

I. Camarda, A. Brunu, L. Carta & G. Vacca

Incendies, pâturage et biodiversité dans la montagne du Gennargentu (Sardaigne)

Abstract

Camarda, I., Brunu, A., Carta L. & Vacca G.: Incendies, pâturage et biodiversité dans la montagne du Gennargentu (Sardaigne). — Fl. Medit. 26: 163-177. 2016. — ISSN: 1120-4052 printed, 2240-4538 online.

The relationship between plants, fire and grazing of free-ranging domestic herbivores in the Gennargentu mountain (Sardinia) are analysed. Sheep, cattle, goats, horses, donkeys and pigs are present in the different seasons of the year and often simultaneously. This causes a strong impact, contributes to the degradation of forest vegetation and favors the development of the Mediterranean macchia and garrigue. Plant self-defense and resilience against fire and animals in different habitats are discussed. Thanks to the presence of thorns, toxic or aromatic compounds many species can live in the presence of a strong pressure from grazing animals. An effective form of defence is also represented by habitats inaccessible to animals from where plants propagate from year to year, seeds or vegetative propagules that help maintain the species. Moreover, thorny plants can be a shelter for many different species that are well protected from the browsing of animals and can thus complete their biological cycle. In relation to fire, plants are able to survive thanks to the biological adaptations to their underground organs, thermo - resistant seeds. Finally, the joint action of fire and grazing promotes clearings that favour the development of light-demanding plants, and allow the germination of several species from the soil seed bank. Therefore, the abundance or scarcity of the populations of many species depend upon the combinations of these elements, which are generally considered harmful to the conservation of plants which are considered or endangered according to international criteria.

Key words: fire, defend, domestic herbivores, Gennangetu, Sardinia.

Introduction

L'importance des incendies et du pâturage sur la biodiversité est reconnu par de nombreux auteurs (entre autres: Naveh 1974; Tomaselli 1976; Le Houérou 1981; Di Castri 1981; Aru & al. 1982 ; Dell & al. 1986;; Noy-Meir 1995, Enne & al 1998;. Pulina & al. 1994, 1998; Francesconi, 1998; Nolan & al. 1999; Sternberg & al. 2000; Roggero & al. 2002; Camarda 2004; Papanastasis 2009; Caballero & al. 2011) qui mettent en évidence l'influence de ces facteurs sur les processus dynamiques de la végétation méditerranéenne. En

* Extended and enriched version of the oral presentation given at the XV Optima meeting in Montpellier, 6-11 June 2016.

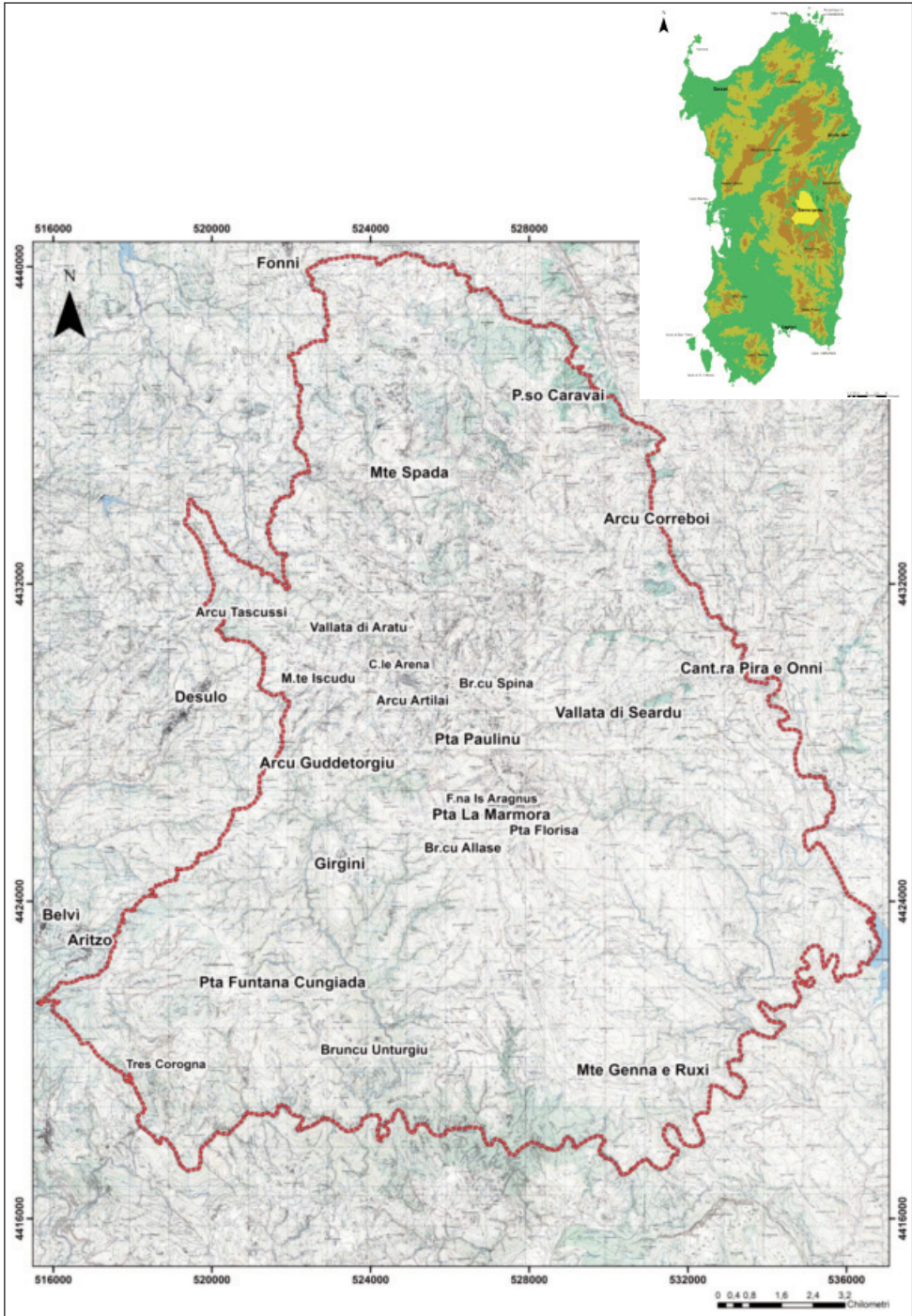


Fig. 1. Délimitation de l'aire d'étude (d'après Arrigoni & Camarda 2015).

Sardaigne, les études sur le pâturage, la production, l'amélioration, la résilience et la démographie couvrent différents aspects (Valsecchi 1969; Camarda 1977, 1982, 1984, 1990, 1992; Bullitta & Casu 1980; Caredda 1986; Caredda & al. 1996; Pulina & al. 1994; Roggero & al. 2002; Farris & Filigheddu 2008; Pisanu & al. 2012; Bagella & al. 2013). Plus en générale, Putzu & al. (2007) et Pilla & Pulina (2014) analysent la question des pâturages par rapport au paysage, en identifiant le paysage zootechnique comme la principale composante du territoire méditerranéen, tandis qu'une contribution sur l'influence du pâturage et de la composante de la flore endémique en Sardaigne a été analysée par Camarda & al. (2015).

