condiciones para no perder la humedad durante el verano y que soporten los calores.

Como ya hemos dicho antes, se han plantado en gran escala pinos piñoneros y carrascos, por ser los que, hasta la fecha, resisten mejor las condiciones de estas dunas. De las demás especies citadas se han plantado, por vía de ensayo, un corto número, observándose que en los sitios húmedos abrigados del viento, y donde el espesor de la capa de arena no es muy grande, crecen bien los cipreses horizontal y macrocarpa, los Eucalyptus globulus, rostrata, robusta, resinifera, amygdalina, colossea y occidentalis, la Acacia lophanta, el ailanto y las Casuarina Cumingania-

na, quadrivalvis, glauca y tenuissima, la Nicotiana longiflora y el algarrobo, Ceratonia Siliqua L.

Nos proponemos continuar los ensayos con diferentes especies para elegir entre ellas las que la práctica aconseje.

Se han ensayado los abonos minerales, y el que mejor resultado nos ha dado ha sido el nitrato de sosa; en los viveros se pusieron 30 gr. por metro cuadrado de tablar, y fuera de ellos 10 gramos por pino de dos y tres años de edad; se puso este abono en Mayo, observándose á los pocos días que las plantas amarillas y raquíticas adquirían un color verde obscuro y un gran vigor.

Los vientos de Levante, cuando son fuertes, producen en las especies arbóreas por la parte donde lo reciben, una acción análoga á la de la helada, secando las hojas y tallos tiernos de la planta; este efecto es tanto mayor cuanto más cerca se está del mar y no es igual en todas las especies; así el taray y los pinos resisten mejor que los ailantos, casuarinas y Eucalyptus; el ciprés horizontal y el pino piñonero son los que más soportan estos efectos. Cuando los árboles crecen al abrigo de algún médano, de los cañizos ó lejos del mar, á unos 300 metros de su orilla, casi no se notan estos efectos, y confiamos en que irán disminuyendo á medida que con la elevación de la trinchera de la duna litoral pierdan fuerza los vientos y depositen en ella las substancias salinas que llevan en suspensión, los días de fuertes temporales, en los que las olas, al chocar en la playa, producen una lluvia menuda y espuma que, recogida por el viento, es lanzada luego sobre la primer zona que encuentra á su paso.

La principal dificultad que ha de vencerse en estos trabajos de repoblación es la escasez de lluvias; por esta causa, y lo muy cálido del clima, se deseca el suelo en verano hasta 0,30 y I metro de profundidad, muriendo las plantas cuyas raíces no han alcanzado dicha longitud.

La temperatura de la arena en la superficie llega en estío á 43°, cuando al aire libre y á un metro de la superficie señala el termómetro á la sombra 35°.

La lámina xi representa plantaciones de pinos defendidos con líneas de barrón, y la lámina xii otras protegidas con ramaje tendido. Las zonas, objeto de los trabajos de fijación, se limitan al terminar la campaña de cada año con una valla de cañizo que sirve de cerramiento y, al propio tiempo, de abrigo contra el viento, impidiendo, además, la entrada de la arena no sujeta á los terrenos que han sido sembrados; al reanudar al año siguiente los trabajos se quitan las vallas por la parte colindante con las arenas que se van á fijar.

El orden de los trabajos es de N. á S. en la misma dirección de los vientos dominantes, por zonas paralelas que se extienden desde la playa al interior.

El coste medio á que resulta la hectárea de fijación y repoblación de los médanos por el sistema de siembras, incluyendo toda clase de gastos, de jornales y materiales, es de 450 pesetas cuando se emplea el ramaje de pino, y de 250 cuando se emplean los cuadros de barrón.

En los vallejos, donde está la arena casi sujeta por la vegetación espontánea, resulta el coste de la hectárea de siembra con piñones á golpe y completar su fijación á 50 pesetas.

