

SILVA LUSITANA

Ano XXIII Volume 23 n^{os} 1 e 2 Junho / Dezembro de 2015

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO AGRÁRIA E VETERINÁRIA

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO AGRÁRIA E VETERINÁRIA

Diretor

Miguel Pestana (INIAV)

Comissão Editorial

Alexandre M. Aguiar (INIAV)

Fernando Páscoa (ESA/IPC)

Helena Almeida (ISA/UL)

Helena Bragança (INIAV)

Inês Portugal e Castro (INIAV)

Isabel Videira Castro (INIAV)

Jorge Capelo (INIAV)

M^a Emília M. da Silva (UTAD)

Nuno Ribeiro (U. ÉVORA)

Raul Sardinha (PIAGET)

Teresa Soares David (INIAV)

Comissão Científica

António Correia Diogo (IST/UTL)

António Dinis Ferreira (ESAC/IPC)

Carlos Silva Neto (IGOT/UL)

Francisco C. Rego (ISA/UL)

João Bordado (IST/UTL)

João Ferreira Amaral (ISEG/UTL)

José António Santos (INETI)

José Carlos Rodrigues (IICT)

José Guilherme Borges (ISA/UL)

José Manuel L. Santos (U. MADEIRA)

José M. Cardoso Pereira (ISA/UL)

José Saporiti Machado (LNEC)

Margarida Tomé (ISA/UL)

Miguel Sequeira (U. MADEIRA)

Nuno Borralho (ISA/UL)

N^o Depósito Legal:

ISSN:

Consultores Internacionais

Alejandro Solla (Univ. de Extremadura, Espanha)

Coen Ritsema (Wageningen Univ., Netherlands)

Constantino M. Correia (PASA, Guiné-Bissau)

Frederic Bioret (U. Bretagne Occidentale, França)

João F. Cardoso (U. José Eduardos Santos, Angola)

Luís Constantino (World Bank Group, Nicarágua)

Natasha Ribeiro (U. Ed. Mondlane, Moçambique)

R. Kellison (North Carolina State Univ., USA)

Stephen Woodward (Univ. of Aberdeen, UK)

Witness Mojeremane (Col. of Agric., Botswana)

Assinaturas: A revista é publicada com uma periodicidade semestral.

Os pedidos de assinaturas devem ser enviados para: Comissão Editorial da **SILVA LUSITANA - INIAV** - Av. da República, Quinta do Marquês 2780-157 OEIRAS, Portugal.

E-mail: silva.lusitana@iniav.pt

Condições de assinatura, em 2015:

Portugal

Individuais: 15,00 €

Instituições: 20,00 €

Estudantes: 10,00 €

EU Countries

Individuals (27,50 €); Institutions (37,50 €)

Other Countries

Individuals (US\$42,5); Institutions (US\$57,5)

Número avulso: 12,50€

Proibida a reprodução sem a autorização expressa dos Autores.

Este número da **SILVA LUSITANA** teve o patrocínio de:



aimmp ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DE MADEIRA E MOBILIÁRIO DE PORTUGAL



SOCIEDADE PORTUGUESA DE CIÊNCIAS FLORESTAIS

Composição: Dalila Oliveira (INIAV)

Impressão:

Tiragem:

Editorial

Editada desde 1993, com 44 publicações periódicas, 14 Edições Especiais e mais de 500 artigos publicados, continua a ser a única revista científica nacional no domínio das Ciências Florestais e afins.

Tem como objetivo a divulgação nacional e internacional do conhecimento desenvolvido nessa área, com especial expressão da ciência florestal dos PALOP's, e como linhas de força do plano editorial a divulgação da investigação e experimentação em ações no âmbito da ecologia e defesa do ambiente, do melhoramento genético, da proteção florestal, da produção lenhosa e não lenhosa, da gestão e exploração dos recursos naturais e da sua adequada extração e transformação.

Inicialmente criada pela Estação Florestal Nacional (INIA), e atualmente pertencente ao Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P., a revista conta com uma *Comissão Científica*, constituída por individualidades de elevado e reconhecido prestígio científico, nacionais e estrangeiras, responsável pela seleção dos trabalhos a publicar segundo critérios de originalidade, de rigor científico e da clareza com que são apresentados, e com uma *Comissão Editorial* - responsável pela definição das linhas da atividade editorial e também pela qualidade, natureza e dignidade da forma e do conteúdo que a revista exige às suas publicações.

No mundo globalizado, a importância de uma publicação científica é avaliada pelo seu factor de impacto traduzido pela sua indexação em bases de dados internacionais (Scielo, CAB International, National Agricultural Library - USDA), pelo que será nossa preocupação reforçar o seu fator de impacto, assim como, a publicação dos seus artigos, preferencialmente, em língua inglesa, o que será naturalmente relevante para a fileira florestal portuguesa, não só em termos da divulgação científica, mas também na divulgação ao serviço das empresas e da economia.

A ambição da nova equipa editorial, a curto/médio prazo, será a concretização do aumento do fator de impacto da Revista e, conseqüentemente, da melhoria da sua globalização, não só em termos de autores, como também da divulgação do conhecimento produzido e para a transferência de tecnologias postas ao

serviço de produtores florestais, prestadores de serviços, empresas transformadoras, e das suas organizações.

Pretende-se também passar a promover anualmente um encontro temático com maior envolvimento dos atores económicos – sob tema a definir com os "sponsors", as associações de produtores, de prestadores de serviços e da indústria transformadora – que servirá de suporte a uma edição especial sob o título "SILVA LUSITANA – Cadernos Técnicos".

Conhecendo-se a importância do sector florestal e da sua fileira industrial que participa em 2,0% do PIB, promove no seu conjunto uma ocupação de 1,7% postos de trabalho e 5,6% do total das explorações portuguesas de mercadorias e bens, compensando a desequilibrada balança comercial nacional de produtos agrícolas, estamos convictos que esta proposta para a Revista irá dar um novo fôlego à Silvicultura Portuguesa.

Miguel Pestana
Diretor da Silva Lusitana

In Memoriam de Fernando Páscoa

Conheci o Fernando Páscoa ainda éramos estudantes no Instituto Superior de Agronomia, já lá vão quase 50 anos.

Natural da Praia de Mira, onde nasceu numa casa no meio da floresta, aí frequentou o ensino liceal tendo-o no entanto terminado já em Lisboa, para onde veio viver para casa da irmã a fim de prosseguir os seus estudos universitários na escola que desde jovem tinha escolhido - o Instituto Superior de Agronomia - e no curso que naturalmente haveria de escolher - o de Engenheiro Silvicultor - seguindo o conselho e os ensinamentos de seu Pai, o Mestre Páscoa, um dos mais prestigiados mestres florestais da sua época.

Nessa época, a maioria dos estudantes de Agronomia eram oriundos das mais diversas regiões do país, uma vez que a única escola que ministrava esta formação se encontrava em Lisboa.

O serviço militar, que na altura era obrigatório, levou-me a estar afastado uns anos do convívio dos antigos colegas de agronomia, razão pela qual só em 1976 voltei a encontrar o Fernando Páscoa no recém criado Instituto Nacional de Investigação Agrária (INIA), para onde ambos fomos trabalhar, integrados num núcleo de I&D florestal que haveria mais tarde de transitar, em 1979, para a então Estação Florestal Nacional, entretanto criada por fusão de uma série de instituições de investigação existentes sob tutela do Ministério da Agricultura.

Desde logo começámos a trabalhar juntos, quer na mesma área de investigação quer partilhando o gabinete, situação que se viria a prolongar por mais de vinte anos, quando ambos igualmente partilhámos o mesmo gabinete enquanto professores da Escola Superior Agrária de Coimbra.

O Fernando Páscoa, após terminar o curso de Silvicultura, iniciou a sua atividade profissional no extinto Fundo de Fomento Florestal como técnico

superior (1974-76), donde saiu para integrar o gabinete de planeamento do INIA, depois de uma curta passagem, em 1975, como adjunto do Ministro da Agricultura. Em 1979, quando da criação da Estação Florestal Nacional, optou por aí ingressar na carreira de investigação científica, instituição onde se manteve até 1988, data em que foi convidado pelo Secretário de Estado do Ensino Superior para presidir à comissão instaladora da Escola Superior Agrária de Coimbra, não sem antes ter obtido o grau de Mestre em Produção Vegetal (1985) e o grau de Doutor em Engenharia Florestal (1987), ambos conferidos pelo Instituto Superior de Agronomia com a máxima classificação.

Mais tarde, e no prosseguimento da sua carreira académica, realizou, em 1999, provas de agregação no Instituto Superior de Agronomia, tendo assim se tornado o primeiro professor coordenador do Instituto Politécnico de Coimbra a obter aquele grau, categoria que lhe conferiu o estatuto de decano da instituição.

No período que presidiu à Comissão Instaladora da Escola Superior Agrária de Coimbra (1988-1995) fundou o primeiro curso superior de engenharia florestal a ser ministrado por aquela escola, curso que, fruto do seu entusiasmo e dedicação à causa florestal, se tornou como uma das formações mais conceituadas a nível nacional.

Foi igualmente fundador e coordenador científico do Centro de Estudos de Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade (CERNAS), um centro de investigação sediado na Escola Superior Agrária de Coimbra, cuja atividade científica, desde a sua criação, em 2002, tem vindo a merecer as melhores referências pelos resultados alcançados pelas suas equipas de investigação e por parte das avaliações realizadas pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia aos centros de investigação universitários.

Na sua atividade de professor e investigador realizou também várias missões de estudo ao estrangeiro quer no âmbito de parcerias com outras instituições internacionais de ensino e investigação, quer como avaliador internacional de projetos de I&DE financiados pelo Banco Mundial e Comissão Europeia, quer ainda no âmbito da cooperação com os países de língua portuguesa nomeadamente em São Tomé e Príncipe, Guiné-Bissau, Guiné Equatorial e Brasil, país onde se deslocava com frequência, como professor convidado da Universidade de Santa Maria, no Rio Grande do Sul, e como consultor científico de inúmeros projetos de investigação com outras universidades sul americanas

tais como a Universidade de Montevideo, no Uruguai e a Universidade de Mendoza, na Argentina.

Para além da sua atividade docente o Fernando Páscoa exerceu igualmente cargos de direção em diversas instituições públicas e privadas, donde se destacam: CEO da empresa Horto-Beira (1993-96); presidente do Instituto para o Desenvolvimento Agrário da Região Centro (1993-96); Vice-Presidente Regional da *International Society of Tropical Foresters* (desde 2002); Presidente interino do Instituto Politécnico de Coimbra-IPC (2009); Presidente da Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais (2002-2010); Vogal do Colégio de Engenharia Florestal da Ordem dos Engenheiros (2004-2007); Provedor do Estudante do IPC, de entre outros cargos inerentes à sua função docente, como a Chefia do Departamento Florestal e a coordenação do curso de Engenharia dos Recursos Florestais da Escola Superior Agrária de Coimbra.

À data do seu falecimento exercia o cargo de Presidente do Conselho Geral do Instituto Politécnico de Coimbra, cargo para o qual fora eleito após se ter aposentado, como reconhecimento do seu prestígio académico, do profundo conhecimento que tinha da instituição e das suas evidentes qualidades humanas.

O Fernando Páscoa era um homem muito inteligente, dotado de uma grande generosidade e sensibilidade, e de uma honestidade intelectual a toda a prova. Por essa razão incomodava-o bastante o diletantismo, a arrogância e a falta de competência com que certas pessoas exerciam as suas profissões.

Talvez esta sua cultura de exigência lhe tivesse vindo dos seus tempos de jovem praticante da modalidade do remo, onde a competência, a força de vontade, a humildade e a dedicação constituem fatores determinantes para se chegar ao sucesso. Para além de várias vezes campeão nacional de *skiff* (embarcação de 1 só remador), foi mais tarde, já depois de ter abandonado a prática desportiva, nomeado selecionador nacional de remo pela sua reconhecida competência e elevados conhecimentos técnicos que tinha da modalidade.

Amante do montanhismo, do cicloturismo e de uma boa tertúlia em companhia dos seus amigos, frequentemente organizava na sua casa de Lisboa ou na de Mira, agradáveis convívios preparados por si e por sua mulher, a Teresa Thé, sua companheira de toda a vida, e que se prolongavam muitas das vezes pela noite fora em animadas conversas sobre peripécias das nossas vidas pessoais e

profissionais, se cantava ao som da viola que ele tocava, e se comia e bebia sempre muito bem. Sim, porque o Fernando para além de ser um ótimo cozinheiro era também "um bom garfo" e um grande conhecedor e colecionador dos bons vinhos portugueses, embora reconhecesse não ter espírito de colecionador ao afirmar, com graça, que o bom vinho era para ser bebido antes que se estragasse.

Era assim o Fernando Páscoa, sempre amigo dos seus amigos e sempre bem com a vida que ele tanto amou. Infelizmente a vida atraiçooou-o aos 65 anos de idade quando ainda tinha por realizar alguns projetos profissionais e tantas viagens e passeios para fazer com a família e os amigos.

Não voltaremos a tê-lo por companhia nos habituais almoços, no Mercado 31 de Janeiro, em Picoas, onde ele tanto gostava de ir comer uma boa cabeça de peixe ou na Praia de Mira a saborear um pitéu de raia, um verdadeiro manjar dos deuses, como ele dizia.

A 13 de Outubro perdi um grande amigo. Mas como disse Fernando Pessoa, "morrer é só não ser visto" e por isso a sua memória acompanhar-me-á sempre até ao fim dos meus dias.

Um último abraço, Fernando

Rui Oliveira e Silva

Nuevas Aportaciones al género *Eucalyptus* L'Her. (*Myrtaceae*) en Galicia

*Francisco Javier Silva-Pando e **Andrea Fernández Darriba

Resumen. Incorporamos 11 especies de eucaliptos a la Flora forestal gallega, lo que eleva a 40 el número de especies existentes, a las que añadir aquellas cultivadas en parques y jardines. Se incluye un eucalipto de origen híbrido, afín a *E. microtheca* F. Muell. Se descarta el uso del específico *rostrata* para designar cualquier material del género.

Palabras clave: *Eucalyptus*, Flora, plantación, asilvestrado, Galicia, España

Novas contribuições para o género *Eucalyptus* L'Hér (*Myrtaceae*) na Galiza

Sumário. Incorporamos 11 espécies da flora de floresta de eucalipto galego, elevando para 40 o número de espécies existentes, ao qual adicionam aquelas cultivadas em parques e jardins. Inclui um eucalipto de híbrido de fonte, semelhante ao *microtheca* e. F. Muell. O uso da *rostrata* específico será Descartado para designar qualquer material do género.

Palavras-chave: plantio de eucalipto, Flora, adaptado, Galiza, Espanha

New contributions to the genus *Eucalyptus* L'Hér. (*Myrtaceae*) in Galicia

Abstract. We incorporate 11 species of *Eucalyptus* to the Flora of the Galician forests, bringing to 40 the number of species, which add those grown in parks and gardens. *Eucalyptus* hybrid origin, related to *E. microtheca* F. Muell. is included. *Rostrata* use to designate any specific genre material is discarded.