Le Gennargentu (Figure 1), la plus haute montagne de la Sardaigne, a été largement étudié du point de vue botanique pour la flore (Arrigoni & al. 1977-1991; Bacchetta & al. 2013; Arrigoni & Camarda 2015) et pour la végétation (Gamisans, 1976, 1977; Pignatti-Wikus & al. 1980; Arrigoni 1987; Brullo & al. 2001; Brunu 2011; Carta & al. 2015). Toutefois, l'impact des animaux à la vaine pasture est peu analysée dont la présence affecte et modifie la structure du paysage du territoire (Camarda & al. 2015a).

Matériels et méthodes

Le pâturage

La Sardaigne, comme la plupart des îles et des côtes méditerranéennes a une millénaire tradition d'élevage à l'état libre, encore très répandu. Les animaux domestiques les plus nombreux sont les moutons, à suivre les chèvres, les bovins et encore les porcs, les chevaux et les ânes. A l'état sauvage, ne manquent pas les sangliers et les mouflons. Les activités traditionnelles aujourd'hui (au dehors de voitures pour les transports) se déroulent et sont assez similaires auxquelles des siècles passés, comme a été décrit par Alberto Ferrero de La Marmora (1826). Huttes et cabannes pour les personnes et refuges pour les animaux sont contruits avec de troncs et de ramilles de chêne pubescent sur une base des pierres sans mortier de ciment. Il manque presque de tout de modernes maisons et fermes.

Cette étude prend en compte les relations entre la flore, la végétation, le pâturage et l'incendie, phénomènes souvent strictement lié l'économie pastorale traditionnelle (Camarda & al. 2015) pour évaluer l'impact des animaux domestiques par rapport à la conservation de la flore dans cette montagne. On a analysé les relations dynamiques entre les différents types de végétation en ce qui concerne les incendies et le pâturage, les différentes composantes floristiques des communautés végétales, des espèces comestibles et de celles rejetées par le bétail. La mosaïque végétale provient en grande partie des utilisations humaines, pâturage et feu. Les données de base, sont tirées de plus recents travaux de Arrigoni & Camarda (2015), Camarda & al. (2015a) et Carta & al. (2015). L'étude prend en compte la surface au-dessus de mille mètres du niveau de la mer, caractérisée par une différenciation géo-morphologique, pédologique remarquable et par un climat continental humide. Les habitats des prairies et garrigues des zones les plus élevées sont ceux de plus grand intérêt qui coexistent avec le pâturage et le feu. Les espèces qui constituent les habitats les plus courants sont: *Juniperus sibirica* Burgsd., *J. oxycedrus* L., *Erica arborea* L., *E. scoparia* L., *Arbutus unedo* L., *Genista corsica* (Loisel.) DC., *G. pichisermolliana* Valsecchi, *Berberis aetnensis* C. Presl, *Santolina insularis* (Genn. ex Fiori) Arrigoni, *Astragalus*

genargenteus Moris, *Thymus catharinae* Camarda, *Teucrium marum* L., *T. polium* L., *Lamyropsis microcephala* (Moris) Dittr. & W. Greuter. Ces espèces donnent lieu souvent à des garrigues avec des associations endémiques exclusives qui font également l'objet du pâturage.

La Flore

Les familles *Poaceae*, *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Caryophyllaceae*, *Lamiaceae*, *Rosaceae* et *Brassicaceae* représentent ensemble le 45% du total (Arrigoni & Camarda 2015) et elles sont également les plus importantes pour l'alimentation du bétail. Au sein de la zone délimitée par l'enquête, le Gennargentu a 675 taxons avec 105 espèces endémiques (16,8%) et cette montagne est sans doute la région de plus grand intérêt botanique de la Sardaigne. Les spectres biologique et chorologique ont mis en évidence le caractère encore haut-méditerranéen de la flore (Arrigoni & Camarda 2015) mais avec une forte composant mesophytique, boréale et orophytique

Type biologique

En particulier, de chaque espèce on a considéré: type biologique (Camarda 1989), toxicité, palatabilité, présence d'épines, rareté et habitat, à savoir les facteurs qui affectent leur viabilité. Les hémicryptophytes (47,6%) ont la pourcentage la plus haute (Arrigoni & Camarda 2015), grâce à la protection de leurs organes de multiplication végétative, au niveau (*Sagina pilifera* (DC.) Fenzl, *Plantago sarda* C. Presl, *Mentha requienii* Benth) ou en dessous du sol (les géophytes, 9,6%) (*Crocus minimus* DC, *Bunium alpinum* subsp. *corydalinum* (DC.) Nyman, *Allium parviflorum* Viv, *Ornithogalum corsicum* Jord. & Fourr.) sont également très répandues et souvent très abondantes. Les chamephytes (5,9%) se défendent contre la morsure des animaux et du vent avec les formes à cuisson produisant des graines protégées aussi par des épines. Les phanérophytes (5,9%) sont repandues jusque aux zones les plus hautes et tous sont soumis à la forte pression du pâturage. Les thérophytes héliophiles (33,2%) profitent de la dégradation des formations forestières et préforestières surtout depuis le passage du feu.

Plantes et animaux

La plupart des terres du Gennargentu appartiennent aux domaines communaux et tous les habitants ont le droit d'exercer le pâturage. Cela conduit souvent à surpâturage qui provoque la dégradation de la végétation, l'érosion des sols et favorise le développement des garrigue avec les espèces les plus résistantes. Certaines espèces très communes telles que *Asphodelus ramosus* L., *Drimia pancracion* (Steinh.) J. C. Manning & Goldblatt, *Paenonia morisii*, *Ferula communis* L. et *Thapsia garganica* L. sont refusées par toutes les espèces de bétail, ce qui favorise leur sélection et donc aussi leur abondance. En effet elles peuvent être broutées seulement en été lorsque les feuilles sont sèches et évidemment perdent de toxicité. Très souvent, grand quantité de phytomasse ne signifie pas une bonne pasture, au contraire de plus, p. ex., l'asphodèle et la fêrulle empêchent la croissance d'autres espèces utiles à l'alimentation des animaux. Les forêts, les maquis, les garrigues, les prairies offrent de différentes possibilités d'approvisionnement, non seulement pour la différente composition floristique, mais aussi par rapport à la saison.

Les vaches appartiennent à des races locales, souvent de petite taille, qui donne la possibilité d'atteindre grandes parcours aussi sur les endroits les plus difficiles et raides. Le chèvres sont de véritables athlètes qui préfèrent les maquis et les garrigues et peuvent atteindre quelconque presque endroit où il y a des plantes comestibles. Parmi les autres mammifères, les porcs vont bouleverser le sol à la recherche de bulbes, rhizomes et racines; les chevaux et les ânes sont peu nombreux mais ils sont capables d'aller brouter presque partout. Les animaux sauvages (sangliers et mouflons) sont assez communs mais il n'ont pas de gros impact sur les plantes.