Tratándose de las plantaciones de pinos de uno y dos años de edad, en terrenos ya defendidos ó fijados, y siendo de 1.600 el número de hoyos ó pinos puestos por hectárea, resulta el coste de ésta á 65 pesetas, incluyendo en esta cifra los gastos de obtención de los pinos en el vivero y su transporte al lugar de la plantación.

Cuando se emplean plantas criadas en macetas, resulta algo más cara la hectárea de plantación, por el mayor gasto del transporte de macetas y por el tiempo que se consume en extraer de ellas las plantas.

Caminos.—Como trabajos auxiliares de los de fijación y repoblación, para facilitar el movimiento y transporte de materiales, se ha construído á través de las dunas, un camino desde el pueblo al mar en una longitud de 600 m.; dos á los viveros y uno á la fuente denominada del Rey; estos tres últinos miden, en junto, 2.120 m. de longitud.

Se les ha dado la anchura con arreglo á las necesidades que cada uno ha de llenar; la del primero es de 8 m. por el mucho tránsito que tiene de personas y carruajes; el de la fuente del

Mem. R. Soc. esp. Hist, nat., IV, 1906.

Rey, de donde se abastece de agua potable el pueblo de Guardamar, tiene 5 m. y los de los viveros 3 m.

Estos caminos están limitados por líneas de barrón en unos sitios y por piteras en otros, y exceptuando el primero, que ha sido afirmado con una capa de 20 cm. de piedra machacada, los demás se han afirmado con una capa de tierra de 10 á 20 centímetros de espesor.

Los taludes, que en algunos sitios forman estos caminos, se han fijado con plantaciones de la citada mata llorona.

Resultados.—Los trabajos comenzaron en 1900, siendo hasta la fecha muy satisfactorios los resultados obtenidos, pues no obstante la novedad de esta clase de operaciones y las grandes sequías sufridas durante los cinco años que llevamos al frente de ellos, se ha conseguido la completa fijación de 140 hectáreas, de las cuales se han hecho plantaciones, principalmente de pinos, en 28 hectáreas, viéndose hoy cubiertos de vegetación y perfectamente sujetos los mayores cerros de arena que, situados frente al pueblo, amenazan sepultarlo.

Con la valla para la formación de la duna litoral se está deteniendo en la playa toda la arena que arroja el mar en los 9 kilómetros que aquella está colocada, evitando que dicha arena siga su avance hasta las tierras cultivadas.

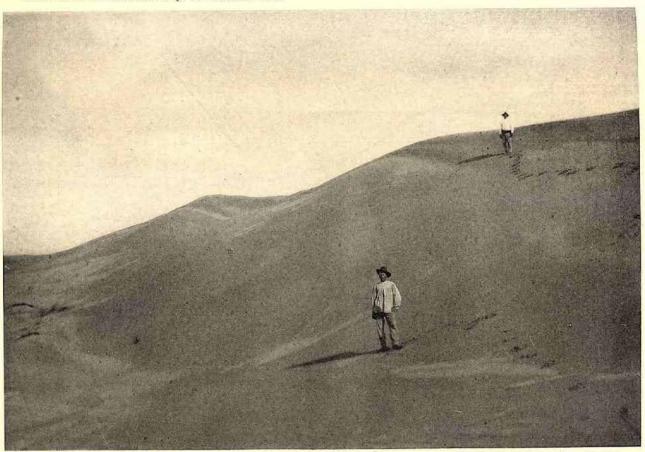
Los caminos abiertos á través del arenal, á la vez que han satisfecho necesidades de los trabajos, han facilitado á los vecinos de Guardamar el ejercicio de la pesca, que es uno de los principales medios de vida de este pueblo. Antes se encontraban aislados de la playa por grandes montones de arena, imposibles de atravesar con carros y muy penosamente á pie, haciéndose la saca del pescado con suma dificultad, mientras que ahora llegan los carros á la misma orilla del mar y pueden recorrer fácilmente la playa.