Key words: *Eucalyptus*, Flora, planted tres, naturalized tres, Galicia, Spain

*Doctor en Biología, **Ingeniera de Montes

Herbario LOU. Centro de Investigación Forestal de Lourizán, SXMRM, Consellería de Medio Rural e do Mar, Xunta de Galicia, Apartado 127, 36080, Pontevedra, ESPAÑA
E-mail: francisco.javier.silva.pando@xunta.es

De nouvelles contributions au genre *Eucalyptus* L'Her. (Myrtaceae) en Galice

Resumé. Nous incorporons 11 espèces d'eucalyptus à la Flore forestière galicienne, ce que élève à 40 le nombre d'espèces existantes, à celles que ajouter ces cultivées en des parcs et des jardins. Il se comprend un eucalyptus d'origine hybride, afin à *E. microtheca* F. Muell. Il s'écarte l'usage du spécifique *rostrata* pour désigner n'importe quel espèces du genre.

Mots-clés: *Eucalyptus*, Flore, Plantation, sauvages, Galice, Espagne

Introducción

El género *Eucalyptus* fue descrito por Charles Louis L'Héritier de Brutelle, botánico francés establecido en Londres, a partir de plantas de *E. obliqua* L'Hér. recolectadas en Bruny Isles, Tasmania, por David Nelson en 1777 (KANTVILAS, 1996: 1). A pesar de ello, los primeros eucaliptos plantados en Europa lo fueron en el Royal Botanic Garden de Kew (Londres, Gran Bretaña) en 1774 (AITON, 1977; SILVA-PANDO & PINO PEREZ, 2015).

Su introducción en Galicia se ha situado hacia 1850 (SILVA-PANDO & PINO PÉREZ, 2015), de acuerdo a los datos disponibles, aunque la aparición de nuevos documentos o datos puedan adelantar la misma.

Actualmente en Galicia, los eucaliptales puros ocupan una superficie de 287.983 ha (20,3% de la superficie forestal), a las que hay que añadir 124.415 ha de mezclas con *P. pinaster* Aiton (MMAMRM, 2011: 12). Aunque la especie dominante es *E. globulus* Labill., se aprecia un incremento notable de *E. nitens* (Deane & Maiden) Deane, así como la presencia de otras especies plantadas en décadas anteriores.

Se han publicado diversos trabajos botánicos donde se citan especies ornamentales y asilvestradas o plantadas en repoblación. Los catálogos florísticos de diversos parques y jardines gallegos corresponden a plantaciones ornamentales, donde se incluyen un número reducido de especies, destacando el *Catálogo del Jardín Botánico de Lourizán* con 67 especies (SILVA-PANDO, 2012), SILVA-PANDO *et al.* (2000: 23) con 8 especies ornamentales y RODRÍGUEZ DACAL & IZCO (1994) con 11. Entre los trabajos con un contenido forestal destacamos a ARESES VIDAL (1953) sobre el Vivero central de Areas (Tui, Pontevedra), SILVA-PANDO & RIGUEIRO (1992) y FERNÁNDEZ ALONSO *et al.* (2011). El 4º Inventario Forestal Nacional (IFN) (MMAMRM, 2011) sólo recoge 3 especies. En la Tabla 1 se relacionan las especies citadas por estos autores – aunque varias de ellas eran conocidas y plantadas con anterioridad-, a los que añadir *E. pauciflora* Sieb. ex Spreng. ssp. *pauciflora*, *E. gunni* Hook. f. y *E. rudis* Endl. (SILVA-PANDO, 1994: 335; PAIVA, 1997: 82; SILVA-PANDO *et al.*, 2000: 23).

Como señala RITTER (2014: 643), la identificación de los eucaliptos, aunque crucial en muchas situaciones, es a menudo difícil, debido por un lado al desconocimiento de su procedencia y por otro a ligeras modificaciones que puedan aparecer por cultivarse en zonas alejadas de su origen. Debido al interés forestal y al objeto de conocer que especies se desarrollan en los montes de Galicia, se inició una labor de localización y recolección de material. En el presente trabajo se mencionan las especies no recogidas antes en la bibliografía

(Tabla 1), no teniendo en cuenta si ya han sido recogidas en catálogos de parques y jardines gallegos como ornamentales.

A efecto de este trabajo, y aunque actualmente hay una notable corriente de opinión a favor de dividir el género *Eucalyptus* en 3 géneros (*Eucalyptus*, *Angophora* y *Corymbia*) (cf. RITTER, 2014), hemos preferido mantener todas las especies bajo el mismo género.

Tabla 1 - Listado de especies de eucaliptos citados por los principales autores sobre el tema y que han sido plantados o se han naturalizados (en negrita el primer trabajo donde se recoge la especie) (No se incluyen las mencionadas en el catálogo de SILVA-PANDO (2011), correspondientes al Jardín Botánico de Lourizán)

Areses (1953)	Silva-Pando (1992)	García Martínez	Fernández Alonso <i>et al.</i> (2011)	IFN 4 (2011)
<i>E. amygdalina</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. botryoides</i>	<i>E. globulus</i>
<i>E. citriodora</i>	<i>E. obliqua</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. botryoides</i> × <i>E. saligna</i>	<i>E. viminalis</i>
<i>E. pauciflora</i>	<i>E. viminalis</i>	<i>E. gummi</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. nitens</i>
<i>E. eugenioides</i>	<i>E. macarthurii</i>	<i>E. viminalis</i>	<i>E. cinerea</i>	
<i>E. globulus</i>	<i>E. darlympleana</i>	<i>E. nitens</i>	<i>E. diversicolor</i>	
<i>E. obliqua</i>	<i>E. nitens</i>		<i>E. globulus</i> ssp. <i>globulus</i>	
<i>E. resinifera</i>	<i>E. delegatensis</i>		<i>E. globulus</i> ssp. <i>bicostata</i>	
<i>E. sideroxydon</i>	<i>E. resinifera</i>		<i>E. grandis</i>	
			<i>E. maculata</i>	
			<i>E. pulchella</i>	
			<i>E. robusta</i>	
			<i>E. saligna</i>	
			<i>E. tereticornis</i>	
			<i>E. x insizwaensis</i>	
			<i>E. × trabutii</i>	

Material y métodos

El área de estudio han sido las 4 provincias gallegas. La metodología empleada consistió en salidas al campo, herborización, secado y etiquetado del material y revisión del material recolectado y de pliegos del Herbario LOU. Una parte de las localidades prospectadas lo fueron a partir de indicaciones del

personal de los distritos forestales, Asociación Forestal de Galicia y diversos particulares. Los materiales recolectados por los autores han sido incluidos en el Herbario LOU (Lourizán, Pontevedra).

Para cada cita, los datos son los escritos en la etiqueta del pliego o los de nuestras libretas de campo. En aquellos en los que no consta algún dato de municipio o georreferencia en la etiqueta del pliego, la hemos añadido nosotros, indicándolas entre corchetes, si procedía.

La determinación se ha realizado mediante las floras básicas, monografías u otros trabajos que figuran en la bibliografía.

Resultados

Eucalyptus cephalocarpa Blakely

España, Pontevedra: Pontearreas, Bugarín, 29TNG4271, en repoblación, 16-XII-2014, Leg.: Andrea Fernández Darriba & Marina Bustos, det. Francisco Javier Silva-Pando (LOU 56554).

Pequeño rodal localizado en una masa de *Eucalyptus globulus* Labill., donde aparecen dispersos pies grandes y pequeños.

BLAKELY (1955: 174) lo considera diferente de *E. cinerea* F. Muell. ex Benth. por su mayor tamaño, hojas más estrechas, mayor número de yemas florales y distinta forma del fruto, mientras que CHIPPENDALE (1988: 373) señala que tiene los peciolo y las hojas más largas. Se considera mejor planta nectífera y con madera más durable

Eucalyptus coccifera J.D. Hook.

España, Pontevedra: O Rosal, 12-II-1994, Leg.: C. Villanueva & F. Márquez, det.: Francisco Javier Silva-Pando (LOU 20222, 20223, 20224).

Muestra algo atípica, por presentar inflorescencias de 9 flores (CHIPPENDALE, 1988: 192), cuando lo más frecuente son inflorescencias de 3 flores.

Su área natural se localiza en las zonas montañosas subalpinas de Tasmania.

Eucalyptus delegatensis R. Baker subsp. *delegatensis*

España, Pontevedra: Fornelos de Montes, Ventín, 29TNG4683, 770 m, pies aislados, 16-III-2015, Leg.: Andrea Fernández Darriba & Marina Bustos, det.: Andrea Fernández Darriba (LOU 57227); A Cañiza, Alto de Fontefría, 29TNG5675, 790 m, en repoblación, VII-1993, leg. & det.: Francisco Javier Silva-Pando (LOU 20270, 20271); Fornelos de Montes, Traspielas, 29TNG4484, 565 m, 16-III-2015, Leg.: Andrea Fernández Darriba & Marina Bustos, det.: Andrea Fernández Darriba (LOU 57232).

España, Ourense: Maceda, Escuadro, 29TPG1973, en repoblación, XII-2014, Leg.: Personal del Distrito Forestal XII, det.: Francisco Javier Silva-Pando (LOU 56802).

Eucalyptus delegatensis R. Baker subsp. *tasmaniensis* Boland
=*E. gigantea* J.D. Hook., non Denhnh. 1832

España, A Coruña: Boiro, Monte Iroite, 29TNH0628, 670 m, en repoblación, 24-XI-2014, Leg.: Andrea Fernández Darriba & Marina Bustos, det.: Andrea Fernández Darriba (LOU 56144).

España, Ourense: Baños de Molgas, Vide, 29TPG1173, pie aislado, 17-X-2014, Leg.: Personal del Distrito Forestal XII, det.: Francisco Javier Silva Pando (LOU 56799); Xunqueira de Espadañado, Ramil, 29TPG1385, pies aislados, 12-XII-2014, Leg.: Personal del Distrito Forestal XII, det.: Francisco Javier Silva-Pando (LOU 56800).

España, Pontevedra: A Lama, As Pontellas, 29TNH5498, 900 m, pie aislado, 19-III-2015, Leg.: Andrea Fernández Darriba & Marina Bustos, det.: Andrea Fernández Darriba (LOU 57226).

Durante las décadas del 50-80, se utilizó frecuentemente en España, tanto en trabajos técnicos como en documentos de trabajo y planes selvícolas, el binómen *E. gigantea* para designar estos dos taxones, que se solían plantar en zonas a altitudes superiores a los 400 m. Al final de ese periodo, BOLAND & DUNN (1985) estudiaron la variabilidad de la especie en su área natural y descubrieron que se podían diferenciar dos subespecies, una continental y otra restringida a la isla de Tasmania. BOLAND (1985), en base al citado trabajo, describió una nueva subespecie para la citada isla.

Además de los caracteres diferenciales señalados por BOLAND (1985: 174), referidos a la glaucescencia de las hojas juveniles, nos hemos basado principalmente en que la subespecie *tasmaniensis* tiene ligeramente menor número de yemas por inflorescencia, menor longitud de pedicelos y las hojas más cortas (BOLAND & DUNN, 1985); a estos caracteres NICOLLE (2006: 284)

añade presencia de hojas juveniles redondeadas y tallos verrugosos en las plántulas. Este último autor señala un posible comportamiento diferencial frente al fuego, por lo menos en su área natural.

Eucalyptus exserta F. Muell.

España, Pontevedra: Pontevedra, Río Lérez, bajo puente de ferrocarril, 29TNG3099, 29-IX-2007, leg. & det.: Francisco Javier Silva-Pando (LOU 571312).

Unos pocos ejemplares creciendo en el talud del puente del ferrocarril, junto a otros de *E. longifolia* var. *multiflora*. Recordemos que en el cercano parque de Monteporreiro (Pontevedra), se plantaron varias especies de eucaliptos en los años 20 del siglo pasado, aunque no tenemos constancia de cuales se emplearon.

Eucalyptus globulus subsp. *maidenii* (F. Muell.) Kirkpatr., *J. Linn. Soc. Bot.* 69: 101 (1974)

≡*E. maidenii* F. Muell., *Proc. Linn. Soc. New South Wales* ser. 2, 4: 1020 (1890)

España, Galicia: Sin localidad, 1992, Leg.: Molina, det.: Francisco Javier Silva-Pando (LOU 56522).

Muestra encontrada en cajas antiguas de pliegos depositada en el herbario del Centro de Investigación Forestal de Lourizán, no hay anotaciones de la localidad de recolección, aunque no hay dudas de su procedencia gallega.

PAIVA (1997: 81) la incluye como naturalizada en varias provincias del Suroeste peninsular.

RITTER (2014: 673) escribe mal la combinación de Kirkpatrick, cuya forma correcta se presenta arriba (CHIPPENDALE, 1988: 354).

Eucalyptus gunni J.D. Hook.

España, Galicia: Sin localidad, VI-1993, Leg.: Marisa Castro Cerceda, det.: Francisco Javier Silva-Pando (LOU 20265); Sin localidad, Leg.: Francisco Javier Silva-Pando, det.: Andrea Fernández Darriba (LOU 57238).

Muestras encontradas también entre pliegos sin preparar del Centro de Investigación Forestal de Lourizán; no existen anotaciones en cuanto la localidad de recolección.

PAIVA (1997: 82) la incluye como naturalizada en la provincia de Pontevedra, pero sin haber visto material de herbario y GARCÍA MARTÍNEZ (2008: 210) también la menciona en plantaciones gallegas, sin indicar localidad concreta.

Eucalyptus longifolia Link & Otto var. *multiflora* Maiden, *Crit. Rev. Gen. Eucalyptus* 6: 432 (1923)
≡ *E. longifolia* × *robusta*?

España, Pontevedra: Pontevedra, Río Léz, bajo puente de ferrocarril, 29TNG3099, 10 m, 29-IX-2007, leg. & det.: Francisco Javier Silva-Pando (LOU 57130).

Ejemplares aislados localizados junto a otros de *E. exserta* en la orilla del río Léz, junto a una pequeña playa fluvial.

Se adapta bien a la lámina de DE LA LAMA (1997) y CHIPPENDALE (1988: 434) lo considera un presunto híbrido, tal como indicó su descriptor.

En Portugal se ha señalado *E. longifolia* Link & Otto y *E. longifolia* var. *tubinata* (GOES, 1985).

Híbrido de *Eucalyptus microtheca* F. Muell. × ¿?

España, Ourense: Avión, Loiro, 29TNG6491, 440 m, pies aislados, 25-III-2015, Leg.: Andrea Fernández Darriba & Marina Bustos, det.: Francisco Javier Silva-Pando (LOU 57242).