Incendie

Dans le libre pâturage, systématiquement jusqu'au passé récent, l'incendie était une pratique pastorale dans le but de favoriser la croissance de la masse herbeuse ou bien la repousse des bourgeons comestibles des arbustes, dans ce cas surtout *Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Phillyrea latifolia* L. Les incendies sont toujours présent, bien que moins fréquentes que dans le passé.

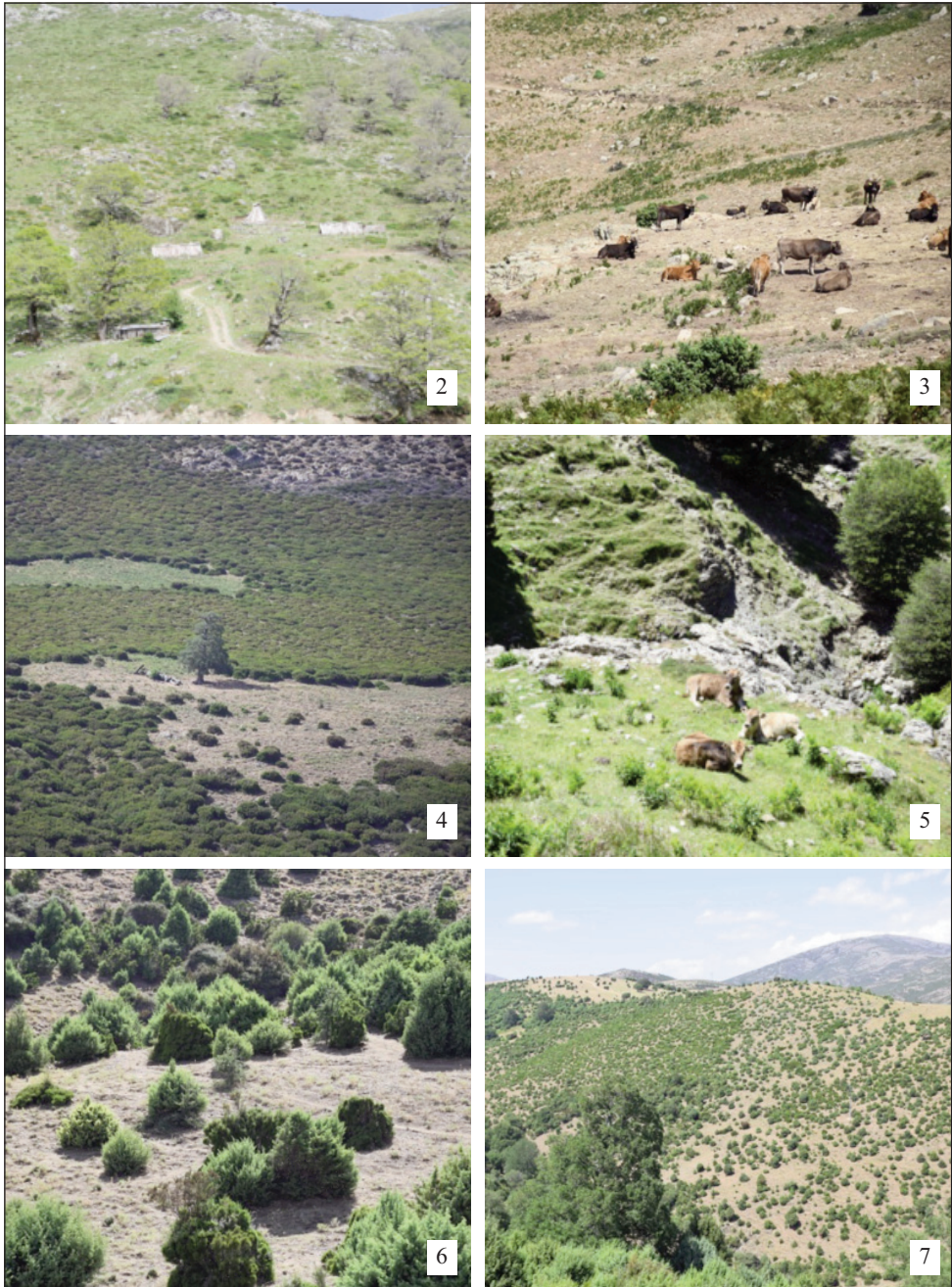
Le feu favorise les plantes qui possèdent:

- a) grand nombre de graines résistants aux températures élevées;
- b) adaptation des formes biologiques avec bulbes ou rizhomes profonds;
- c) production de substances aromatiques, toxiques ou répulsives pour le bétail;
- d) branches ou feuilles épineuses refusées ou très difficiles à brouter, avec graines protégés par les épines.

En effet, le feu, détruisant la végétation originelle, favorise indirectement le développement des espèces épineuses, aromatiques et toxiques qui sont refusés par les animaux et pourtant ont plus de possibilités de se propager au contraire des autres plantes qui sont comestibles.

La combinaison du pâturage et du feu favorise la formation à *Juniperus oxycedrus*, tandis que les maquis mésophyles à *Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Erica scoparia*, *Phillyrea latifolia*, proviennent en grande partie de la dégradation des forêts de *Quercus pubescens* Willd. et *Q. ilex* L. L'incendie répété maintien les bruyères et les maquis à *Arbutus unedo* grace à leur forte capacité à émettre des rejets. Les habitats à *Taxus baccata* L. et *Ilex aquifolium* L., fortement influencés par le pâturage et le feu, ont des traits toujours significatifs dans des zones moins accessibles des endroits rocheux et dans les zones humides.

Les effets des incendies sont très différent selon les différents tipe de végétation. Les habitats moins touchés sont ceux des falaises, qui représentent un obstacle objectif envers le feu et les animaux, les zones humides et les rivières. Les suberaies parcourues par le feu après eux ans de l'incendie montrent généralement des signes de reprise, tandis que les arbres de chêne vert ou de chêne pubescent sont souvent totalement détruits. Après le feu la colonisation naturelle avec *Juniperus oxycedrus* est très lente à cause du surpâturage. C'est à dire que l'évolution de la végétation est fortement influencée pas seulement par la composition floristique, mais à la fois par le type d'animaux, par leur nombre et par leur présence saisonnière.



Figs. 2-7. **2.** Hutte traditionnelle et des abris pour les animaux; **3-4.** Vaches dans les garrigues (à gauche) et bruyères avec des zones herbeuses (à droite); **5.** Vaches et *Vincetoxicum hirundinaria*, plante toxique refusée par les animaux; **6-7.** Exemplaires modelés par la morsure des animaux et paysage pastoral du *Juniperus oxycedrus*.