Al pie de la barrera de arenas situadas frente al pueblo, se reunían las aguas de lluvia de éste, y, cuando eran abundantes, ocasionaban la inundación de las casas inmediatas, que hoy están libres de este peligro por la salida que se ha dado á las aguas por las cunetas del camino construído desde el pueblo á la playa.

Los vecinos de la localidad, que antes dudaban de que pudiera contenerse la marcha invasora de los médanos, tienen ya tal
confianza en su fijación, que las tierras cultivadas lindantes con
la duna, que antes de estos trabajos se vendían á precios muy
bajos, calculados generalmente por el producto que pudieran
dar durante el corto tiempo que tardaran en ser enterradas por
las arenas, hoy han vuelto á recobrar sus anteriores precios, y
las casas deterioradas cercanas al arenal, que los vecinos no se
atrevían á reparar por no perder los gastos que en ellas hicieran, han sido reconstruídas ante la seguridad de que las arenas
no han de avanzar del límite que hoy ocupan.

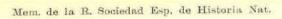
Manifiesta es la gran utilidad de esta clase de trabajos, no sólo por los daños que con ellos se evitan á los edificios y á las tierras cultivadas y por la ocupación que proporcionan á gran número de obreros, principalmente durante el invierno, cuando más necesitados están de ella, razones éstas más que suficientes para que sean atendidos dichos trabajos por el Estado, sino también por tratarse de gastos reproductivos, puesto que con ellos se logrará convertir en plazo no lejano, la extensa zona de arenas mencionada, hoy completamente improductiva y amenazadora, en un bosque, cuyos productos serán una fuente de riqueza para el Estado, transformándose á la vez este trozo de costa, cuya contemplación apena el ánimo, en uno de los sitios más amenos y pintorescos del Mediterráneo.

Madrid, 31 de Enero de 1906.