Ejemplares con inflorescencias complejas, por tener umbelas axilares de pedúnculos cuadrangulares de 20-25 mm, y pedicelos de 5-6 mm, con 12-16 yemas fusiformes de 4 mm de largo, con opérculo cónico agudo; en estas umbelas algunos radios se prolongan y producen una nueva umbela con 3-4 yemas (Figura 1, 2). Los frutos tienen las valvas exertas pero sólo la parte superior de las mismas. El carácter híbrido vendría dado por esa presencia de umbelas axilares, atípicas para la especie, pues MUELLER (1859: 87) al describir la especie afirma "... umbellis solitariis vel paniculatis paucifloris...", además de por tener estas pedúnculos de 10 mm, 7 yemas por umbela y opérculo cónico obtuso, entre otras características (CHIPPENDALE, 1988; BOLAND *et al.*, 1987: 494).

De los híbridos que recoge CHIPPENDALE (1988), consideramos no corresponde a ninguno de ellos.



Figura 1 y 2 - Inflorescencias y frutos del presunto híbrido de *E. microtheca* F. Muell. (LOU 57242)

Eucalyptus polyanthemus Schauer

España, Pontevedra: O Rosal, A Valga, en repoblación, 8-IV-1994, Leg.: ANABAM & det.: Francisco Javier Silva-Pando (LOU 36342).

Se distingue de la mayoría de las especies de eucalipto por sus hojas adultas de ovadas a anchamente lanceoladas.

Hoy en día se reconocen 3 subespecies además de la típica (subsp. *longior* Brooker & Slee, subsp. *marginalis* Rule, subsp. *vestita* L.A.S. Johnson & K. Hill) (JOHNSON & HILL, 1990; RULE, 2004), aunque NICOLLE (2006: 198) parece

conceder validez sólo a la última subespecie, que se caracteriza por tener la corteza tipo *box*, persistente hasta las ramas medias, mientras la subespecie *polyanthemos* tiene casi toda la corteza lisa o en placas, desprendiéndose en grandes escamas; sobre las otras dos subespecies, existe una gran variabilidad entre individuos y poblaciones a través del área de la especie (BOLAND *et al.*, 1987: 536; NICOLLE, 2006: 198). La ausencia de corteza nos impide concretar la determinación.

Eucalyptus pryoriana L.A.S. Johnson

≡*E. viminalis* Labill. subsp. *pryoriana* (L.A.S. Johnson) Brooker & Slee

=*E. viminalis* Labill. var. *racemosa* F. Muell. ex Blakely

España, Ourense: Maceda, Piuca, 29TPG0880, pies aislados, XII-2014, Leg.: Personal del Distrito Forestal XII, det.: Francisco Javier Silva-Pando (LOU 57792); Xunqueira de Espadañado, Ramil, 29TPG1484, 12-XII-2014, Leg.: Personal del Distrito Forestal XII, det.: Francisco Javier Silva-Pando (LOU 56794); Avión, Bearíz, 29TNG6092, 455 m, 25-III-2015, Leg.: Andrea Fernández Darriba & Marina Bustos, det.: Andrea Fernández Darriba (LOU 57243).

Se distingue por la presencia de corteza rugosa sobre el tronco y ramas gruesas, mientras que *E. viminalis* presenta la corteza completamente lisa o sólo rugosa en la parte inferior del tronco (NICOLLE, 2006: 132; RULE, 2011: 4). RULE (2011: 4) señala que las inflorescencias de ambas especies pueden tener 3 o mezclas de 3 y 7 flores por inflorescencia.

En su área de natural, crece en terrenos arenosos costeros (CHIPPENDALE, 1988: 352; NICOLLE, 2006: 132), mientras que en Galicia crece en zonas de media montaña, como *E. viminalis*. En Galicia es plantado más frecuentemente *E. viminalis*.

Eucalyptus radiata Sieber ex DC. subsp. *radiata*

=*E. australiana* Baker & H.G. Smith

España, Pontevedra: Pontevedra, Ponte Bora, 29TNG3398, pies aislados, 16-XII-2014, Leg.: Andrea Fernández Darriba & Marina Bustos, det.: Andrea Fernández Darriba (LOU 56130); Ponte Caldelas, Pedamúa, 29TNG4196, 460 m, en

repoplación, 19-XI-2014, Leg.: Andrea Fernández Darriba & Marina Bustos, det.: Andrea Fernández Darriba (LOU 56517).

La primera de las muestras corresponde a un rodal localizado en el borde de la carretera con un único ejemplar adulto acompañado de varios jóvenes, probablemente originados a partir de semillas del ejemplar adulto y que tiene las hojas juveniles más estrechas, mientras que la segunda lo es a varios ejemplares sueltos en una masa de *E. globulus*, con las hojas juveniles algo más anchas.

El Dr. Rodríguez Dacal nos había traído hace tiempo unas muestras procedentes de un ejemplar de los jardines del pazo de Oca (Vedra, A Coruña).

Como especies cercanas tenemos *E. radiata* subsp. *sejuncta* L.A.S. Johnson & D.K. Hill, *E. robertsonii* (Blakely) L.A.S. Johnson & Blaxel [= *E. radiata* subsp. *robertsonii* Blakely] y *E. croajigolensis* L.A.S. Johnson & D.K. Hill, que se pueden separar por la siguiente clave (RULE & MOLYNEUX, 2011: 17):

1. Hojas adultas ligeramente azul-verdosas o verdes	2
1. Hojas adultas azul-grisáceas	3
2. Hojas juveniles lanceoladas o estrechamente lanceoladas	<i>E. radiata</i> subsp. <i>radiata</i>
2. Hojas juveniles anchamente lanceoladas	<i>E. radiata</i> subsp. <i>sejuncta</i>
3. Hojas juveniles estrechamente lanceoladas; oéculo anchamente conico	<i>E. robertsonii</i>
3. Hojas juveniles lanceoladas; opéculo obtuso o hemisférico	<i>E. croajigolensis</i>

De acuerdo a esta clave, llevamos las muestras a la especie tipo, hasta conocer materiales auténticos de la subsp. *sejuncta*.

E. radiata tiene un alto porcentaje de aceites esenciales (3,5% en destilación con máximos de 4,4%), fundamentalmente compuestos de cineol, pero esta ausente el fenantreno (BLAKELY, 1955: 223).

Eucalyptus regnans F. Muell.

España, A Coruña: Lousame, Ces, 29TNH1131, 400 m, en repoblación, 24-XI-2014, Leg.: Andrea Fernández Darriba & Marina Bustos, det.: Andrea Fernández Darriba (LOU 56147); Val do Dubra, Negreira, 29TNH2670, 350 m, 19-II-2015, Leg.: Andrea Fernández Darriba & Marina Bustos, det.: Andrea Fernández Dariba (LOU 57134).

Se considera la especie frondosa más alta del Mundo, fácilmente identificable por tener sus inflorescencias siempre agrupadas en pares, característica encontrada solo en esta especie de las presentes en Galicia, salvo lo indicado para *E. microtheca*.

Tiene un muy buen crecimiento y porte y según BOLAND *et al.* (1987: 505), es uno de los pocos eucaliptos que el fuego puede matar y que depende de la semilla para su regeneración.

"*Eucalyptus rostrata*"

En muchos trabajos ibéricos sobre eucaliptos se ha usado el binomen *Eucalyptus rostrata*, mayoritariamente de forma errónea. Fue A.J. Cavanilles el primero en describir un eucalipto bajo ese nombre (*E. rostratus* Cav., *Icon. Pl.* IV: 23, t. 342, 1797); posteriormente D.F.L.v. Schlechtendal describió otro eucalipto diferente bajo el mismo nombre (*E. rostrata* Schldl., *Linnaea* 20: 655, 1847), que, al utilizar un nombre empleado anteriormente y correctamente publicado, se convierte en nombre ilegítimo.

Segun PRYOR & JOHNSON (1971, vease CHEAPEENDALE, 1988: 447) *E. rostrata* Schldl. es un sinónimo de *E. camaldulensis* Dehnh. Sobre la planta descrita con ese nombre por CAVANILLES (1797: 23), tras revisar el Herbario MA, CAMERON (1955: 36s) ya había establecido que la misma era sinónimo de *E. robusta* Sm., conclusión a la que llega también el especialista en el género I.H. Brooker al revisar el mismo Herbario de Cavanilles y el pliego MA475678 (rev. 24-VII-1975) de ese autor (cf. GARILLETI, 1993: 157), opinión que confirma el propio icono de Cavanilles. Al haber sido publicado *E. robusta* unos meses antes que la planta de Cavanilles, es nombre prioritario.

Por tanto, el nombre *E. rostrata* no debería ser utilizado en trabajos científicos o técnicos pues puede inducir a error. De acuerdo a lo anterior, la nomenclatura de estas plantas queda de la forma siguiente:

E. robusta Sm., 1797
=*E. rostratus* Cav., 1797

E. camaldulensis Dehnh., 1832
=*E. rostrata* Schldl., 1847

Eucalyptus rubida Deane & Maiden

España, Pontevedra: Moraña, Lamas, 29TNH3517, 160 m, pies aislados, 23-XI-2014, Leg.: Francisco Javier Silva-Pando & Andrea Fernández Darriba, det.: Andrea Fernández Darriba (LOU 56521).

Pies aislados localizados en una masa de *E. globulus*.

Especie afín a *E. dalrympleana* Maiden, diferenciándose por el color rojizo de la corteza, las hojas juveniles glaucas y ramas, yemas y frutos inmaduros céreos (CHIPPENDALE, 1988: 35; NICOLLE, 2006: 122)

Eucalyptus tereticornis Sm. var. *media* (Blakely) Cameron

≡ *E. umbellata* (Gaertner) Domin var. *media* Blakely

= *E. tereticornis* × *camaldulensis*

España, Ourense: Avión, Pascais, 29TNG6195, 300 m, 13-VII-2003, leg. & det. Francisco Javier Silva-Pando (LOU 57236).

PRYOR & JOHNSON según CHIPPENDALE (1988: 441) consideran es un híbrido entre las especies señaladas.

Frente a *E. tereticornis* típico, se caracteriza por sus hojas adultas más estrechas, yemas más cortas y fruto algo menor.

Resultados

Ser incorporan 11 nuevos taxones al catálogo del género *Eucalyptus* que se desarrollan en Galicia (Tabla 1). De acuerdo a lo anterior, actualmente crecen en los montes gallegos, plantados o naturalizados, un total de 40 taxones (especies, subespecies o híbridos) del género *Eucalyptus*. Como ya se señaló, no se tienen en cuenta las especies existentes en parques, jardines o casas de campo.

Destacamos el presunto híbrido de *E. microtheca*, cuya estructura floral no se corresponde a lo indicado por CHIPPENDALE (1988).

También desaconsejar el uso del específico *rostrata* para cualquier material de *Eucalyptus*.

El origen de algunos de estos ejemplares es desconocido, pero algunos pueden proceder de pequeños rodales plantados por orden del ingeniero-director de la respectiva repoblación, práctica frecuente por parte de los responsables públicos durante los años 1940-1980. Probablemente, similar origen tiene las plantaciones de diversas especies de eucaliptos en las Islas Cies y Ons (BERNÁRDEZ-VILLEGAS, 2006; FERNÁNDEZ ALONSO *et al.*, 2011).

Varias de las especies citadas, como *E. cephalocarpa*, *E. pryoriana* y *E. radiata*, se pueden considerar asilvestradas pues al lado de algún ejemplar adulto, se encuentran un rodal con pies de pequeño tamaño. PAIVA (1997) incorpora para la Flora ibérica varias especies de eucaliptos naturalizados. Para Portugal, GOES (1985) recoge 121 especies, aunque una parte muy importante corresponde a especies cultivadas en arboretos o parcelas experimentales o de ensayo.

Sobre la fiabilidad de la determinación, dos elementos muy importantes son la corteza y su distribución y las hojas juveniles (GOES, 1985: 14). Normalmente las segundas suelen ser problemáticas de localizar, sobre todo en ejemplares de gran porte. Para la corteza, con las modernas cámaras digitales y los envíos por medios electrónicos, es de fácil obtención e identificación. Otro factor son las posibles diferencias morfológicas debidas a la aclimatación, que aunque pequeñas pueden dar lugar a algunas dudas. Incluso cuando se manejan guías y floras de Australia, se aprecian a veces variaciones entre las mismas.

El desconocimiento del origen de las muestras a veces puede hacer algo más difícil al determinación, o incluso, debido a la rápida evolución de la taxonomía del género y las múltiples nuevas especies descritas desde CHIPPENDALE (1988) (véase bibliografía), hace necesaria a continúa revisión de anteriores determinaciones. Actualmente estamos elaborando unas claves de determinación para las especies de eucaliptos que crecen, plantadas o asilvestradas, en los montes gallegos.

Agradecimientos

A Marina Bustos Vázquez, María José Rozados Lorenzo, Aurea Pazos Pereira y Eduardo Diz Dios por su ayuda en la recogida, preparación, etiquetado e incorporación del material al Herbario LOU. Al personal de los Distritos Forestales I (Ferrol), II Bergantinos-As Marinas Corunesas), III (Santiago-Meseta interior), IV (O Barbanza), V (Fisterra), VI (A Marina Lucense), VII (A Consagrada-Os Ancares), VIII (Terra de Lemos) y XIII (Valedoras-Trives), Servicio Provincial de Ourense y a Julio Ruiz (Asociación Forestal de Galicia), Ana Novo, Jesús Taboada, Juan Baladrón, Rubén Pino y Alvaro Moraña por la información y material suministrado. Uno de los autores (AFD) disfrutó de una bolsa de formación de la Consellería do Medio Rural do Mar. Este trabajo contó con financiación del Convenio INDITEX-Consellería do Medio Rural e do Mar.

Bibliografía

- ARESES VIDAL, R., 1953. *Nuestros parques y jardines, contribución al conocimiento de las plantas exóticas cultivadas en España*. Escuela Especial de Ingenieros de Montes. Madrid.
- BERNÁRDEZ VILLEGAS, J.G., 2006. *Estudio florístico de la 'Illa de Ons', Parque Nacional marítimo-terrestre de las islas Atlánticas de Galicia*. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- BLAKELY, W.F., 1965. *A key to the eucalypts*. Forestry and timber bureau Canberra.

