

Designing ecosystems in degraded tropical coastal dunes¹

Patricia MORENO-CASASOLA & M. Luisa MARTÍNEZ², Departamento de Ecología Funcional, Instituto de Ecología, A.C., Km 2.5 antigua carretera a Coatepec, Xalapa, Ver. 91070, México, e-mail: marisa.martinez@inecol.edu.mx

Gonzalo CASTILLO-CAMPOS, Departamento de Sistemática, Instituto de Ecología, A.C., Km 2.5 antigua carretera a Coatepec, Xalapa, Ver. 91070, México.

Abstract: Coastal dunes are prone to degradation and subsequent destruction by natural and human-induced disturbances. Worldwide, human disturbances have had a great impact on coastal dunes, resulting in loss of important ecosystem services (coastal protection). In the Port of Veracruz, Mexico, harbour expansion completely destroyed the dune area. A 2-km-long 10- to 20-m-high artificial and unstable dune, parallel to the coastline, was left. To revegetate this dune, we used 3 artificially created plant communities in which the dominant species had contrasting growth forms: *Opuntia stricta* (Cactaceae), *Panicum maximum* (tall grass), and *Paspalum* spp. (short grass). We monitored the vegetation and species turnover during 5 y. Plant cover reached almost 100% after only 1 y. Sand stabilization occurred at a faster rate on those locations covered by both grass types, but diversity of growth habits was highest at the *Opuntia* treatments. From 29 to 37% of the original dune species returned. The rehabilitated community was dominated by generalist herbs and vines (80%). Remnant patches with native vegetation played an important role in species turnover and promoted colonization by thicket and tropical dry forest species. The created ecosystems provided the required ecosystem service (prevention of shifting sand) and were self sustaining (at least over the 5-y period this study lasted), but with low diversity. When human disturbance is devastating, revegetation or even created ecosystems may be the only solution. However, restoration with native species should be promoted whenever possible.

Keywords: coastal dunes, designer ecosystems, Mexico, revegetation, succession, tropic.

Résumé : Les dunes côtières sont sensibles aux perturbations naturelles et anthropiques qui peuvent causer leur dégradation et mener à leur destruction. Les perturbations anthropiques ont eu à travers le monde des impacts majeurs sur les dunes côtières dont le résultat a été la perte d'importants services écologiques tel la protection des côtes. À Veracruz au Mexique, l'expansion du port a complètement détruit la zone dunaire. Une dune artificielle et instable de 10-20 m de hauteur et longue de 2 km a été laissée parallèlement à la côte. À partir des espèces disponibles pour la revégétalisation, trois communautés de plantes ont été créées artificiellement dans lesquelles les espèces dominantes avaient des formes de croissance contrastées : *Opuntia stricta* (Cactaceae), *Panicum maximum* (herbe haute) et *Paspalum* spp. (herbe courte). Nous avons suivi la végétation et le renouvellement des espèces pendant 5 ans. La couverture végétale a atteint presque 100 % après seulement un an. La stabilisation du sable a été plus rapide dans les sites où les 2 types d'herbes étaient présents mais la diversité des formes de croissance était plus grande dans les traitements d'*Opuntia*. De 29 à 37 % des espèces dunaires originales ont réapparu. Les communautés réhabilitées étaient dominées par des herbes généralistes et des vignes (80 %). Les parcelles restantes de végétation indigène ont joué un rôle important pour le renouvellement des espèces et ont favorisé la colonisation par des espèces de fourré et de forêt tropicale sèche. Les écosystèmes créés ont procuré les services écologiques requis (prévenir le déplacement du sable), ils sont maintenus dans le temps (au moins durant les 5 années de l'étude) mais avec une faible diversité. Lorsque les perturbations anthropiques sont dévastatrices, la revégétalisation ou même la création d'écosystèmes peut être l'unique solution. Cependant, la restauration à partir d'espèces indigènes devrait être favorisée lorsque possible.

Mots-clés : dunes côtières, ingénierie écologique, Mexique, revégétalisation, succession, tropique.

Nomenclature: Cronquist, 1988.

Introduction

Coastal dunes are aeolian landforms that develop in coastal locations where an ample supply of loose, sand-sized sediment is available to be transported inland by wind. They are distributed worldwide and are associated with sandy beaches (Nordstrom, Psuty & Carter, 1990; Carter *et al.*, 1992; Hesp, 2000). For a long time, coastal dunes have provided humans with important ecosystem services and goods, such as coastal defence, groundwater recharge, buffer against saltwater intrusion, agriculture, mining, hous-

ing, and tourism (Carter, 1991; van der Maarel, 1993a,b; Greipsson, 2002; Martínez *et al.*, 2007). The widespread marketing of coastal recreation in particular has increased drastically in the last 50 to 80 y, rendering substantial economic profits to humans (Martínez, Maun & Psuty, 2004). The calculated value of ecosystem services provided to human societies by coastal ecosystems represents from 40 to 70% of the value provided by the world's natural ecosystems (Costanza *et al.*, 1997; Martínez *et al.*, 2007).

Coastal dunes are considered fragile ecosystems that are prone to degradation and destruction. Natural disturbances such as high tides, storm surges, and hurricanes are particularly disruptive. Hurricanes can have a very large impact,

¹Rec. 2007-02-07; acc. 2007-10-29.

Associate Editor: Maria Luisa Martínez.

²Author for correspondence.