Fototipia de Hauser y Monet, -- Madrid

#### MÉDANOS DE LOS ALREDEDORES DEL PUEBLO DE GUARDAMAR

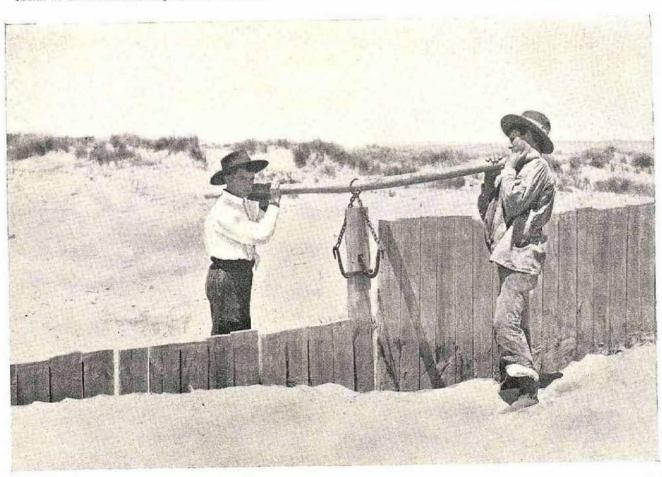






Fototipia de Hauser y Menet,-Madrid

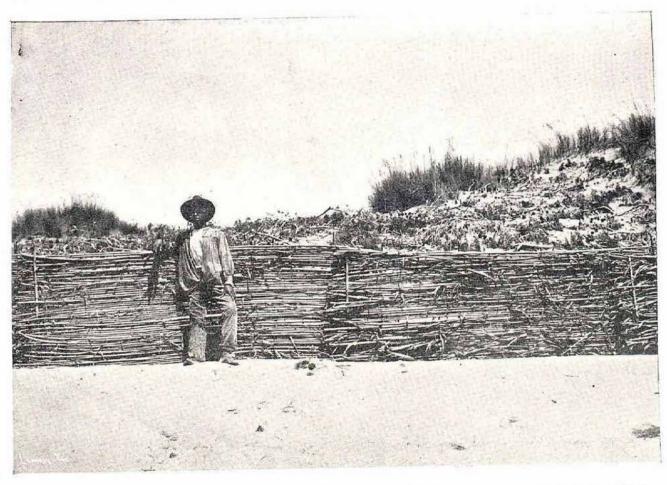
UNA CALLE DEL PUEBLO DE GUARDAMAR, INVADIDA POR LAS ARENAS



ELEVACIÓN DE LAS TABLESTACAS PARA LA FORMACIÓN DE LA DUNA LITORAL



Tomo IV.—Lám. V.



VALLA DE CAÑIZOS PARA LA FORMACION DE LA DUNA LITORAL Y PARA CORDONES

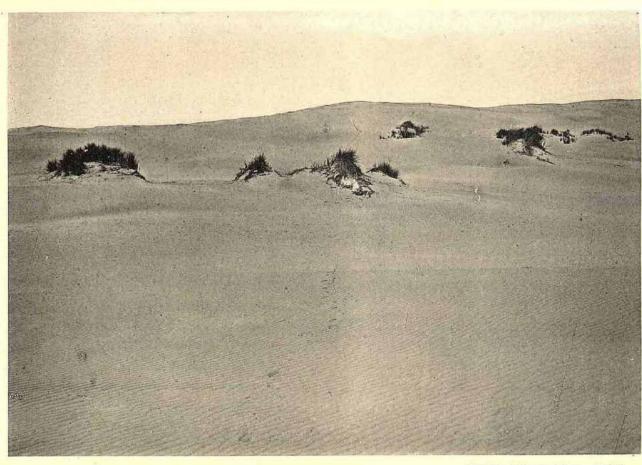


Fototipia de Hauser y Menet.-Madrid

#### BRIGADA DE OBREROS SEMBRANDO Y TENDIENDO RAMAGE

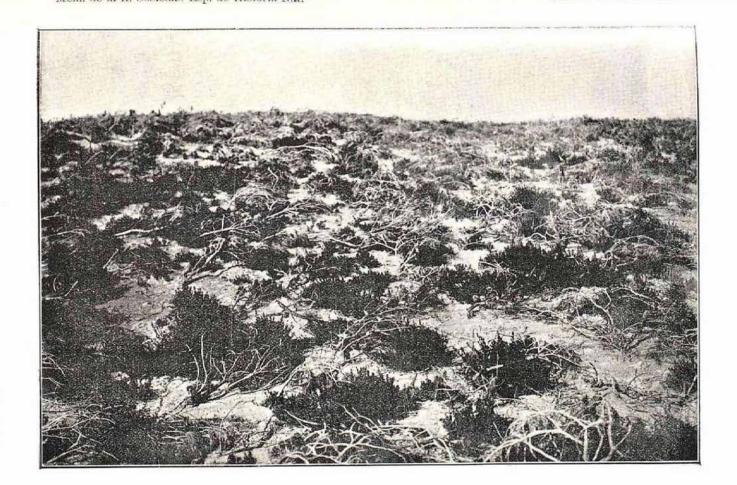
Mem. de la R. Sociedad Esp. de Historia Nat.

Tomo IV.—Lám. VII.