Toxicité

Les plants ont une efficace défense contre les animaux par la production de substances toxiques telles que des alcaloïdes et des glucosides. La toxicité des plantes est un important élément de défense qui contribue, en même temps, à leur diffusion. *Daphne oleoides* Schreber, *Digitalis purpurea* L., *Euphorbia insularis* Boiss., *Euphorbia meuselii* Mazzola & Raimondo, *Gentiana lutea* L., *Leucjum pulchellum* Salisb., *Pancreatum illyricum* L., *Paeonia morisii* Cesca, Bernardo & N.G. Passal., *Verbascum conocarpum* Moris, *Ranunculus cordiger* Viv., *Vincetoxicum hirsutinaria* subsp. *contiguum* (Koch) Markgraf sont refusées du tout et doivent leur abondance aux glucosides et alcaloïdes, aussi que au fait que les animaux broutent d'autres espèces en créant un environnement propice à leur développement.

Habitat

Les rochers, les éboulis et les falaises sont des stations d'abri qui protègent à la fois contre les animaux et le feu. De certaines espèces telles que *Sorbus aria* (L.) Crantz, *S. praemorsa* (Guss.) Nyman et *Lonicera cyrenaica* Viv., très broutées par les chèvres, sont connues seulement très peu de plantes dans toute la montagne. Les espèces rupicoles: *Saxifraga cervicornis* Viv., *Hieracium irginianum* Arrigoni, *Limonium morisianum* Arrig., *Armeria sardo* Sprengel, *Galium schmidii* Arrig., *Dianthus siculus* C. Presl., *Dianthus siculus* subsp. *cyatophorus* (Moris) Arrigoni, *Stachys corsica*, *Prunus prostrata* Labill. sont assez communes.

Résultats

Les forêts

Les forêts offrent différents types de pâturage. La forêt de *Quercus pubescens* permet d'avoir au sol une bonne quantité d'herbe utile aux animaux, en raison de l'absence de feuilles dans la période d'automne et d'hiver, d'autre part, le pâturage excessif empêche la croissance de nouvelles plantes. Le paysage à *Q. pubescens* (pâturage à garrigue arborée) est constitué par grands arbres raréfiés avec structure colonnaire ainsi modifiée par l'élagage des branches. En effet les jeunes branches des chênes, surtout dans le passé, étaient un aliment pour les animaux pendant l'été. Un grand tronc et petites branches, coupées régulièrement; ce qui contribue à affaiblir la plante en favorisant la présence de maladies fongiques et, à long terme, à la chute des arbres aussi. Le sous-bois de la forêt de *Q. ilex* est extrêmement faible d'herbes. Dans ce cas, la principale source d'alimentation pour le bétail est représentée par les glands en automne et en hiver. Les feuillage et les jeunes pousses de *Q. ilex* sont aussi soumis au pâturage en particulier par les vaches et les chèvres, ce qui empêche le développement ou bien, avec les vieux grands arbres, vont créer un paysage pastoral très caractéristique.

Dans le Gennargentu, *Ilex aquifolium* constitue des forêts mixtes avec *Taxus baccata* et *Quercus pubescens* et il y a la présence d'arbres monumentaux fortement modifiés dans leur structure d'origine pour la coupe des branches pour l'alimentation du bétail. Exemplaies monumentales de *I. aquifolium* sont éparpillés un peu partout.

Une autre espèce typique des montagnes du Gennargentu est *Taxus baccata* qui est une plante toxique [it is indeed a toxic plant;], mais cependant elle est broutée par les vaches. *T. baccata* ne forme pas de grandes forêts, mais elles sont d'un particulier intérêt, se composant d'arbres monumentaux, tandis que les petites plants sont très rares.

Les aulnaies à *Alnus glutinosa* caractérisent le réseau hydrographique entière et elles abritent nombreuses espèces endémiques et rares. D'autre coté les animaux pendant les heures les plus chaudes en été aiment reposer à l'ombre des arbres et au frais en déposant une importante quantité de matière organique.

Juniperus oxycedrus est l'une des espèces plus communes et va constituer la série climatique dans les zones les plus arides et rocheuses. Les étapes d'évolution commencent à partir de zones brûlées. Les chèvres et les vaches broutent les feuilles épineuses et la croissance extrêmement lente prend beaucoup de temps pour la formation des forêts compactes.

Le maquis

Presque tous les arbustes ou petits arbres (*Crataegus monogyna*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Pyrus amygdaliformis*, *Prunus avium*, *Phillyrea latifolia*, *Rhamnus persicifolia* Moris, *Prunus spinosa* L., *Amelanchier ovalis* Medic., *Sorbus praemorsa*, *S. aria*) sont broutés par les animaux et le développement de nouvelles plantes est affectée par la forte pression exercée à cause de leur présence.

Arbutus unedo, *Phillyrea latifolia*, *Erica arborea*, *E. scoparia* sont les éléments les plus communs qui se développent après l'incendie et, grâce à leur extraordinaire pouvoir d'émettre de nouvelles pousses, forment de vastes maquis jusqu'à 1.500 d'altitude. Dans le maquis composé par *Erica arborea* et *Erica scoparia* la combustion des bruyères permet la reprise des espèces herbacées comestibles, mais aussi de *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn et *Asphodelus ramosus* rejetées par le bétail. La végétation originare se reconstitue dans quelques années ou forme une mosaïque très articulée sur de zones très vaste.

Les garrigue à arbustes épineux et plantes aromatiques

Juniperus sibirica est l'espèce la plus caractéristique de la montagne au-dessus de 1200 mètres d'altitude. Le génévrier nain est refusé par le bétail, il a tendance à faire des formations compactes qui représentent un obstacle au pâturage. C'est la raison pour laquelle dans le passé il a été systématiquement brûlé mais en favorisant les garrigues à *Astragalus genargenteus* et *Genista corsica* grâce à leurs épines qui contrastent bien la morsure des animaux.

Les épines sont encore de puissants moyens de protection et, au moins en certains moments de l'année, peuvent protéger la formation et la maturation des graines. Dans le même temps, de nombreux chamephytes formant cuissos épineux représentent également des zones de refuge et des habitats favorables à d'autres espèces herbacées. *Genista corsica* et *Genista pichi-sermolliana* sont pourvues de fortes branches épineuses et dans les zones rocheuses ou arides elles couvrent de grandes surfaces. De petites garrigues sont constituées en même temps par *Berberis aetnensis* avec des épines très pointues et très robustes. Le garrigues son caractérisées aussi par des espèces aromatiques refusées, parmi lesquelles on signale *Thymus catharinae*, *Teucrium massiliense* L., *Mentha insularis*, *Tanacetum audibertii* (Req.) DC., *Santolina insularis*, *Helichrysum italicum* subsp. *microphyllum* (Willd.) Nyman.

Les espèces épineuses, en particulier les espèces du genre *Genista*, mais aussi *Astragalus genargenteus*, *Prunus prostrata* et *Berberis aetnensis*, grâce à leurs graines dures et aux fortes épines, occupent de grandes superficies qui donnent un abri à de nombreuses espèces herbacées endémiques ou rares de petite taille. Donc, espèces qui défendent efficacement autres espèces telles que *Viola limbarae*, *Gagea* sp. pl., *Thesium italicum*, *Saponaria alsinoydes*, *Cerastium boisserianum*, *Valeriana montana*. En même temps, de nombreuses espèces herbacées telles que *Carlina macrocephala*, *Ptilostemon casabonae* (L.) W. Greuter, *Dipsacus valsecchiae* et la très rare *Lamyropsis microcephala* sont protégées grâce à la présence de leurs fortes épines dans toutes les parties de la plante.