- BOLAND, D.J., 1985. Taxonomic Revision of *Eucalyptus delegatensis* R.T. Baker (Myrtaceae). *Australian Forest Research* **15**: 173-181.
- BOLAND, D.J., DUNN, A.T., 1985. Geographic Variation in Alpine Ash (*Eucalyptus delegatensis* R.T. Baker). *Australian Forest Research* **15**: 155-171.
- BOLAND, D.J., BROOKER, M.I.H., CHIPPENDALE, G.M., HALL, N., HYLAND, B.P.M., JOHNSTON, R.D., KLEINING, D.A., TURNER, J.D., 1987. *Forest trees of Australia*. 4th Ed. Nelson Wadsworth-CSIRO. Melbourne.
- BROOKER, M.I.H., KLEINING, D.A., 1983. *Field guide to Eucalypts south-eastern Australia*. Inkata Press. Melbourne and Sydney.
- BROOKER, M.I.H., HOPPER, S.D., 1993. New series, subseries, species and subspecies of *Eucalyptus* (Myrtaceae) from Western Australia and from South Australia. *Nuytsia* **9**(1): 1-68.
- CAMERON, A.K., 1955. The *eucalyptus* species of Cavanilles. *Muelleria* **1**(1): 34-42.
- CARR, D.J., CARR, S.G.M., 1985. *Eucalyptus I. New or little-known species of the Corymbosae*. Phytoglyph Press.
- CARR, D.J., CARR, S.G.M., 1987. *Eucalyptus II. The rubber cuticle, and other studies of the Corymbosae*. Phytoglyph Press.
- CAVANILLES, A.J., 1797. *Icones et descriptiones plantarum*. IV: 1-82, t. 301-400. Regia Typographia Petro Jiliano Peretra. Madrid.
- CHIPPENDALE, G.M., 1988. *Eucalyptus, Angophora*. (Myrtaceae), In A.S. George (ed.), *Flora of Australia* **19**: 1-542. Australian Government Publishing Service. Canberra
- CHIPPENDALE, G.M., JOHNSTON, R.D., 1979. *Eucalypts*. South China Printing Co Lt. Hong Kong
- COOPEN, J.W.J., 2002. *Eucalyptus, the genus Eucalyptus*. Taylor and Francis.
- DE LA LAMA, G., 1977. *Atlas del eucalipto*. 5 tomos. Ministerio de agricultura. INIA-ICONA. Sevilla.
- FERNÁNDEZ ALONSO, J.I., BLANCO-DIOS, J.B., BERNÁRDEZ VILLEGAS, J.G., RIGUEIRO RODRÍGUEZ, A., 2011. *Flora y vegetación de las Islas Cies (Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia)*. Naturaleza y parques Nacionales. Serie técnica. MARM. Madrid.
- GARCÍA MARTÍNEZ, X.R., 2008. *Guía das plantas de Galicia*. Natureza Xerais. Edicións Xerais de Galicia. Vigo
- GOES, E., 1985. *Os eucaliptos. Identificación e monografía de 121 especies existentes em Portugal*. Portucel. Lisboa.
- JOHNSON, L.A.S., HILL, K.D., 1990. New taxa and combinations in *Eucalyptus* and *Angophora* (Myrtaceae). *Telopea* **4**: 37-108.
- KANTVILAS, G., 1986. The discovery of Tasmanian *eucalyptus*: an historical sketch. *Tasforests* **8**: 1-13.
- MAIDEN, J.H., 1924. *Critical revision of the genus Eucalyptus*. 6, Parts 51-60. Published by William Applegate Gullick. Sydney.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL., 2011. *Cuarto inventario forestal nacional*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal. AGSM Artes Gráficas. Albacete.
- MUELLER, F., 1859. Monograph of the *Eucalypts* of Tropical Australia. *J. Proc. Linn. Soc. Bot.* **3**: 81-101.
- NICOLLE, D., 1997. *Eucalypts of South Australia*. National Library of Australia
- NICOLLE, D., 2006. *Eucalypts of Victoria and Tasmania*. Bloomings books. Melbourne.

- PAIVA, J., 1997. *Eucalyptus* L'Hér. In S. Castroviejo, C. Aedo, C. Benedí, M. Laínz, F. Muñoz Garmendia, G. Nieto Feliner & J. Paiva (eds.), *Flora iberica* VIII: 76-82. Real Jardín Botánico- C.S.I.C. Madrid.
- RIGUEIRO, A.R., BERNÁRDEZ-VILLEGAS, J.G., RODRÍGUEZ DACAL, C., 2008. *Arbores e formacións senlleiras de Galicia*. Xunta de Galicia. Consellería de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible. Santiago de Compostela.
- RITTER, M., 2014. Field guide to the cultivated *Eucalyptus* (Myrtaceae) and how to edintified them. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **99**: 642-687.
- RODRÍGUEZ DACAL, C., IZCO, J., 1994. *Árboles Monumentales en el Patrimonio Cultural de Galicia*. 2 tomos. Consellería de Cultura, Comunicación Social e Turismo. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela.
- RULE, K., 2004. New taxa in *Eucalyptus* (Myrtaceae) for Victoria and notes on Victoria populations of *Eucalyptus calycogona*. *Muelleria* **20**: 9-32.
- RULE, K., 2011. Six new infraspecific taxa in *Eucalyptus* (Myrtaceae) for Victoria. *Muelleria* **29**(1): 3-15.
- RULE, K., MOLINEAUX, W.M., 2011. Two new mallee *Eucalyptus* (Myrtaceae) from Grippsland, Victoria. *Muelleria* **29**(1): 16-26.
- SANCHEZ DE LORENZO, J.M., LILLO, L.A., PEREZ, T.M.M., VILARDAGA, A.X., 2005. *Flora ornamental española*. Junta de Andalucía. Mundi Prensa. Sevilla.
- SCLECHTENDAL, D.E.F.L. von. 1847. II. Bestimmung und Beschreibung der von Dr. Behr in Sudastralien gesammelten Pflanzen. *Linnaea* **20**: 559-696.
- SILVA-PANDO, F.J., 2011. *Catálogo de la Flora Vasculare del Jardín Botánico de Lourizán*. Consellería do Medio Rural e do Mar. Santiago de Compostela.
- SILVA-PANDO, F.J., RIGUEIRO, A., 1990. *Guía de arbores e bosques de Galicia*. Editorial Galaxia. Vigo.
- SILVA-PANDO, F.J., PINO PÉREZ, R., 2015. The introduction of *Eucalyptus* into Europe and Spain. *Australian Forestry* (pendiente de aceptación).
- VON MUELLER, B.F., 1884. *Eucalyptographia. A descriptive atlas or the eucalypts of Australia and the adjoining islands*. Jhon Ferres.

Entregue para publicação em julho de 2015

Aceite para publicação em novembro de 2015

Recuperação de *Eirca tetralix* e *E. ciliaris* na Serra de Montemuro: Duas Espécies Próximas da Extinção Local

*Tiago Monteiro-Henriques^{1,2,3}, *Annalisa Bellu³, **Carlos Aguiar⁴ e ***Paulo Monteiro⁵

Sumário. A *Erica tetralix* e a *E. ciliaris* possuem atualmente, na serra de Montemuro, populações de muito pequena dimensão. No âmbito do projeto Life+ "HIGRO" foi realizado um ensaio de recuperação daquelas Ericáceas, testando-se: i) para a *E. tetralix*, a sementeira e o espalhamento de solo proveniente de uma pequena população ainda existente na serra; ii) para a *E. ciliaris*, a transplantação de espécimes e o espalhamento de solo, ambos provenientes de uma população ainda existente na serra. Entre as técnicas utilizadas para a recuperação de *E. tetralix*, o espalhamento de solo revelou-se a de maior sucesso tendo-se obtido, em média, 5,7 núcleos/m². Para o caso da *E. ciliaris*, foi também a técnica de espalhamento de solo que produziu os resultados mais interessantes: 16,7 núcleos/m². O sucesso obtido para o caso da *E. tetralix* é extremamente promissor, uma vez que se trata de uma espécie muito próxima da extinção local, na serra de Montemuro.

Palavras-chave: conservação, comunidades higrófilas, urzais-tojais, charnecas húmidas atlânticas, restauração

*Investigador (Doutorado), **Professor (Doutorado) e ***Mestre

¹ Centro de Estudos Florestais, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017, LISBOA

E-mail: tmh@isa.utl.pt

² Centro de Botânica Aplicada à Agricultura, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, LISBOA

³ CENTrum Educationis et Investigationis Oecologiae, CENTEIO, Lugar do Pragal, 3600-371, CAMPO BENFEITO

⁴ Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior Agrária de Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5300-253, BRAGANÇA

⁵ QUERCUS - Associação Nacional de Conservação da Natureza, Centro associativo do Calhau, Bairro do Calhau, Parque Florestal de Monsanto, 1500-045, LISBOA

***Erica tetralix* and *E. ciliaris* recovery in serra de Montemuro: two species close to local extinction**

Abstract. Presently *Erica tetralix* and *E. ciliaris* occur in very small populations in Serra de Montemuro. A restoration trial for the two species has been carried out within the Life+ "HIGRO" project, testing: i) for *E. tetralix*, seed sowing and spreading of topsoil harvested from a local small heather population; ii) for *E. ciliaris*, transplantation and spreading of topsoil also gathered from a local population. Of the techniques employed, topsoil spreading was the more successful for the recovery of *E. tetralix*, with 5.7 nuclei/ m² obtained on average. The introduction of heather topsoil also gave the most interesting results for *E. ciliaris*: 16.7 nuclei/ m². Our success in the trial is extremely promising, especially for *E. tetralix* as this species is quite near local extinction in Serra de Montemuro.

Key words: conservation, hygrophilous communities, Atlantic wet heaths, restoration

Le rétablissement de *Erica tetralix* et *E. ciliaris* à serra de Montemuro: deux espèces peches de l'extinction locale

Erica tetralix et *E. ciliaris* ont actuellement, à Serra de Montemuro, de très petites populations. Dans le cadre du projet Life+ "HIGRO" un essai de récupération a été effectué sur ces deux Ericaceae, avec l'objectif d'analyser des différentes techniques: i) pour *E. tetralix*, l'ensemencement et l'épandage de terre végétale récoltée dans une petite population locale de cette espèce; ii) pour *E. ciliaris*, la transplantation et aussi l'épandage de terre végétale également recueilli auprès d'une population locale de cette espèce encore existante dans les collines prochaines. Parmi les techniques utilisées pour la récupération de *E. tetralix*, l'épandage de terre végétale s'est avéré le plus de succès avec, en moyenne, 5.7 noyaux/m². Dans le cas de *E. ciliaris*, c'était aussi la technique d'épandage de terre qui a produit les résultats les plus intéressants: 16.7 noyaux/m². Le succès obtenu dans le cas de *E. tetralix* est extrêmement prometteur car elle est une espèce très proche de l'extinction locale, dans la Serra de Montemuro.

Mots-clés: conservation, communautés hygrophiles, landes humides atlantiques, restauration

Introdução

No âmbito do projeto Life+ "HIGRO - Ações demonstrativas para a conservação de habitats prioritários de montanha" (LIFE09 NAT/PT/000043) foram levantadas no SIC "Serra de Montemuro" as áreas húmidas com potencial de ocorrência de comunidades higrófilas, correspondentes aos urzais-tojais meso-higrófilos e higrófilos pertencentes à *Daboecion cantabricae* p.p., *Ericenion umbellatae* p.p.min. e *Genistion micrantho-anglicae* da classe *Calluno-Ulicetea*, habitat prioritário da Rede Natura 2000 (4020*pt1 - Charnecas húmidas atlânticas temperadas de *Erica ciliaris* e *Erica tetralix*). Estas comunidades ocorrem em pequenas depressões húmidas, onde existe acumulação de água durante grande parte do ano.

No SIC "Serra de Montemuro" estas áreas húmidas correspondem quer a terrenos comunitários quer a terrenos privados que sofreram diferentes tipos de uso e pressões ao longo dos tempos. Em relação aos terrenos comunitários, é referida ainda hoje pela população mais idosa, a longa e continuada ação humana nestas áreas, nomeadamente o pastoreio e a intensa roça de matos (nos terrenos de uso comunitário, a roça de matos chegava a ser realizada à enxada, em áreas já com reduzida cobertura vegetal, por pessoas que não possuíam terras para o efeito). Em relação aos terrenos privados, a intensidade do uso tem/tinha relação com a dimensão da família que o explora/explorava e do número de cabeças de gado que esta possui ou possuía. Por conseguinte, enquanto os terrenos de uso comunitário se apresentam em geral degradados ou empobrecidos, os terrenos privados apresentam um grau de conservação variável, apresentando, em geral, um maior número de valores naturais que os primeiros.

Desde meados do século XX, simultaneamente ao início do grande abandono dos territórios rurais, assistiu-se a um aumento progressivo dos incêndios, que atingem hoje grandes proporções em área e em número de ocorrências/ignições. Na [Figura 1](#), pode observar-se o número de vezes que b território ardeu, entre 1990 e 2009, constatando-se que: i) os territórios não ardidos correspondem a terrenos agrícolas ou lameiros próximos das povoações; ii) as áreas que arderam um maior número de vezes correspondem a terrenos que se encontram mais afastados das povoações, onde crescem sobretudo matos altos (nos terrenos antes agricultados) e matos baixos (nos terrenos mais próximos dos cumes); iii) embora existam quer terrenos privados, quer de uso comunitário ardidos, parece ter existido um maior número de repetições de incêndios nas áreas de uso comunitário (e.g. Alagoa de D. João, baldio de Cotel, baldio da Panchorra e baldio de Faifa). Porém, tais queimadas

são realizadas sobretudo no inverno e terão pequena dimensão, não sendo por isso, provavelmente, cartografadas no âmbito da cartografia de áreas ardidas, não representando uma ameaça tão elevada como os incêndios das estações mais quentes e secas.