Fototipia de Hauser y Menet,-Madrid

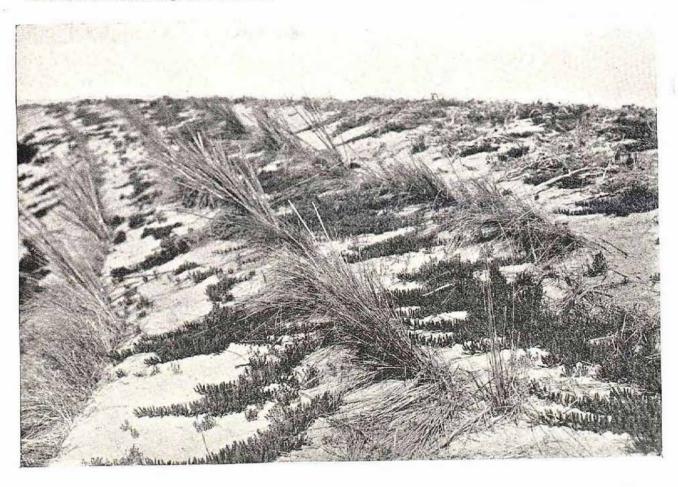
TROZO DE ARENAL CON ALGUNAS MATAS DE BARRÓN, ANTES DE HACER SU SIEMBRA Y FIJACIÓN



EL MISMO TROZO DE ARENAL AL AÑO SIGUIENTE DE HECHAS LAS SIEMBRAS DEFENDIDAS CON CUBIERTAS DE RAMAJE DE PINO

Mem. de la R. Sociedad Esp. de Historia Nat.

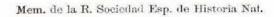
Tomo IV.-Lám. IX.



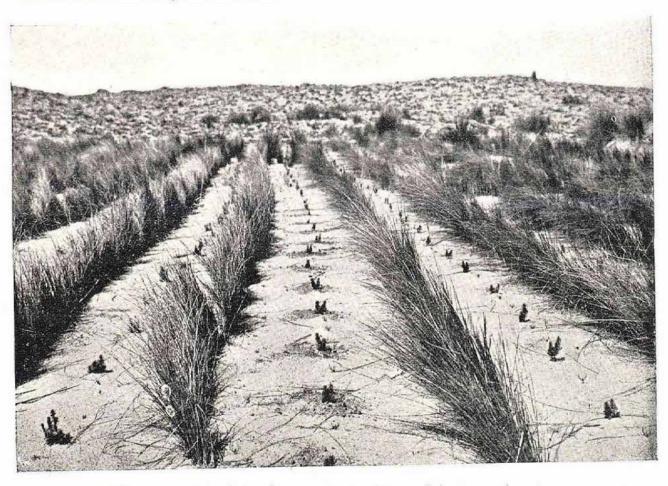
FUERTE TALUD DE ARENAS AL AÑO DE SER SUJETADAS CON LÍNEAS DE BARRÓN
Y PLANTACIONES DE MESSEMBRYANTHEMUM

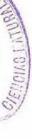


TROZO DE UN VIVERO DE PINOS PIÑONEROS Y CARRASCOS, HECHO EN ARENA PURA

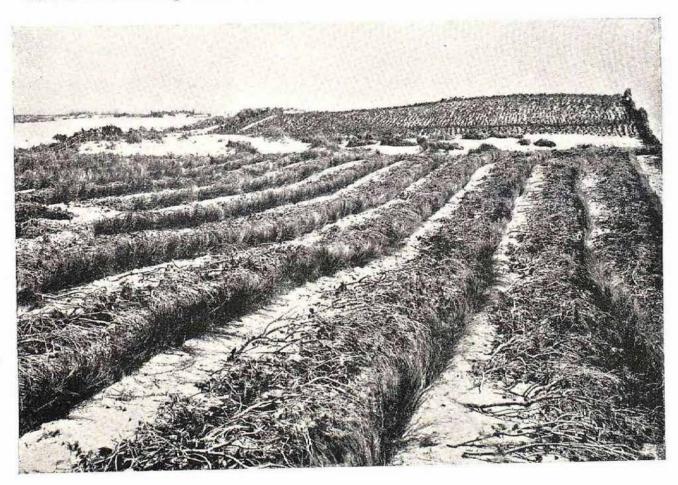


Tomo IV.-Lám. XI.









SIEMBRAS PROTEGIDAS CON PLANTACIONES DE BARRÓN Y CON RAMAJE TENDIDO

### **MEMORIAS**

DE LA

REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE HISTORIA NATURAL