Les prairies

Les prairies sont d'origine secondaire formées à la suite des incendies du maquis, mais évoluent rapidement vers la garrigue, néanmoins dans certains endroits les graminées forment de pelouses assez stables avec *Brachypodium rupestre* (Host) Roem. & Schult., *Arrhenatherum sardoum* (Schnid) Brullo, Minissale & Spampinato, *Festuca morisiana* Parl., *Gentiana lutea*, résistantes grâce à la présence de solides rhizomes ou des touffes très compactes, bien que très recherchés et broutés par le bétail. Dans les zones plus basses et dégradées *Carlina corymbosa*, *Dactylis glomerata* L. et *Asphodelus ramosus* sont les espèces les plus communes.

Schéma du dynamisme vers les formations herbacées

Dans le Gennargentu n'existe pas une zone à pelouses climaciques, c'est à dire qu'elles provient de la dégradation des maquis et des garrigues. Les rapports dynamiques de la végétation du Gennargentu ont été analysé par Carta & al. (2015). Le schéma suivant montre les principales étapes de dégradation, à partir des différents types physionomiques de la végétation climacique et azonales, vers les formations herbacées, résultant de l'action commune du feu et du pâturage avec les espèces caractérisantes. Vastes espaces sont occupés par les maquis à *Erica arborea* et *Erica scoparia*, suivis par la phase terminale des processus de dégradation qui amènent presque toujours vers les garrigues à *Genista corsica*, *G. pichisermoliana*, *Thymus catharinae*, *Teucrium marum*, *Teucrium polium* et donc aux prairies à *Brachypodium rupestre* *Pteridium aquilinum*, *Carlina corymbosa* L., *Asphodelus ramosus*. La profondeur du sol, le type de substrat rocheux, la pierrosité, l'intensité du pâturage et de types d'animaux et la fréquence des incendies sont les facteurs qui contribuent à donner la configuration du paysage du Gennargentu à partir de forêts de *Quercus ilex* dans les zones les plus basses jusqu'aux genévriers nains des zones les plus hautes selon le schéma suivant simplifié.

Forêt de *Quercus ilex*

maquis à *Quercus ilex*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Phillyrea latifolia*

maquis à *Erica arborea* et *Erica scoparia*

garrigue à *Erica arborea* et *Genista corsica*

garrigue à *Genista corsica*, *Thymus catharinae* et *Helichrysum italicum* subsp. *microphyllum*

prairie à *Pteridium aquilinum* et *Carlina corymbosa*.

Forêt de *Quercus pubescens*

maquis à *Erica arborea* et *Erica scoparia*

garrigue à *Erica arborea* et *Genista pichisermolliana*

garrigue à *Genista pichisermolliana* et *Thymus catharinae*

garrigue à *Genista corsica*, *Thymus catharinae* et *Helichrysum italicum* subsp. *microphyllum*

prairie à *Brachypodium rupestre*

prairie à *Pteridium aquilinum* et *Carlina corymbosa*

Forêt de *Juniperus oxycedrus*

maquis à *Erica arborea* et *Juniperus oxycedrus*

garrigue à *Erica arborea* et *Thymus catharinae*

garrigue à *Genista corsica* et *Thymus catharinae*

garrigue à *Teucrium marum*, *Thymus catharinae* et *Helichrysum italicum* subsp. *microphyllum*

garrigue à *Teucrium polium* et *Thymus catharinae*

prairie à *Pteridium aquilinum*, *Carlina corymbosa* et *Asphodelus ramosus*

Forêt mixte de *Quercus ilex* et *Quercus pubescens*

maquis à *Arbutun unedo* et *Erica arborea*

garrigue à *Erica arborea* et *Thymus catharinae*

garrigue à *Genista corsica* et *Thymus catharinae*

garrigue à *Teucrium marum*, *Thymus catharinae* et *Helichrysum italicum* subsp. *microphyllum*

prairie à *Carlina corymbosa* et *Asphodelus ramosus*

Forêt de *Taxus baccata* et *Ilex aquifolium*

garrigue à *Genista corsica* et *Thymus catharinae*

garrigue à *Berberis aetnensis*

prairie à *Pteridium aquilinum*, *Carlina corymbosa* et *Asphodelus ramosus*

Formation à *Alnus glutinosa*

maquis à *Erica scoparia*, *Erica terminalis* et *Leucojum pulchellum*

prairie à *Brachypodium rupestre* et *Pteridium aquilinum*

Formation à *Juniperus sibirica*

garrigue à *Berberis aetnensis*

garrigue à *Astragalus genargenteus*

prairie à *Brachypodium rupestre*

Flore par rapport aux différents facteurs analysés

A' suivre les espèces les plus intéressantes pour leur conservation en ce qui concerne leur structure de défense contre les animaux au pâturage et, à d'autres égards, celles plus importantes pour le broutage par les différentes espèces d'animaux, incendie, toxicité et comestibilité. Les espèces endémiques sont toujours indiquées par un astérisque. La com-

binasion de plusieurs caractères permet la plus grande capacité de défense et donc d'abondance. Par exemple, les fougères, en générale, sont refusées par tous les animaux ce qui permet à *Pteridium aquilinum* de coloniser, grâce à son réseau souterrain des rhizomes, de vastes zones après le passage du feu.