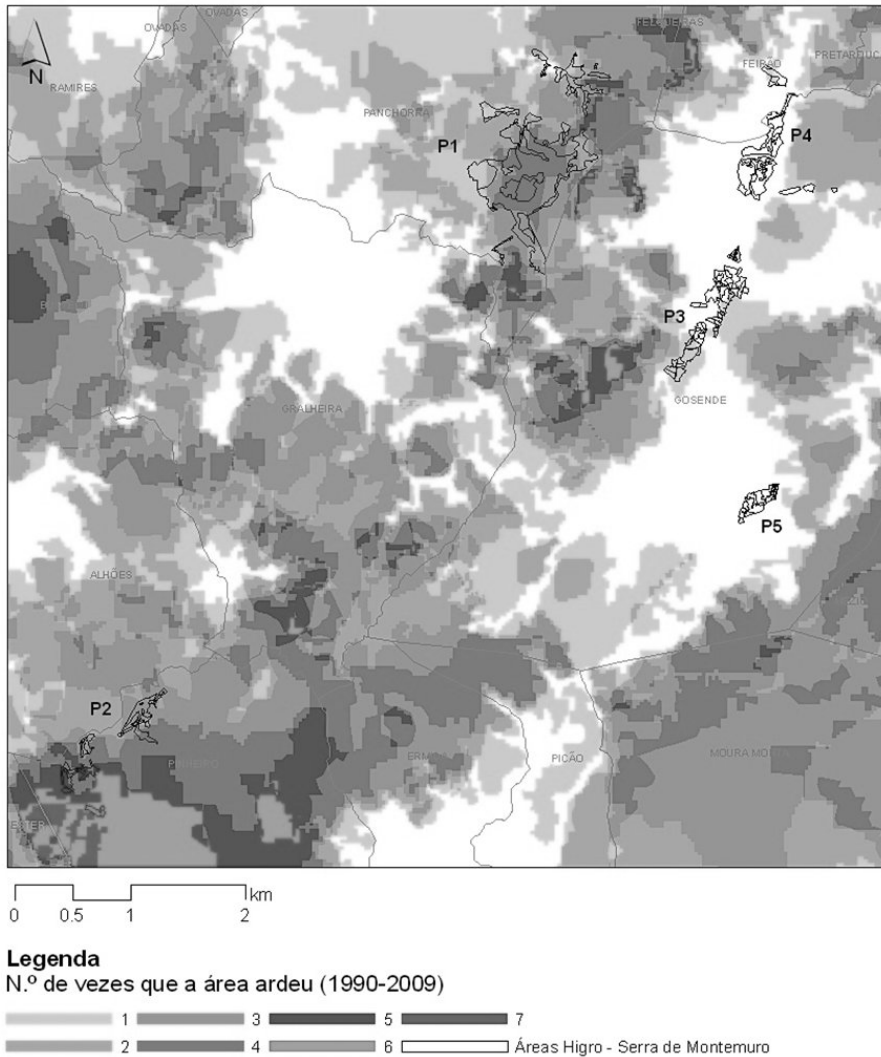


Figura 1 – Número de vezes que o território ardeu entre 1990 e 2009, adaptado da cartografia de áreas ardidas (Autoridade Florestal Nacional 2011) e áreas húmidas da serra de Montemuro

Aspetos relevantes na recuperação de Erica tetralix e E. ciliaris

BANNISTER (1966) e Rose, Bannister & Chapman (1996) reviram a biologia reprodutiva, ecologia, corologia e fenologia da *E. tetralix* e *E. ciliaris*, respetivamente. De seguida, apresentam-se resumidamente os resultados mais relevantes recolhidos por estes autores, no que respeita à resposta ao fogo, pastoreio, drenagem e reprodução/propagação.

No que concerne à *E. tetralix*, segundo BANNISTER (1996), esta pode tornar-se dominante depois do fogo, após regeneração dos rebentos basais. Porém, nas comunidades dominadas por *Calluna vulgaris* e *Molinia coerulea*, os fogos recorrentes levam ao desaparecimento de *E. tetralix* e à substituição por arrelvados dominados por *M. coerulea*. A *E. tetralix* tem uma resistência razoável ao pastoreio, devido à capacidade regenerativa dos rebentos basais, mas o pastoreio excessivo degrada os urzais afetando as diferentes espécies arbustivas, levando à dominância exclusiva de hemicriptófitos.

A drenagem pode implicar um aumento temporário da cobertura de *E. tetralix*, mas pode levar à sua eliminação a longo prazo, por competição de espécies mesófilas.

Sempre de acordo com BANNISTER (1966) para fins de reprodução e propagação da espécie, a semente é recolhida a partir de setembro-outubro, conforme as condições locais. Cada cápsula contém entre 60 a 100 sementes (porém ca. 60% não germina, em condições naturais). A germinação natural ocorre quer pouco depois da queda da semente, quer na estação vegetativa seguinte. Os ensaios de germinação realizados (BANNISTER, 1966) revelaram que a mesma se inicia duas semanas depois da sementeira. Em condições húmidas a germinação é fácil e sem pré-tratamentos especiais. Uma boa taxa de germinação (60%) pode-se conseguir após conservação das sementes em lugar seco, sendo melhor em plena luz. Nos ensaios a temperatura ótima para a germinação foi de 25°C, sem flutuações, mas resultados igualmente bons foram obtidos com temperatura a flutuar de 2 a 30°C. O pré-tratamento com frio não substituiu as exigências de luz, que resultaram menores em sementes mais velhas. Em ensaios de germinação realizados em estufa não aquecida, a taxa de germinação variou com o substrato usado: 50-60% de germinação em solo mineral e húmus; 80% em turfa (BANNISTER, 1964). A germinação é razoável mesmo em terrenos encharcados e ocorre mesmo após cobertura de água por longos períodos de tempo (3 meses). O desenvolvimento das plântulas revelou-se melhor e mais rápido sobre solo mineral drenado (não encharcado).

No que respeita à *E. ciliaris*, Rose, Bannister & Chapman (1996) referem que esta apresenta uma rápida regeneração após o fogo (*E. ciliaris* e *E. tetralix* podem

dominar passados dois ou três anos, enquanto nos urzais mais secos, a *Calluna vulgaris*, de crescimento mais lento, pode dominar passados 5 anos). *Ulex minor* regenera mais rapidamente do que a *E. ciliaris* (FORGEARD, 1990), conduzindo a comunidades monoespecíficas de tojo que impedem a instalação ulterior de *E. tetralix*. O pastoreio excessivo degrada os urzais afectando as diferentes espécies arbustivas, levando à dominância exclusiva de hemicriptófitos (RATCLIFFE, 1959). Ambas as espécies, *E. ciliaris* e *E. tetralix*, são menos palatáveis do que a *Calluna vulgaris*, o que faz com que, no caso de Montemuro, o pastoreio se afigure como uma medida de gestão mais adequada do que o fogo. A roça regular, e.g. nas bermas de estradas, parece favorecer o crescimento mais vigoroso dos híbridos entre as duas *Ericae* (CHAPMAN and ROSE 1994).

Os mesmo autores referem que, embora o crescimento em locais mais secos seja inferior em relação aos mais húmidos, a *E. ciliaris* tolera as condições de drenagem melhor do que a *E. tetralix*. A germinação é facilitada em terrenos perturbados e abertos. Na natureza, a reprodução por semente é comum apenas após um fogo ou em solos perturbados. Normalmente a propagação é vegetativa, dada a fácil produção de raízes adventícias nos ramos prostrados. A maturação da semente ocorre desde o fim de agosto até outubro (caindo até novembro). Em condições naturais, a germinação é imediata ou na primavera seguinte. Os ensaios de germinação de sementes revelaram que estas germinam logo após a recolha sobre substrato húmido a 20°C, iniciando-se na terceira semana e com taxa de sucesso de ca. 45%, após 4 meses. De acordo com o reportado por Rose, Bannister & Chapman (1996), alguns pré-tratamentos não produziram resultados diferentes, tais como frio, fotoperíodo de 12/12 h e temperatura a variar de 14 a 26°C. Porém, a imersão de cinco minutos em água a 50°C aumentou a taxa de germinação. A espécie apresenta um melhor desempenho vegetativo (nas ilhas Britânicas) sobre solo mineral húmido e turfa pouco profunda.

Tendo em conta o exposto nos dois últimos parágrafos, é nossa opinião que as populações de *Erica tetralix* e *E. ciliaris* de Montemuro se encontram hoje muito reduzidas, caminhando mesmo para uma extinção local, conhecendo-se atualmente apenas uma população de *E. tetralix* (detetada no decorrer do projeto, em terrenos privados) e, muito recentemente descobertas, duas populações de *E. ciliaris*. De facto, de acordo com Sequeira (com. pess.) e ALMEIDA (2009) o estado de conservação de tais comunidades seria muito mais elevado há apenas 10 a 20 anos, estando presentes estas mesmas e outras espécies relacionadas (e.g. *Drosera rotundifolia*); porém no âmbito das diversas visitas realizadas para caracterização das áreas cartografadas, aquelas espécies não foram detetadas nos locais onde antes tinham sido encontradas. Assim

sendo, no âmbito do projeto Higro, foi realizado um ensaio de recuperação de *E. tetralix* e *E. ciliaris*, testando-se a sementeira, plantação e espalhamento de solo, contendo banco de sementes, proveniente das pequenas populações ainda existentes na serra, nomeadamente originárias do lugar dos Lagoais (Campo Benfeito), para o caso da *E. tetralix*, e das imediações do lugar do Outeiro do Nuno (já na vertente para o Mezio), para o caso da *E. ciliaris*. O ensaio foi realizado num terreno baldio de Campo Benfeito no lugar dos Lagoais.

Metodologia e implementação

No sentido de avaliar o sucesso da sementeira/plantação, realizou-se um ensaio no lugar de Lagoais, Campo Benfeito com início na segunda semana de maio de 2012, em 24 quadrados de 1 m x 1 m, vedados. Foram testados as seguintes ações:

- i) a sementeira de *E. tetralix* (sementes recolhidas no verão de 2011, no lugar de Lagoais);
- ii) espalhamento de terra proveniente de áreas contíguas à população de *E. tetralix* (no lugar de Lagoais);
- iii) espalhamento de terra proveniente de áreas contíguas à população de *E. ciliaris* (provenientes da serra de Bigorne/Outeiro do Nuno);
- iv) plantação de exemplares de *E. ciliaris* (recolhidos na população da serra de Bigorne/Outeiro do Nuno).

A distribuição dos 24 quadrados de 1 m x 1 m (12 para cada espécie de *Erica*) foi estratificada de acordo com a [Figura 2](#), onde se representa uma das quatro transecções instaladas (duas para cada lado da pequena linha de água que atravessa a área em causa). Assim, cada quadrado dedicado à *E. tetralix* foi dividido ao meio (no sentido do maior declive), efetuando-se a sementeira de sementes recolhidas no ano anterior (2011) numa das metades e o espalhamento de terra proveniente de áreas contíguas à população de *E. tetralix* na outra metade. Nos quadrados dedicados à *E. ciliaris* foi igualmente realizado o espalhamento de terra proveniente de áreas contíguas à população de *E. ciliaris* (serra de Bigorne/Outeiro do Nuno) em metade do quadrado de 1 m x 1 m e, na restante metade, foram plantados 4 pés de *E. ciliaris* provenientes da população referida.

As quatro ações enumeradas acima foram realizadas nos 24 quadrados, onde foi previamente cortada a vegetação presente (ao nível radicular, por

Form

Elim

decapagem dos *circa* 5 cm iniciais do solo). A decapagem foi executada e o solo exposto na segunda semana de maio. As ações ii), iii) e iv) foram executadas no dia 15 de maio de 2012. A ação i) foi apenas realizada nos quadrados mais secos (vegetação mesófila, *vide* [Figura 2](#)), uma vez que os restantes apresentavam ainda água livre, corrente. No dia 14 de junho de 2012 foi realizada a sementeira nos quadrados em falta, apesar de alguns apresentarem ainda quantidade de água significativa, porém já sem corrente visível.



Figura 2 – Transecção-tipo do ensaio. Dentro de cada área vedada, os quadrados de 1 m x 1 m distam 0,5 m entre eles. Os quadrados distam 0,5 m da vedação, nas zonas representadas como mais estreitas, e 1 m nas zonas representadas como mais largas, de modo a facilitar a mobilidade dentro da área vedada e evitar o acesso do gado

A 14 de junho de 2012 (por altura da sementeira nos quadrados mais húmidos), foi realizado um levantamento fotográfico de todas as parcelas. Em 25 de outubro de 2013 foi realizado um segundo levantamento fotográfico e procedeu-se à contagem *in situ* dos núcleos estabelecidos, no sentido de avaliar o sucesso do ensaio.

Resultados

No **Quadro 1**, apresenta-se o número de núcleos de *E. tetralix* e *E. ciliaris* obtidos em cada parcela, de acordo com cada técnica utilizada. As plantas, em geral, apresentavam dimensões bastante reduzidas mas idênticas à vegetação envolvente e um bom vigor vegetativo.

Algumas parcelas receberam alguma sedimentação de cinzas devido aos fogos circundantes, não parecendo ter sido suficiente para soterrar núcleos de *Erica*. O corte de solo realizado em cada parcela aproximou a superfície da parcela ao nível freático, o que permitiu que as parcelas se mantivessem húmidas o suficiente para não terem ardido.

Quadro 1 - Número de núcleos de *E. tetralix* e *E. ciliaris* obtidos de acordo com cada intervenção

Transecção	Posição	<i>Erica tetralix</i>		<i>Erica ciliaris</i>	
		Sementeira	Espalhamento de Solo	Plantações	Espalhamento de Solo
01	Meso	3	3	2	3
01	Higro	0	0	0	0
01	Hidro	0	1	3	1
02	Meso	0	0	3	0
02	Higro	1	12	2	11
02	Hidro	0	0	0	0
03	Meso	4	7	2	11
03	Higro	0	8	0	14
03	Hidro	0	0	0	8
04	Meso	0	0	1	5
04	Higro	0	3	1	28
04	Hidro	0	0	1	19
Total		8	34	15	100

Discussão

Entre as técnicas utilizadas para a recuperação de *E. tetralix*, o espalhamento de solo revelou-se a de maior sucesso tendo-se obtido, em média, 5,7 núcleos por metro quadrado, tendo 50% das parcelas apresentado núcleos da espécie. A

técnica de sementeira, produziu resultados menos interessantes (1,3 núcleos por metro quadrado), com apenas 17% das parcelas a apresentarem núcleos.

Para o caso da *E. ciliaris*, a técnica de espalhamento de solo produziu resultados muito interessantes (16,7 núcleos por metro quadrado, 75% das parcelas com núcleos). Os espécimes de *E. ciliaris* que foram plantados apresentaram uma taxa de sucesso de 31%.

Em conclusão, a técnica de espalhamento de solo produziu os melhores resultados para ambas as espécies. Os resultados do espalhamento de solo para o caso da *E. tetralix* é extremamente promissor, uma vez que se trata de uma espécie próxima da extinção local. Foi utilizada uma porção de solo muito pequena, para evitar perturbação desnecessária à única população conhecida. Os resultados da técnica de sementeira de *E. tetralix*, apesar de ter produzido muito poucos núcleos, levam a crer que as sementes da pequena população ainda possui capacidade germinativa.

Referências bibliográficas

- ALMEIDA, J.D., 2009. *Flora e Vegetação das Serras Beira-Durienses*. Tese de doutoramento/Ph.D. thesis, Coimbra: Universidade de Coimbra - Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- AUTORIDADE FLORESTAL NACIONAL, 2011. Cartografia nacional de áreas ardidas 1990-2009 – Autoridade Florestal Nacional. <http://www.afn.min-agricultura.pt/portal/dudf/cartografia/cartograf-areas-ardidas-1990-2009> (Consultado em: 7 de Março de 2012).
- BANNISTER, P., 1964. The Water Relations of Certain Heath Plants with Reference to their Ecological Amplitude: III. Experimental Studies: General Conclusions. *The Journal of Ecology* **52**: 499. doi: 10.2307/2257846
- BANNISTER, P., 1966. *Erica tetralix* L. *Journal of Ecology* **54**(2): 795–813.
- CHAPMAN, S.B., ROSE, R.J., 1994. Changes in the distribution of *Erica ciliaris* L. and *E. x watsonii* Benth. in Dorset, 1963-1987. *Watsonia* **20**: 89-95.
- FORGEARD, F., 1990. Development, growth and species richness on Brittany heathlands after fire. *Acta Oecologica* **11**: 191-213.
- RATCLIFFE, D.A., 1959. The Vegetation of the Carneddau, North Wales: I. Grasslands, Heaths and Bogs. *The Journal of Ecology* **47**: 371. doi: 10.2307/2257373
- ROSE, R.J., BANNISTER, P., CHAPMAN, S.B., 1996. *Erica ciliaris* L. *Journal of Ecology* **84**: 617-628.