- 1) Espèces endémiques ou rares favorisées par les animaux qui les refusent à cause de la présence de substances toxiques: *Arum italicum* Miller, *Astragalus genargenteus**, *Aquilegia barbaricina* Arrigoni & Nardi*, *Aquilegia nugorensis* Arrig. & Nardi *, *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic., *Daphne oleoides*, *D. gnidium* L., *Datura stramonium* L., *Delphinium pictum* Willd.*, *D. staphisagria* L., *Digitalis purpurea*, *Dittrichia viscosa* (L.) W. Greuter, *Euphorbia insularis**, *E. semiperfoliata* Viv.*, *E. spinosa* L., *Helleborus argutifolius* Viv.*, *Hyosciamus niger* L., *Paeonia morisii**, *Pancreatum illyricum**, *Ranunculus cymbalarifolius* Balbis ex Moris *, *R. cordiger**, *R. platanifolius* L., *Ruta corsica* DC.*, *Scrophularia trifoliata* L.*, *Senecio vulgaris* L., *Verbascum conocarpum**, *V. pulverulentum* Vill., *Thymelaea tartonraira* (L.) All., *Vincetoxicum hirundinaria*.
- 2) Espèces refusées à cause de la présence de substances aromatiques: *Calamintha nepeta* (L.) Savi ssp. *glandulosa* (Req.) P.W. Ball, *Hypericum hircinum* L.*, *Marrubium vulgare* L., *Mentha aquatica* L., *M. insularis**, *Stachys glutinosa* L.*, *Tanacetum audiberti**, *Teucrium glaucum* (Jord. & Fourr.) Bég., *T. marum*, *T. massiliense*, *T. polium*, *Thymus catharinae**.
- 3) Espèces refusées ou difficiles à brouter à cause de la présence des épines - *Anthyllis hermanniae* L. ssp. *ichnusae* Brullo & Giusso *, *Astragalus genargenteus**, *Berberis aetnensis**, *Carduus nutans* L., *Carlina corymbosa*, *C. macrocephala* Moris*, *Centaurea calcitrapa* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Echium italicum* L., *Eryngium campestre* L., *Genista corsica**, *G. pichisermolliana**, *Juniperus communis* L., *J. oxycedrus*, *J. sibirica*, *Lamyropsis microcephala**, *Ononis spinosa* L., *Ptilostemon* *, *Prunus prostrata*, *P. spinosa*, *Rosa pouzini* Tratt., *R. serafini* Viv., *Urtica atrovirens* Réq. ex Loisel.*
- 4) Espèces qui trouvent refuge et sont protégées à l'intérieur les pulvines d'espèces épineuses: *Bunium alpinum* ssp. *corydalinum*, *Cerastium boisserianum* Greuter & Burdet *, *Gagea sp. pl.*, *Poa balbisii* Parl.*, *Saponaria alsinoides* (Viv.) Viviani *, *Silene nodulosa* Viv.*, *Viola limbarae* (Merxm. & Lippert) Arrigoni*, *V. riviniana* Reichenb.
- 5) Espèces géophytiques protégées par de bulbes ou rhizomes - *Allium parciflorum**, *Corydalis pumila* (Host) Reichenb., *Ornithogalum corsicum**, *Bunium alpinum* ssp. *corydalinum*, *Colchicum gonarei**, *Crocus minimus**, *Gagea sp.pl.*, *Orchis sp.pl.*, *Platanthera algeriensis* Batt. & Trabut, *Romulea requienii* Ten.*
- 6) Espèces hémicryptophytiques protégées par des touffes – *Carex caryophyllea* Latourr. ssp. *insularis* (Christ ex Barbey) Arrigoni *, *Festuca morisiana**, *Poa bulbosa* L., *P. balbisii**, *Plantago sarda**, *Sagina pilifera**, *Trisetaria bournofii**,
- 7) Espèces rupicoles protégées dans les rochers et les falaises: *Amelanchier ovalis*, *Arenaria balearica* L.*, *Armeria sardoa**, *A. sardoa* subsp. *genargentea* Arrigoni *, *Asplenium septentrionale* (L.) Hoffm., *Barbarea rupicola* Moris*, *Dianthus siculus**, *Galium schmidii**, *Herniaria litardierei* (Gamis.) Greuter & Burdet *, *Iberis integerrima* Moris*, *Helichrysum saxatile* Moris*, *Hieracium irginianum**, *Hypericum annulatum* Moris*, *Hypochoeris robertia* Fiori, *Limonium morisianum**, *Plantago sarda**, *Potentilla crassinervia* Viv.*, *P. corsica* Soleir. ex Lehman*, *Rhamnus alpina* L., *Ribes*

- sandalioticum* (Arrigoni) Arrigoni*, *Rumex scutatus* L., *Saxifraga cervicornis**, *S. corsica* (Ser. ex Duby) Gren. & Godron*, *Sesleria barbaricina*(Arrigoni) Arrigoni*, *Sorbus aria*, *S. praemorsa**, *Stachys corsica* Pers.*.
- 8) Espèces favorisées par le feu grâce à la capacité de régérer drageons, posséder des sgraines thermo-résistant, organes souterrains - *Arbutus unedo*, *Asphodelus ramosus*, *Astragalus genargentus*, *Carlina corymbosa*, *Cistus monspeliensis* L., *C. salviaefolius* L., *C. creticus* L., *Crocus minimus**, *Erica arborea*, *E. scoparia*, *Ferula communis*, *Festuca sp. pl.*(*), *Gagea sp. pl.*, *Genista corsica**, *G. pichisermolliana**, *Lathysus sp. pl.*, *Medicago sp.pl.*, *Trifolium sp. pl.*, *Lotus alpinus* (DC.) Ramond, *Poa sp. pl.* (*), *Pteridium aquilinum*, *Thapsia garganica*, *Thesium italicum* A. DC.*, *Echium anchusoides* Bacchetta, Brullo & Selvi*, *Scorzonera callosa* Moris*, *Vicia glauca* C. Presl., *Vicia sp. pl.*
- 9)) Espèces d'intérêt pabulaire très recherchées par les animaux et généralement favorisée par le feu - *Aegilops geniculata* Roth, *Agrostis castellana* Boiss. & Reuter, *Agrostis pourretii* Willd., *Allium subhirsutum* L., *Alopecurus bulbosus* Gouan, *Amelanchier ovalis*, *Andryala integrifolia* L., *Anthyllis vulneraria* L., *Anthoxanthum odoratum* L., *Apium nodiflorum* (L.) Lag., *Arbutus unedo*, *Arrhenatherum sardoum**, *Asparagus acutifolius* L., *Avena barbata* Pott. ex Link, *Bromus hordeaceus* L., *B. sterilis* L., *Borago pygmaea* (DC.) Chater & W. Greuter*, *Brachypodium retusum* (Pers.) P. Beauv, *Carex caryophyllea* subsp. *insularis**, *Chenopodium bonus-henricus* L., *Clinopodium vulgare* L. ssp. *orientale* Bothmer, *Chondrilla juncea* L., *Crepis caespitosa* (Moris) Gren.*, *Cynosurus echinatus* L., *Dactylis glomerata*, *Echium anchusoides**, *Echium plantagineum* L., *Erica arborea*, *Erodium ciconium* (L.) L'Hér, *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér, *Festuca morisiana**, *Fragaria vesca* L., *Genista aetnensis* (Biv.) DC.*, *Geranium molle* L., *G. robertianum* L., *Glyceria notata* Chevall., *Juncus effusus* L., *Holcus lanatus* L., *Ilex aquifolium*, *Hypochoeris radicata* L., *Jasione montana* L., *Juncus inflexus* L., *Hedera helix* L., *Lactuca muralis* (L.) Gaertner, *Lathyrus aphaca* L., *L. cicera* L., *L. latifolius* L., *L. pratensis* L., *Lolium multiflorum* Lam., *L. perenne* L., *L. rigidum* Gaudin, *Lonicera cyrenaica**, *Lotus alpinus*, *Malva alcea* L., *M. sylvestris* L., *Medicago lupulina* L., *Mentha pulegium* L., *Oenanthe crocata* L., *O. fistulosa* L., *O. liseae* Moris*, *Onopordon illyricum* L., *Ornithopus compressus* L., *Phleum bertolonii* DC., *Phillyrea latifolia*, *Plantago major* L., *Poa angustifolia* L., *P. annua* L., *P. balbisii**, *P. compressa* L., *P. nemoralis* L., *P. pratensis* L., *P. trivialis* L., *Potentilla reptans* L., *Ranunculus cymbalarifolius**, *R. platanifolius*, *Reichardia picroides* (L.) Roth., *Rhamnus alpina* L., *Rubus ulmifolius* Schott, *Rumex pulcher* L., *R. hydrolapathum* L., *R. suffocatus* Moris ex Bertol.*, *Sanguisorba minor* Scop., *Scorzonera callosa**, *Silene vulgaris* (Moench) Garke, *S. latifolia* Poiret, *Smyrniium rotundifolium* L., *Sonchus oleraceus* L., *Sorbus aria*, *S. praemorsa**, *Teucrium chamaedrys* L., *Trifolium campestre* Schreb., *T. molinerii* Hornem, *T. ochroleucon* L., *T. nigrescens* Viv., *T. repens* L., *T. resupinatum* L., *T. subterraneum* L., *Trisetaria gracilis* (Moris) Banfi & Arrigoni, *Urospermum dalechampii* (L.) Scop. ex F.W. Schmidt, *Valeriana montana* L., *Vicia angustifolia* L., *V. cracca* L., *V. disperma* DC., *V. glauca* C. Presl., *V. lathyroides* L., *V. tenuifolia* Roth, *Viola dehnhardtii* Ten., *V. riviniana*, *Vulpia sicula* (C. Presl) Link.
- 10) Espèces de peu d'intérêt pour le pâturage en raison de leur très petite taille: *Aira caryophyllea* L., *Bellium bellidioides* L.*, *Erophila verna* (L.) Chevall., *Clypeola jonthlas-*