Entregue para publicação em outubro de 2014

Aceite para publicação em novembro de 2015

Evaluation of the Potential of a Superabsorbent Polymer for Attenuating Spring Soil Water Stress in Alentejo

***Maria Belard-Fonseca, **Abel Rodrigues, ***Fátima Rosa, **Paulo Godinho-Ferreira **Miguel Casquilho¹**

Abstract. In Mediterranean agricultural areas, superabsorbent polymers (SAP) can be beneficial in minimizing water stress in the hot seasons. SAPs can absorb and release significant quantities of water (100 to 1000 g per gram of polymer) promoting root and shoot growth (HÜTTERMAN *et al.*, 2009) and improve water and nutrients assimilation by plants (EL-REHIM *et al.*, 2004). Field results also showed that biomass productivity can increase up to 38% in grassland in Mediterranean conditions (CASQUILHO *et al.*, 2013) or up to more than 200% in roots, branches or leaves in poplar plants in semiarid regions (HÜTTERMAN *et al.*, 2009).

In this work a characterization of a sodium polyacrylate SAP swelling capacity was done by absorption-desorption tests in laboratory in distilled and tap water and in aqueous solutions of typical soil salts, sodium chloride, ammonium sulfate or iron sulfate, which counter the effect of the SAP, lessening its water absorbency. Laboratory tests were also done with acidic solutions of nitric acid. The ionic concentrations and acidity on aqueous solutions were higher than the conditions in soil solutions. So, the results given by using laboratory data as input to an empirical deterministic relational model, for predicting SAP water release on soil in spring, were conservative. The model, also based on physical data on soil moisture and precipitation obtained with automatic weather stations, was implemented through a geographical information system software to evaluate the impact of soil application of SAP in spring in a transect of five

*MSc, ***Senior Professor, **Senior Researcher¹, Department of Chemical Engineering, Instituto Superior Técnico, University of Lisbon, Av. Rovisco Pais, IST, 1049-001, LISBON

E-mail: mcasquilho@tecnico.ulisboa.pt

**Senior Researcher, INIAV, Ministry of Agriculture, Av. da República, Quinta do Marquês, 2780-157 OEIRAS

E-mails: abel.rodrigues@iniav.pt; paulo.godinho@iniav.pt

municipalities of Southern Portugal. The model indicated that the polymer can increase soil moisture by about fifteen times and that SAP was more efficient in retaining soil water under conditions of lower precipitation.

This simulation also indicated that about 37 000 ha or 9% of the total area of the five municipalities could benefit from the polymer application, in terms of biomass productivity of annual cultivations under unirrigated agricultural regime.

Key words: superabsorbent polymer, water stress, sodium polyacrylate, biomass, geographical information systems

Avaliação do potencial dum polímero superabsorvente para atenuação do *stress* hídrico na primavera no solo no Alentejo

Sumário. Em áreas agrícolas do Mediterrâneo, os polímeros superabsorventes (SAP) podem ser benéficos para minimizar o *stress* hídrico nas estações quentes. Os SAPs podem absorver e libertar quantidades significativas de água (100 a 1000 g por grama de polímero) promovendo o crescimento da raiz e parte aérea (HÜTTERMAN *et al.*, 2009) e melhorando a assimilação de água e nutrientes pelas plantas (EL-REHIM *et al.*, 2004). Os resultados de campo também mostraram que a produtividade de biomassa pode aumentar até 38% na pastagem nas condições mediterrânicas (CASQUILHO *et al.*, 2013) ou até mais de 200% em raízes, ramos ou folhas de choupo em regiões semi-áridas (HÜTTERMAN *et al.*, 2009).

Neste trabalho, fez-se uma caracterização do *swelling* de SAP de poliacrilato de sódio por meio de testes de absorção-dessorção em laboratório em água destilada e da torneira e em soluções aquosas de sais típicos do solo, cloreto de sódio, sulfato de amónio ou sulfato de ferro, que contrariam o efeito do SAP, diminuindo a sua absorção de água. Os testes laboratoriais também foram feitos com soluções ácidas de ácido nítrico. As concentrações iónicas e a acidez em soluções aquosas eram maiores do que as condições em soluções de solo. Assim, os resultados obtidos usando dados laboratoriais para um modelo relacional determinístico empírico para a previsão de libertação de água pelo SAP em solo na Primavera são conservadores. O modelo, também baseado em dados físicos sobre a humidade do solo e precipitação obtidos com estações meteorológicas automáticas, foi implementado por meio dum *software* de informação geográfica para avaliar o impacto da aplicação no solo de SAP na Primavera num transecto de cinco municípios do sul de Portugal. O modelo indicou que o polímero pode aumentar a humidade do solo em cerca de quinze vezes e que o SAP foi mais eficiente na retenção de água no solo quando sob condições de baixa precipitação.

Esta simulação também indicou que cerca de 37 000 ha ou 9% da área total dos cinco municípios poderiam beneficiar da aplicação de polímero, em termos de produtividade de biomassa de cultivos anuais no regime agrícola de sequeiro.

Palavras-chave: polímero superabsorvente, *stress* hídrico, poliacrilato de sódio, biomassa, sistemas de informação geográfica

Évaluation du potentiel d'un polymère superabsorbant pour atténuer le *stress* hydrique au printemps dans le sol en Alentejo

Résumé. Dans des zones agricoles de la Méditerranée, les polymères superabsorbants (SAP) peuvent être bénéfiques pour minimiser le *stress* hydrique dans les saisons chaudes. Les SAP peuvent absorber et libérer des quantités importantes d'eau (100 à 1000 g par gramme de polymère) en promouvant la croissance des racines et des pousses (HÜTTERMAN *et al.*, 2009) et l'amélioration de l'absorption d'eau et de nutriments par les plantes (EL-REHIM *et al.*, 2004). Les résultats de terrain ont aussi montré que la productivité de la biomasse peut augmenter jusqu'à 38% sur les prairies dans des conditions méditerranéennes (CASQUILHO *et al.*, 2013) ou jusqu'à plus de 200% chez les racines, les branches ou les feuilles de peuplier dans des régions semi-arides (HÜTTERMAN *et al.*, 2009).

Dans cette étude, on a fait une caractérisation du *swelling* de SAP de polyacrylate de sodium moyennant des tests par absorption-désorption en laboratoire en eau distillée et eau du robinet et en des solutions aqueuses de sels typiques de sols, le chlorure de sodium, le sulfate d'ammonium ou le sulfate de fer, qui contrecarrent l'effet du SAP, en réduisant l'absorption d'eau. Les essais en laboratoire ont aussi été faits avec des solutions acides d'acide nitrique. Les concentrations ioniques et l'acidité en des solutions aqueuses étaient plus hautes que les conditions dans les solutions de sols. Donc, sont prudents les résultats obtenus en utilisant les données de laboratoire pour un modèle relationnel déterministe empirique pour prédire la libération de l'eau par SAP dans le sol au printemps. Le modèle, basé aussi sur des données physiques de l'humidité du sol et les précipitations provenant de stations météorologiques automatiques, a été mis en œuvre au moyen d'un logiciel d'information géographique pour évaluer l'impact de l'application du SAP sur le sol au printemps dans un transect de cinq municipalités du sud du Portugal. Le modèle a indiqué que le polymère peut augmenter l'humidité du sol en près de quinze fois et que le SAP fut plus efficace en retenir l'eau dans le sol lorsque dans des conditions de faible pluviosité.

Cette simulation a aussi indiqué qu'environ 37 000 ha, soit 9% de la superficie totale des cinq municipalités, pourraient bénéficier de l'application de polymère en terme de productivité de biomasse des cultures annuelles dans le régime agricole pluvial (non-irrigué).

Mots-clés: polymère superabsorbant, *stress* hydrique, polyacrylate de sodium, biomasse, systèmes d'information géographique

Introduction

One of the main concerns in environment protection is water management in agricultural soils. Superabsorbent polymers (SAPs) can absorb and retain quantities of water as large as 100 to 1000 g per gram of dry polymer (BRANNON-PEPPAS and HARLAND, 1990) and also, in smaller scale (20 to 300 g per gram), significant quantities of aqueous solutions of electrolytes and biological fluids. The absorbed fluid is not easily released because it is immobilized by entrapment in the polymer structure (SUDA, 2007). SAPs have been used in such diverse applications as wound dressings or bandages, agriculture, horticulture, absorbents for domestic animals, hygiene products or in water treatment and removal of heavy metals (ROSA *et al.*, 2010; XINGGANG *et al.*, 2012).

The application of superabsorbent polymers in agriculture and forestry, promoting agricultural sustainability, can: improve environmental conditions through life support in ecosystems in semiarid areas; aid the recovery of soils through application in reforestation; and reduce the effects of drought, since soil water retention on surface increases, turning water more available to the plants and allowing a better crop development (BRANNAN-PEPPAS and HARLAND, 1990). The use of SAPs thus promotes a faster growth of plants, increasing root and shoot growth, improving plant survival rate and survival periods or adapting stomatal behaviour (HÜTTERMAN *et al.*, 2009; EL-REHIM *et al.*, 2004; DAVID *et al.*, 2013; RODRIGUES *et al.*, 2011). HÜTTERMANN *et al.* 2009 review showed that even a thin soil layer containing a small amount of dry SAP is able to pick up virtually all rain falling down, even in a desert rain storm. It should also be mentioned that the improvement of agriculture is connected to a better use of the soils, which – in the words of the UN decision to declare 2015 the International Year of Soils – "constitute the foundation for agricultural development" and hence "to sustaining life on Earth" (United Nations World Soil Day and International Year of Soils).

Several characteristics of the SAPs for application in agriculture in Portugal were determined in previous studies (CASQUILHO *et al.*, 2013; RODRIGUES, 2013) in terms of: average specific gravity (1.5 g cm⁻³); particle size distribution (average diameter 438 µm); water absorption capacity of SAP particles with different diameters, which varied between about 270 and 360 mL per gram of dry polymer, for particle sizes between 63 and 710 µm; and absorption capacity of SAP particles with different diameters as a function of time, with faster water absorption for lower particle size.

The cross-linked polyacrylates are the most commercialized superabsorbent polymers.

Among them sodium polyacrylate, adopted here, is made from partially neutralized, very lightly cross-linked poly(acrylic acid). SAPs made by this procedure have been proven to give the best performance-vs.-cost ratio. These polymers are dried and milled into granular white solids, which swell to a rubbery gel when in contact with water. This type of polymers shows a hydrophilic structure due to the carboxyl groups in their chains (ELLIOTT, 2004). Sodium polyacrylate can also provide the most economical high charge-to-mass ratio (BUCHHOLZ and GRAHAM, 1998). The negative charges of carboxyl groups repel each other, causing the chains to expand. When sodium polyacrylate SAPs contact with ionized water, a hydration of $C=OO^-$ and Na^+ ions occurs simultaneously with the formation of hydrogen bonds (ELLIOTT, 2004). The greater the degree of cross-linking, the lower becomes the swelling capacity, and the greater is the mechanical resistance of the polymer. Sodium polyacrylate polymers are non-biodegradable with an action extending to a period of eight years (ZHANG *et al.*, 2007). The lessening of SAP efficiency after several absorption-desorption confirms that this is one of the limitations of the application of superabsorbent polymers in agriculture. Furthermore (JOHN, 2011) it was inferred that the effectiveness of SAP decreased on rewetting, requiring additional application rates to compensate this effect.

Some common questions were raised about the toxicity and environmental fate of SAP materials. Indeed, the synthesis process of these polymers converts toxic monomers into a macromolecular non-toxic product (Mw: 5 000 000 – 6 000 000) and the SAP cannot be reverted to their starting monomers (ZOHURIAAN MEHR and KABIRI, 2008). Therefore SAPs do not contaminate the soil and the environment and, for example, their safety in the soil has been approved by the Agriculture Ministry of France (ZOHURIAAN MEHR and KABIRI, 2008). Research has shown little or no consistent adverse effect on soil microbial populations and evidence even indicated that white rot fungus species such as *Phanerochaete chrysosporium* or *Pleurotus ostreatus* can contribute to the solubilization and mineralization of the polymers (HÜTTERMAN *et al.*, 2009).

The main factors affecting the polymer capacity for water absorption are connected to: the osmotic pressure difference between the polymer network and the soil environment; the charge screening effect associated to salt concentration increase; the ionic valence of the salts present in the environment; and the soil pH – these effects being able to act simultaneously (EL-REHIM *et al.*, 2006). The difference between the inside and the outside osmotic pressure is a driving force of swelling. As the external salt concentration rises, the difference between the

internal and external ion concentration decreases, thus decreasing the osmotic pressure difference and causing the SAP to deswell. It continues to deswell, with increasing external salt concentration, until the ion concentrations inside and outside are approximately equal. For the same reason, this polymer swelling is maximum in a deionized water environment (SADEGHI and KOUTCHAKZADEH, 2007).

Deswelling is also favoured by the neutralization of $C=OO^-$ by, *e.g.*, Na^+ in soil solution, inducing a screening of the negative charges and thus a reduction of electrostatic repulsion (ZHANG *et al.*, 2007). This effect is significantly influenced by salt concentration and the valence in external solutions. For multivalent cations, "ionic cross-linking" at the surface of polymer particles can occur. Increasing the cations charge in salts increases the degree of cross-linking, minimizing the water absorption by the polymer (SADEGHI and KOUTCHAKZADEH, 2007). Thus, for a given ionic strength, water absorption decreases with increase of the ionic valence of the salt, being minimal in the presence of trivalent ions like Fe^{3+} and maximum in solutions of monovalent ions like Na^+ (EL-REHIM *et al.*, 2006).

Regarding pH, the maximum swelling ratio is reached near the neutral pH range. Indeed, in the range below 4, the ratio between the non-ionized carboxylic groups and ionized carboxylic groups increases, incrementing the likelihood of surface hydrogen inter- and intramolecular links and turning the shielded polymer less hydrophilic. In the pH range 4–7, these hydrogen links are reduced and the repulsion between $C=OO^-$ prevails, inducing a swelling rate increase. This effect is notorious at pH values above 4.5. At a higher pH range, a polymer surface shielding occurs again, this time due to adsorbed ions, decreasing the amount of water absorbed by the SAP (EL-REHIM *et al.*, 2006).

From this entire context, the geographic planning for SAP agricultural application in Mediterranean areas is important to optimize the hydric release to plants and reduce water stress. This planning can be made using geographic information system software, through the layering of digital information on variables related to microclimate, soil physics, and actual soil use. The main objectives of the present work were thereby: the quantification of absorption and swelling of the SAP for water and ionic solutions in laboratory conditions; and the evaluation by a geographical information system software of the potential of SAP application in areas of unirrigated agriculture, grassland and fallow (*i.e.*, land temporarily not planted where the spring and summer drought impact is supposedly higher) of a transect of five municipalities (Aljustrel, Beja, Ferreira do Alentejo, Grândola, and Serpa) in the Alentejo region (Southern Portugal). This evaluation consisted in the estimation, in spring, of soil moisture

and biomass production distribution for the transect area. In Mediterranean areas, spring is the period with highest water stress for annual crops and grassland (RODRIGUES *et al.*, 2011; DAVID *et al.*, 2013). This transect also corresponds to traditional forest areas of cork oak at western Alentejo and holm oak at eastern Alentejo, which were not considered for the potential of SAP application. According to the digital Portugal Environmental Atlas, in this transect, a fraction of 56% of the total land corresponds to poor and coarse textured soils graded with the three lower soil use classes C, D, and E. Also, the acidity of soils in the whole area of this transect corresponds to classes of pH values above 4.6, with 95% of the soils with pH values above a threshold of 5.

This study followed a field work done on the site of Barradas da Serra (hereafter BS), Grândola, on a grassland planted in February 2012 in plots with and without SAP, aiming to quantify the effect of polymer application on biomass productivity (CASQUILHO *et al.*, 2013; RODRIGUES, 2013). In this field work, grassland was assumed as a standard annual cultivation, representative of biomass productivity for annual cultivations (whether agricultural or not) in general. We performed laboratory tests with aqueous solutions of mono- and bivalent ions such as sodium, calcium and iron among others, and also with aqueous acidic solutions of nitric acid corresponding to a pH range of 3.3–4.6. The pH values in BS soil plots ranged 5.6–5.9, averaging 5.8, in the same order of magnitude of the pH of soils in the transect. The laboratory results were used as input data to a deterministic model developed for predicting SAP behaviour in soil concerning water absorbency and release. As mentioned above, acidic and ionic solutions decrease the polymer absorption capacity and thereby our laboratory tests were performed with ionic concentrations higher than those on the soil solution, assuring that the tests results should reflect an absorption capacity lower than that really occurring in soil. This circumstance allowed for a deterministic conservative approach based on the assumption that SAP water absorbency results in the soil provided by the model were lower than reality, due to a lower ionic concentration and higher pH in the soil. We also assumed that the BS site soil characteristics, in terms of sandy coarse structure, low amount in organic matter (below 3%) and mineral composition in available ions, was typical of soils of the studied transect of the five municipalities.

Materials and methods

Characterization of the superabsorbent polymer

The SAP provided by the company BASF (Seville, Spain) was identified as a polyacrylate through the infrared spectra of dry and wet polymer samples. An image of a dry and swollen particle of the superabsorbent copolymer synthesized is shown in Figure 1, where the diameters are seen to be about 1 mm and 10 mm, respectively, for the dry and swollen particles. The infrared spectra were collected for dry and wet samples with a resolution wavenumber of 16 cm^{-1} , using an FTLA2000-100 FT-MIR spectrophotometer from ABB Bomem, with DTGS (deuterated triglycine sulfate) detector. Sixty four scans were taken for each spectrum to obtain an acceptable signal-to-noise ratio.



Figure 1 - Dry and swollen particle of the superabsorbent copolymer

The additional characterization of the SAP consisted in determining its swelling capacity in water and several ionic solutions. We compared the absorption rate of the SAP in distilled water, tap water, nitric acid solution to evaluate the effect of lower pH values, in solutions of salts commonly found in soil, and also in solutions of phosphorus and potassium fertilizer.

The swelling experiments in aqueous solutions were performed in the following solutions of: NaCl, at concentrations of 0.5, 1, 1.5, 2.5, 5, 10 and 300 g/L, the last value being close to the solubility saturation in water at room temperature; HNO₃, at concentrations of 20, 10, 5, 2.5 and 1 mL/L, corresponding to a pH range of 3.3 - 4.6; FeSO₄·7H₂O, with concentrations corresponding to 0.5, 1, 1.5, 2.5, 5 and 10 g/L of FeSO₄; (NH₄)₂SO₄, at concentrations of 0.5, 1, 1.5, 2.5, 5 and 10 g/L; CaCl₂·2H₂O, with concentrations corresponding to 0.5, 0.8, 1, 1.5, 2.5, 5 and 10 g/L of CaCl₂; and an NPK 0-20-17 fertilizer (in the classical TVA fertilizer notation), at concentrations of 5 and 10 g/L. The reagents used in the experiments, performed with repeated measurements, were supplied by several chemical companies: NaCl, Na₂SO₄

and $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ salts, by Merck (*pro analysi*); nitric acid (HNO_3 at 65%), $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ and $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, by Panreac.

In order to implement the swelling procedure, the swollen SAP sample was placed in a "tea bag". The bag was immersed in water or a solution and was weighed every one minute. After the experiment, the bag was immersed in the same solution overnight until steady equilibrium weight, and, if there was no significant change in weight, removed from the solution.

The amount of water absorbed per gram of dry polymer was calculated using Eq. (1):

$$S = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \quad (1)$$

in which swelling, S , is the amount of water absorbed per gram of dry SAP (g/g), M_1 is the mass of dry polymer (initial mass), and M_2 is the mass of the swollen polymer (SAP plus water).

The time evolution of the amount of absorbed and desorbed water was plotted. The swelling Berens-Hopfenberg (BH) model with diffusion and relaxation (BERENS and HOPFENBERG, 1978) was used to obtain its parameters, x_F , k_F , and k_R , from the amount of absorbed liquid, from FeSO_4 aqueous solutions. The BH model is (*e.g.*, ROSA *et al.*, 2010)).

$$\frac{M_t}{M_\infty} = x_F \left[1 - \frac{6}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \exp(-n^2 k_F t) \right] + (1 - x_F) [1 - \exp(-k_R t)] \quad (2)$$

with: M , mass of polymer sample at times t and ∞ (final, equilibrium); x_F , weight of Fickian diffusion (whereas $1 - x_F$ is the weight of relaxation); k_F and k_R , diffusion and relaxation rates, respectively.

All the plots of absorbency vs. time, shown below, depict the results for 20 minutes tests, except for the experiments in tap water, which have a maximum time of 30 minutes. Several tests were performed for longer periods, but for comparison purposes, the period of 20 minutes was chosen as the maximum common time for all plots.

Relational model prediction of the effect of the SAP in soil moisture

A relational deterministic model for predicting the effect of SAP in soil moisture in spring using hourly precipitation and soil moisture data from

automatic weather stations near the BS site was developed, to allow prediction of soil moisture for a transect of aforementioned five municipalities: Aljustrel, Beja, Ferreira do Alentejo, Grândola, and Serpa. Soil moisture is a variable that is a net result of the water budget in soil, reflecting the sum of precipitation, evapotranspiration, infiltration, and runoff components. So, we developed a deterministic model relating precipitation and soil moisture, because the latter encompasses the components of evapotranspiration, infiltration and runoff. This was a useful approach because precipitation data is usually available on geographical databases. The deterministic approach was implemented following a set of laboratory experiments, referred in Section 2.1, of SAP water absorption with aqueous ionic solutions with concentrations higher than these in soil. We also considered the soil conditions in the BS site concerning ionic composition and texture as globally representative of the transect.

The results of the field work (CASQUILHO *et al.*, 2013) concerning biomass productivity resulting from the application of 4 kg of SAP in four quadrants, Q1, Q2, Q3, and Q4, of 2500 m² each at the BS site were used to obtain estimate of biomass productivity in the transect. The biomass productivity in the three quadrants Q1 (100 kg of PK fertilizer 0.20.17, 4 kg of SAP), Q2 (140 kg of PK fertilizer, 4 kg of SAP) and Q3 (100 kg of PK fertilizer) was 0.73, 1 and 0.62 t/ha (CASQUILHO *et al.*, 2013) reflecting increases in productivity of 15% and 38% from Q3 to Q1 and Q2, respectively, due to SAP and fertilizer applications. The results on soil moisture in the same work showed a qualitative picture of the SAP behaviour in the field, in Figure 2, relative to the period from September to November 2012. Indeed, it can be seen that the soil moisture increased following significant rainfall episodes, which occurred on a period of 34 days. In an average 2 day period after these precipitation episodes, it was observed that soil moisture stabilizes at a quasi-steady state condition with a gradual increase in the plot with SAP, comparatively to the plot without SAP, as expected. Biomass productivity increases higher than 200% in roots, branches and leaves of poplar plants in semiarid regions, were also reported by HÜTTERMANN *et al.*, 2009.

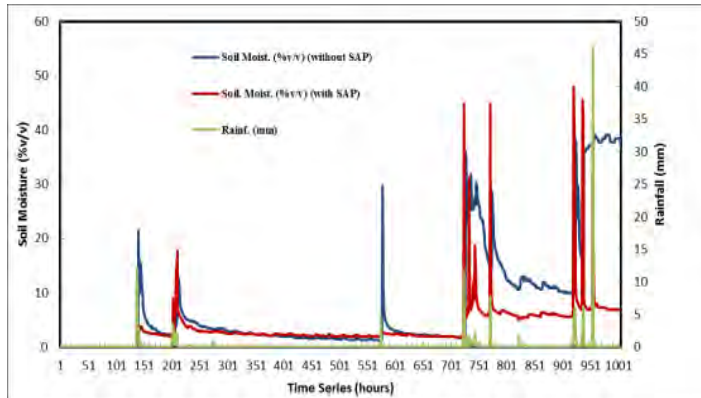


Figure 2 - Rainfall (mm) and soil moisture (% v/v) data in plots with or without SAP (01 Sep. 2012–06 Nov. 2012)

The average concentrations of sodium, calcium and iron in the soil available to plants in the BS plots were determined by analysis with atomic absorption spectrometry at a Portuguese reference laboratory LQARS (Laboratório Químico-Agrícola Rebelo da Silva) These concentrations were 0.03 g/L for sodium, 0.01 g/L for calcium and 0.001 g/L for iron. Also, as mentioned above, soil pH values in these plots ranged 5.6–5.9, averaging 5.8.

The laboratory results of the average maximum values of SAP water absorption with solutions of NaCl, CaCl₂ and FeSO₄ were incorporated in the deterministic relational model. We used the laboratory results obtained from solutions with concentrations of 0.5 g/L, as input data to the model because they were closer to the ions concentration in soil. The corresponding ionic concentrations in these solutions were 0.22 g/L of sodium, 0.18 g/L of calcium and 0.19 g/L of iron, thus higher than the ionic concentrations in soil. Also, as mentioned above, the soils in the transect corresponded to classes of pH values higher than 4.6, with 95% of soil with pH values above a threshold of 5, thus with an acidity lower than the corresponding to a pH range of 3.3–4.6 from solutions in the laboratory experiments. As mentioned, this lower concentrations of the solutions used in laboratory experiments comparatively to the field provide conservative estimations of polymer swelling and water transfer in soil. From the lab results for water absorption, we evaluated the maximum absorption in soil by a SAP amount of 16 kg by hectare (from the mentioned 4 kg per quadrant in the BS plot). For agricultural or grass annual crops, the SAP should be applied on the surface soil layer in the operations of

fertilization and or plantation mixed with fertilizers and crop plant seeds, respectively.

The deterministic model was developed for spring, a period spanning the months when, as aforementioned, water stress is more significant for grasslands and annual cultivations in Mediterranean areas. We related precipitation and soil moisture through the following practical rule: in the days without rainfall, soil moisture takes a baseline value of 0.04 mm, which was the average of the recorded soil moisture with the automatic weather stations in the field under no rainfall; and under daily precipitation episodes, with rainfall ranging in the intervals above 0 to 1.9 mm, and from 1.9 to 8 mm, soil moisture was given the hourly recorded values during respectively the 1st and the 2nd days after the rain episodes. These daily timescales were assumed as the necessary to fulfil a stationary soil moisture field data. It was assumed that there is light rain when the daily precipitation value belonged to the ranges of 0 to 0.7 mm and 1.7 to 1.9 mm. A day with heavy rain is one for which the values are defined within a range from 1.9 to 8 mm. Figure 3 shows a comparison of measured and modelled soil moisture under rainfall episodes for the spring of 2009 in a Pegões site close to BS. The modelled soil moisture values fitted the measured values with Pearson correlation coefficient of 0.70 and a not significant mean difference of estimated and measured soil moisture values at 2% level of confidence.

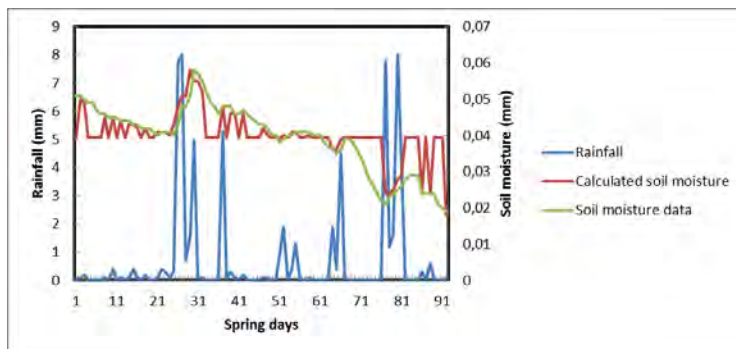


Figure 3 - Rainfall, soil moisture and modelled soil moisture

The ultimate aim was to calculate the total soil moisture, which is defined as modelled soil moisture, according to the mentioned rules, added to water released by the SAP. It was considered that, in the presence of soluble sodium, there is SAP saturation when it rains, and thus the polymer in soil does not lose water until the rainfall stops. In the presence of calcium and iron, it was

assumed that, under rainfall, there is always water release by the polymer. Indeed, through the laboratory absorption tests in solutions with these ions, it was found that, during the tests, SAP in the aqueous solution released water by desorption, after swelling to a certain extent. As mentioned above, the soils in this transect corresponded mostly to classes of pH above 5, of the same order of magnitude than pH in BS soil plots and higher than the 3.3–4.6 range of pH values in laboratory tests. Therefore the soils in the transect correspond to a pH range wherein SAP absorption capacity is higher. So the soil pH was not incorporated in the deterministic model because we did not regard soil acidity as a limiting factor to the polymer absorbency in the field.

Laboratory tests, mentioned further below, showed that the average time for the SAP to lose all the water is about 10 days. So, it was assumed that, in the presence of sodium, the SAP loses all its water in 9 days after a rainfall episode. In the presence of calcium or iron ions the corresponding period is 5 days. The latter shorter period for complete water loss is due to the fact that the amount of water absorbed by the SAP in solutions of divalent cations is smaller, with a shorter desorption time. Therefore in the presence of sodium, when the rainfall stops, the SAP releases a ninth of total sequestered moisture per day. Under the same conditions the SAP releases a fifth of total moisture per day in the presence of calcium and or bivalent iron. The total soil moisture (Figure 4) was calculated from averaging the water absorption and release by soil with SAP in the presence of sodium, calcium and iron ions in soil, according to the described rules.