pii L., *Erodium maritimum* L'Hér., *Hornungia petraea* (L.) Reichenb., *Moenchia erecta* (L.) P. Gaertner, B. Meyer & Scherb., *Teesdalia coronopifolia* (J.P. Bergeret) Thell., *Thlaspi brevistylum* (DC.) Mutel *, *Galium parisiense* L., *Euphrasia genargentea* (Feoli) Diana Corrias*, *Odontites corsicus* (Loisel.) G. Don fil. *, *Parentucellia latifolia* (L.) Caruel, *Trifolium arvense* L., *T. strictum* L., *Veronica brevistyla* Moris*.

Conclusions

La présence des animaux herbivores à l'état libre, le pâturage et l'incendie dans la montagne du Gennargentu représentent un obstacle important pour la conservation des formations climaciques, mais, en même temps, ils constituent des facteurs très remarquables dans la sélection et la propagation de nombreuses espèces, qui ont un réflexe profond sur leur présence, abondance et répartition. D'autre part, par rapport aux animaux, les composés toxiques ou aromatiques, les épines, le type biologique et l'habitat, jouent un rôle clé dans la configuration de la phytodiversité du Gennargentu. De nombreuses espèces endémiques héliophiles, en particulier, ont avantage pour la présence des animaux et même des incendies, qui restaurent des conditions écologiques favorables à leur développement. Néanmoins, les pratiques traditionnelles ont subi une profonde transformation au cours des dernières décennies avec la disparition de la transhumance et la modification des règles de bonnes pratiques sur l'utilisation des terres de pâturage. Une plus grande attention à ces problèmes est souhaitable afin de comprendre mieux les dynamiques liées à un équilibre qui puisse concilier la protection et la conservation de la biodiversité et du paysage avec les différentes exigences de la pratique pastorale.

Références bibliographiques

- Arrigoni P. V. 1987: Contributo alla conoscenza della vegetazione del Monte Gennargentu, in Sardegna. – Boll. Soc. Sarda Sci. Nat. 25 (1986): 63-96.
- & Camarda I. 2015: La Flora del Gennargentu (Sardegna centrale). – Quad. Bot. Amb. Appl. **25(2004)**: 3-109.
- , —, Corrias, B., Diana S., Nardi, E., Raffaelli M. & Valsecchi, F. 1977-1991: Le piante endemiche della Sardegna: 1-202. – Boll. Soc. Sarda Sci. Nat. **16-28**.
- Aru, A., Baldaccini, P., Camarda, I., Ballero, M., Bocchieri, E. & De Martis, B. 1982: Ricerche pedologiche, floristiche e fenologiche sui pascoli del bacino del Rio s'Acqua Callenti (Villasalto, Sardegna sud-orientale). – Boll. Soc. Sarda Sci. Nat. **21**: 199-283.
- Bacchetta, G., Fenu, G., Guarino, R., Mandis, G., Mattana, E., Nieddu, G. & Scudu, C. 2013: Floristic traits and biogeographic characterization of the Gennargentu massif (Sardinia). – Candollea **68(2)**: 209-220.
- Bagella, S., Salis, L., Marrosu, G.M., Rossetti, I., Fanni, S. & Caria, M.C. 2013: Effects of long-term management practices on grassland plant assemblages in Mediterranean cork oak silvo-pastoral systems. – Pl. Ecol. **214(4)**: 621-631. doi: 10.1007/s11258-013-0194-x
- Brullo, S., Giusso del Galdo, G & Guarino, R. 2001: The orophilous communities of the *Pino-Juniperetea* class in the Central and Eastern Mediterranean area. – Fedd. Repert. **112(3-4)**: 261-308.
- Brunu, A. 2011: Sistematica, distribuzione, ecologia e aspetti gestionali delle foreste di tasso (*Taxus baccata* L.) e agrifoglio (*Ilex aquifolium* L.) in Sardegna. – Phd Thesis Univ. Sassari unpublished ID code: 5331.

- Bullitta, P. & Casu, S. 1980: Risultati di una prova di intensificazione foraggera su terreni marginali della collina sarda. – Riv. Agron. **14(1-2)**: 126-128.
- Caballero, R., Fernandez-Gonzalez, F., Pérez Badia, R., Molle G., Roggero, P. P., Bagella, S., Papanastasis, V., Fotiadis, G., Sidiropoulou, A. & Ispikoudis, I. 2011: Grazing systems and biodiversity in Mediterranean areas: Spain, Italy, and Greece. – Pastos **39(1)**: 9-154.
- Camarda, I. 1977: Ricerche sulla vegetazione di alcuni pascoli montani del Marghine e del Supramonte di Orgosolo (Sardegna centrale). – Boll. Soc. Sarda Sci. Nat. **16**: 215-250.
- 1982 : L'influence humaine dans la chaîne calcaire du Monte Albo (Sardaigne centre-orientale). – Coll. Phytosoc. **11**: 511-522.
- 1984: Studi sulla flora e sulla vegetazione del Monte Albo (Sardegna centro-orientale): 1. La flora. – Webbia **37(2)**: 283-327.
- 1989: Il censimento delle forme biologiche. – Pp. 19-26 in: SBI gruppo per la Floristica (ed.): Riunione scientifica su Problemi di rilevazione, interpretazione di flore locali. – Milano.
- 1990: Un approccio alla conoscenza dei pascoli naturali della Sardegna. – Pp. 30-59 in: Anonymous: Atti del Convegno Valorizzazione delle risorse produttive dei pascoli e salvaguardia dell'ambiente in Sardegna. – Cagliari.
- 1992: Formazioni forestali, incendio, pascolamento e degradazione del suolo. – Pp. 49-56 in: Anonymous: Convegno ERSAT: Difesa del suolo in Ambiente Mediterraneo, 12-14 giugno 1991. – Cagliari.
- 2004: La macchia mediterranea come ecosistema complesso. – Italus Hortus **11(4)**: 8-15.
- 2005 - Il fuoco e il pascolo come elementi del paesaggio. – Pp. 318-320 in: Caneva, G. (ed.) La Biologia vegetale per i beni culturali, **2**. – Firenze.
- , Carta L. & Brunu, A. 2015a: Il paesaggio vegetale e rurale del Gennargentu (Sardegna centrale) – Quad. Bot. Amb. Appl. **25(2014)**: 125-138.
- , Brundu G., Carta L., Vacca G., Brunu A., 2015b: Plant and grazing: an evaluation of the effects on Sardinian endemic plants conservation. – Fl. Medit. **25(special Issue)**: 263-275.
- Caredda, S. 1986: Aspetti agronomici della produttività dei pascoli. – Pp. 53-59 in: Anonymous, Risorse agro-forestali e sviluppo nella VIII Comunità montana Marghine-Planargia., Atti del convegno, 28 dicembre 1985, Macomer, Italia. – Sassari.
- , Ledda, S., Porqueddu, C. & Sulas, L. 1996: Pastoral value and forage production of grazed and nongrazed natural swards in a semi-arid Mediterranean area of Sardinia. – Pp. 395-399 in: Parente, G., Frame, J. & Orsi, S. (eds.) Grassland and Land Use systems. – Tavagnacco.
- Carta, L., Brunu, A., Brundu, G. & Camarda, I. 2015: Habitat e Vegetazione del Gennargentu (Sardegna centrale). – Quad. Bot. Amb. Appl. **25 (2014)**: 111-123.
- Dell, A., Hopkins, A. J. M. & Lamont, B. B. 1986: Resilience in Mediterranean-type ecosystems. – Dordrecht, Boston, Lancaster.
- Della Marmora, A. 1826: Voyage en Sardaigne. – Turin.
- Di Castri, F. 1981: Mediterranean type shrublands of the World. – Pp. 1-43 in: Di Castri, F., Goodal, D. W. & Specht, R. L. (eds.), Ecosystem of the World, **11**. – Oxford.
- Enne, G., Pulina, G., D'Angelo, M., Masala, G. 1998: The role of animal grazing behavior on land degradation in Mediterranean environments. – Agric. Medit. **128**: 126-131.
- Farris, E. & Filigheddu, R. 2008: Effects of browsing in relation to vegetation cover on common yew (*Taxus baccata* L.) recruitment in Mediterranean environments. – Pl. Ecol. **199**: 309-318.
- Francesconi, A. H. D. 1998: Grazing in Mediterranean ecosystems: a complex approach as addressed in the EU MEDALUS project. – Pp. 173-186 in: Papanastasis, V. P. & Peter, D. (Eds.), Ecological Basis of Livestock Grazing in Mediterranean Ecosystem. – Brussels.
- Gamisans, J. 1976: La végétation des montagnes corses. – Phytocoenologia **3(4)**: 425-498.
- 1977: La végétation des montagnes corses. – Phytocoenologia **4(1)**: 35-131.

- Le Houérou, H. N. 1981: Impact of man and his animals on Mediterranean vegetation. – Pp. 497-521 in: di Castri, F., Goodall D. W. & Pecht S. (Eds.), *Mediterranean type shrubland. Ecosystems of the World*, **11**. – Amsterdam.
- Naveh, Z. 1974: Effects of fire in the Mediterranean region. – Pp. 401-434 in: Kozłowski, T. & Ahlgren, C. E. (Eds.), *Fire and Ecosystems*. – New York.
- Nolan T., Pulina G., Sikosana J., Connolly J., 1999: Mixed animal type grazing research under temperate and semiarid conditions. – *Outlook Agric.* **2**: 117-128.
- Noy-Meir, I. 1995: Interactive effects of fire and grazing on structure and diversity of Mediterranean grasslands. – *J. Veg. Sci.* **6**: 701-710.
- Papanastasis, V. P. 2009: Restoration of Degraded Grazing Lands through Grazing Management: Can It Work?. – *Restor. Ecol.* **17(4)**: 441-445.
- Pignatti-Wikus, E., Pignatti, S., Nimis, P. & Avanzini, A. 1980: La vegetazione degli arbusti spinosi emisferici: Contributo alla interpretazione delle fasce di vegetazione delle alte montagne dell'Italia meridionale. – E.B.C. Collana Programma Finalizzato "Promozione Qualità Ambiente" AQ 1/79, C. N. R. – Roma.
- Pilla, F. & Pulina, G. 2014: Il paesaggio agro-zootecnico mediterraneo. – Pp. 113-126 in: Ronchi, B., Pulina, G. & Ramanzin, M. (Eds.), *Il paesaggio zootecnico italiano*. – Milano.
- Pisanu, S., Farris, E., Filigheddu, R. & Garcia, M. B. 2012 - Demographic effects of large, introduced herbivores on a long-lived endemic plant. *Pl. Ecology* **213**: 1543-1553.
- Pulina, G., Zanda, A., Enne, G. 1994: The impact of animal husbandry on the degradation of the soil. – Pp. 231-240 in: Anonymous, *Atti conferenza "Land use and soil degradation: MEDALUS in Sardinia"*. – Sassari.
- , Cappio-Borlino, A., d'Angelo, M., Francesconi, A. H. D. 1998: Grazing in Mediterranean ecosystems: a complex approach as addressed in the EU MEDALUS project. – Pp. 173-186 in: Papanastasis V. P. & Peter, D. (Eds.), *Ecological Basis of Livestock Grazing in Mediterranean Ecosystem*. – Brussels.
- Putzu, G., Bega, R. & Baratin, L. 2007: I pascoli naturali come elemento del paesaggio rurale sardo. – *Agribusiness Paesaggio Amb.* **10(1) (2006)**: 65-72.
- Roggero, P. P., Bagella, S. & Farina, R. 2002: Un archivio dati di Indici specifici per la valutazione integrata del valore pastorale. – *Riv. Agron.* **36(2)**: 149-156.
- Sternberg, M., Gutman, M., Perevolotsky, A., Ungar, E. D. & Kigel, J. 2000: Vegetation response to grazing management in a Mediterranean herbaceous community: a functional group approach. – *J. Appl. Ecol.* **37** : 224-237.
- Tomaselli, R. 1976 La dégradation du maquis méditerranéen: écologie, conservation et aménagement. – *Notes Techn. MAB* **2**: 35-76.
- Valsecchi, F. 1969: Ricerche sui pascoli della Sardegna: un pascolo presso la Foresta di Burgos (Sardegna Centrale). – *Ann. Fac. Agr. Univ. di Sassari* **17**: 1-21.

Adresse des auteurs:

Ignazio Camarda, Antonello Brunu, Luisa Carta & Gabriella Vacca,
Département d'Agriculture, Université de Sassari (Italie), Via De Nicola, 2, 07100-
Sassari, Italie. E-mail: gvh@uniss.it