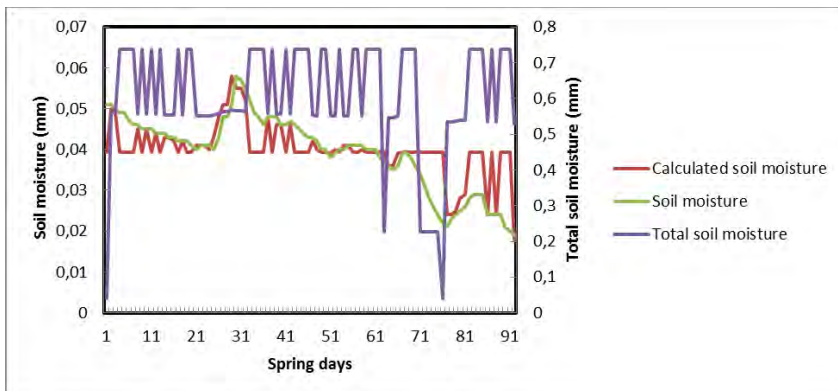


Figure 4 - Measured and modelled soil moisture, and average total soil moisture with 4 kg of SAP per 2 500 m²

Potential of SAP application for a greater area

After the SAP has lost all water and under no rainfall, we considered only a contribution for the available moisture to the plants supplied by the 0.04 mm soil moisture threshold. When the rainfall restarts, the soil moisture is given the values according to the aforementioned criteria and the SAP achieves its maximum absorption value in the presence of mono- and bivalent cations.

We used the ArcMap application from the ArcGIS software by ESRI to overlay digital maps of data of rainfall, modelled soil moisture, and modelled soil moisture with SAP for the transect of the five municipalities: Aljustrel, Beja, Grândola, Ferreira do Alentejo, and Serpa. As mentioned, in this transect, a fraction of 56% of the total land corresponded to poor and coarse textured soils graded with the three lower soil use classes C, D, and E. The daily precipitations as the soil data in the five municipalities were obtained from the digital Portuguese Environmental Atlas (Atlas Ambiental de Portugal) available on the Portuguese Environment Agency website. Digital photo-plots with information about soil utilization were also used in the layer mapping for selecting areas with: unirrigated agriculture, fallow, and pasture. These photo-plots are based on orthorectified aerial photos within a rectangular grid of 4 km (E/W) × 5 km (N/S) taken from flights performed in the years from 2004 to 2006 for the whole continental Portuguese territory. The photos were integrated in a geographic information system overlaid with a square grid of 500 m × 500 m for better visualization. Thus, by using the photo-points and ArcGIS, it was possible to select areas of the three agriculture soil uses mentioned for potential application of SAP. A buffer of 1 km contouring the river areas were excluded from the total area of the five municipalities, in order to not being accounted for the chosen areas for polymer application.

The daily rainfall data were classified in five categories, and the accumulated spring precipitation values were calculated (Table 1). The soil moisture values were also organized in five classes, related to the rainfall classes, and the accumulated values of soil moisture with and without SAP, calculated according to the concepts described in Section 2.2, are shown in Table 2. From these tables it can be concluded that the SAP can increase soil moisture in about 15 times. The relational deterministic model adopted for water release from SAPs in soil is conservative, as mentioned above, due to the lower salt contents in soil comparatively to the salt solutions used in the SAP swelling experiments in the laboratory.

Table 1 shows clearly a prevalence of 82% of days with scarce precipitation, corresponding to only 8% of the total spring rainfall, inducing presumably conditions of severe water stress to plant environment. Oppositely, a daily

rainfall in the range 6–8 mm, occurring in 4 days alone, contributed to 47% of the total.

Table 1 - Precipitation classes for the five Alentejo municipalities during spring

Precipitation Classes (mm)	Number of Days	Accumulation in Spring
0 - 0.5	75	5.2
0.5 - 1	3	2.2
1 - 4	6	9.5
4 - 6	4	18.9
6 - 8	4	31.6
Total	92	67.4

Table 2 shows an opposite tendency between daily rainfall classes and the modelled soil moisture. For example, the 45.35 mm spring soil moisture corresponded to the days with the lesser precipitation ranges. This was possibly due to a better infiltration in the soil in days with lower rainfall, with less runoff and evapotranspiration, comparatively to fewer days with higher episodic rainfall. Also, the average simulated soil moisture with SAP was about 15 times higher than in conditions without SAP.

Table 2 - Modelled accumulated spring soil moisture (mm) classes vs. daily rainfall, with and without SAP application

Daily Rainfall Range (mm)	Soil Moisture (mm)	Soil Moisture with SAP Application (mm) (code)
0 - 0.5	3.02	45.35 (4)
0.5 - 1	0.11	1.65 (1)
1 - 4	0.23	3.29 (3)
4 - 6	0.17	2.21 (3)
6 - 8	0.15	2.19 (2)
Mean value	0.74	10.94

By using ArcMap to overlay the information about (i) soil precipitation, soil moisture, soil moisture with SAP with (ii) the chosen areas of unirrigated agriculture, fallow, and pasture, it was possible to evaluate the potential of SAP

application in these areas. These areas were chosen due to their use as herbaceous or annual cultivation similar to the sown grassland in BS plots from which initial data of soil and biomass productivity were taken.

In Table 2, accumulated spring modelled soil moisture is related to the daily rainfall according to the following codes (as in Figure 19 below): code 1, attributed to the spring soil moisture class of 0.11 mm (daily rainfall 0.5–1mm); code 2, to the class of 0.15 mm (daily rainfall 6–8mm); code 3, to the classes 0.17 and 0.23 mm (daily rainfall 1–4 and 4–6mm); and code 4, to the class of 3.02 mm (daily rainfall 0–0.5mm).

Parameterization of estimated biomass production as a function of modelled soil moisture in the areas with SAP application was done with an index. This parameterization was based on data about biomass productivity reported in Mediterranean and semiarid regions for grassland and poplar plants (CASQUILHO *et al.*, 2013; HÜTTERMANN, 2009). In this case: index 1, relating to zones with lower productivity, was given to an estimated biomass productivity of 0.5 t/ha and 1.65 mm of accumulated spring soil moisture; index 2, to the corresponding values of 0.6 t/ha and 2.19 mm; index 3, to ranges of 0.7–0.8 t/ha and 2.21–3.29 mm; and index 4, to values of 1 t/ha and 45.35 mm.

Results and discussion

Characterization of the superabsorbent polymer

The infrared spectra are shown for the dry and wet SAPs in Figure 5. By analysing the IR spectra of dry and wet samples of the SAP, a significant difference could be detected in the bands between 3000 and 3600 cm^{-1} . This band range corresponds to the hydrogen bonds between the OH groups in the water molecules. After this band, there is a zone of small peaks around 2900 cm^{-1} , representing extensions of asymmetric C-H bonds. The sharp peak observed in the region of 1600 cm^{-1} in the dry sample is typical of carboxylic acid salts, and is due to the symmetric stretching vibration in the bonds between atoms of the group COO^- . The peak observed around 1400 cm^{-1} is due to the same phenomenon. By immersing the sample in water, the elongation direction between the carbon and the two oxygen atoms is no longer symmetrical, since the group starts to interact with the water molecules, causing this peak to diminish. For the wave number of about 1150 cm^{-1} , the dry sample presents a band very characteristic of acrylates, due to the C-O bond vibration. By adding water, this band disappears almost entirely, as the COO^- group starts to interact

with water molecules, changing the way the C atom interacts with the O atom.

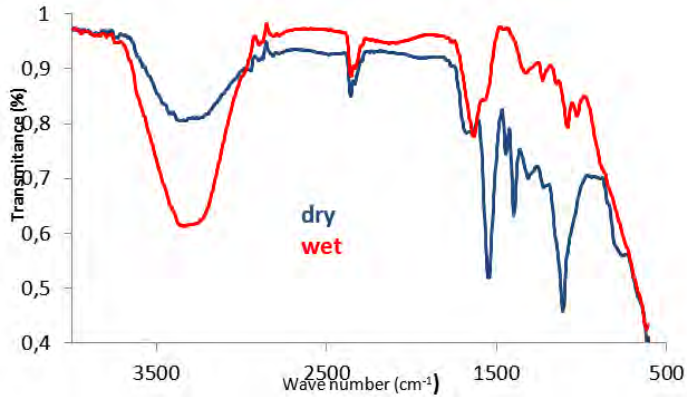


Figure 5 - Infrared spectra of the dry and wet SAP

Absorption and swelling laboratory results

Under the range of ionic concentrations in the aqueous solutions, our laboratory results confirmed that swelling decreases steadily with increasing salt concentration, ionic valence and solution acidity. As mentioned, these concentrations were higher than those in the field. Also, the results of successive SAP swelling in absorption-desorption cycles showed that swelling capacity decreases steadily along the several cycles. It was also established that the average time for the polymer to lose all water is about ten days, placing the SAP in watch glasses at room temperature in laboratory during spring and summer.

The application of Eq. (2) to the aqueous solution FeSO_4 gives the results in Table 3. The parameter values of k_F and k_F shown are coherent, and gave the fit between experimental and calculated that can be seen in figures below (best and worst cases). From the parameter k_F , for example, the diffusivity, $D = k_F d^2 / (4\pi^2)$, can be calculated, if approximate polymer particle sphericity is assumed and an equivalent particle diameter, d , is measured. For typical values of, say, $d = 20 \mu\text{m}$ and $k_F = 5.E-3 \text{ min}^{-1}$, the diffusivity is $D = 8.E-16 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$.

The plots of the laboratory results and calculated values for the swelling in the solutions of FeSO_4 are given in Figure 6 and Figure 7 (best and worst fits). The adjustments were done at one of the authors' website (M. Casquilho, Absorption parameters). To this end, the data for the case in Figure 6, for

example, are given in Table 4, where the experimental and calculated values are given in swelling ratio (fraction from 0 to 1), in accordance with Eq. (2).

Table 3 - Diffusion and relaxation rates, k_F and k_R , parameters in the BH model for the solutions of $FeSO_4$

Salt Concentration (g/L)	k_F (min ⁻¹)	k_R (min ⁻¹)
0.5	1.50E-02	4.93E-03
1	8.75E-03	8.92E-03
1.5	6.94E-03	8.68E-03
2.5	1.35E-02	1.10E-02
5	1.25E-02	1.00E-02
10	5.31E-02	2.00E-02

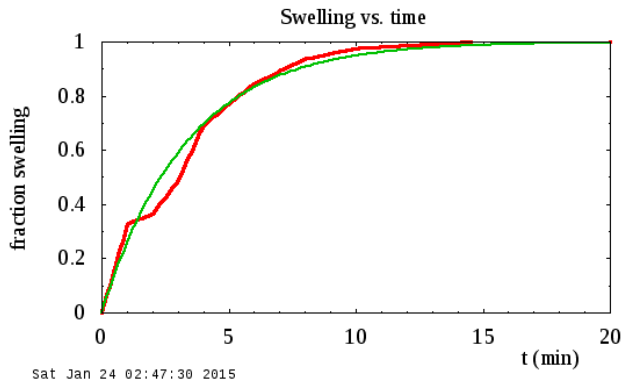


Figure 6 - Experimental (thick curve) and calculated (thin curve) points for $FeSO_4$ at 0.5 g/L

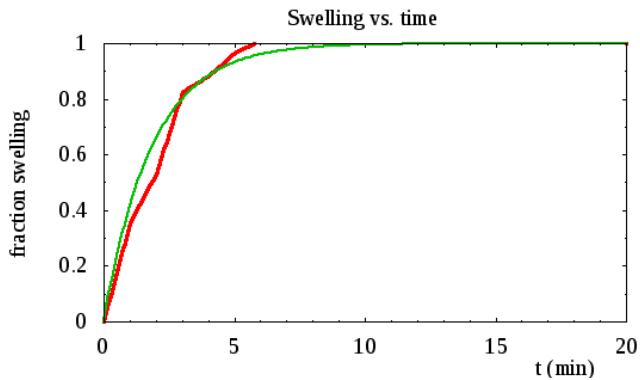


Figure 7 - Experimental (thick curve) and calculated (thin curve) points for FeSO₄ at 1 g/L

Table 4 - Experimental (Exp.) and calculated (Calc.) data vs. time, *t*, for the swelling in the solution of FeSO₄ at 0.5 g/L

<i>t</i> (min)	0	1	2	3	4	5	6	8	10	15	20
Exp.	0	0.3252	0.3658	0.4878	0.6911	0.7724	0.8455	0.9360	0.9756	1.0081	1
Calc.	2.E-10	0.2562	0.4468	0.5886	0.6940	0.7724	0.8307	0.9064	0.9482	0.9912	0.9973

It is noteworthy that, in many of the tests, the maximum absorption values were only reached in periods after the 20 minutes threshold. This was the case, e.g., for all the experiments in distilled water and solutions of Na₂SO₄ or (NH₄)₂SO₄ and in some of the experiments in tap water and solutions of NaCl or HNO₃. For the absorption-resorption cycle tests in distilled water (not shown), there was no significant change in results after each cycle. The same happened in the resorption tests in solutions of 20 mL/L of HNO₃.

The SAP swelling values in NaCl solutions at 20 minutes ranged between 145 g/g and 41 g/g, corresponding respectively to concentrations of 0.5 g/L and 300 g/L. The maximum swelling values ranged between 160 g/g and 48 g/g. Similarly, the swelling values in Na₂SO₄ solutions and (NH₄)₂SO₄ solutions at 20 minutes ranged between 152 g/g and 68 g/g and the maximum swelling values ranged between 174 g/g and 69 g/g. The swelling values in FeSO₄ solutions (Figure 8) at 20 minutes ranged between 124 g/g and 46 g/g and the maximum swelling values ranged between 125 g/g and 61 g/g.

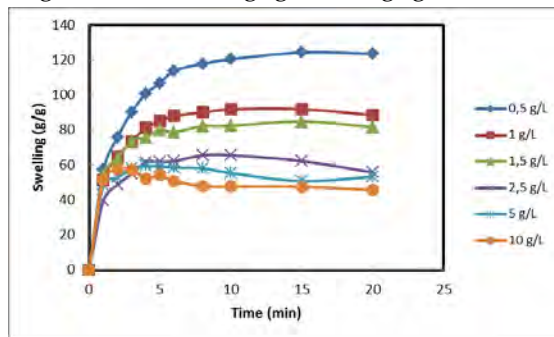


Figure 8 - Swelling ratio (g/g) in FeSO₄ solutions

Through the analysis of the swelling curves for solutions of different ions with the same concentration, 1 g/L (Figure 9), it can be concluded that, as expected, the SAP swelling ratio is lower in the presence of divalent ions (Ca, Fe(II)) comparatively with monovalent ions. For example, the value of absorption rate achieved in ammonium sulfate solution after 20 minutes is 130 g/g, 1.5 times higher than 88 g/g, the value for the calcium chloride solution.

For the tests in CaCl₂ solutions (Figure 10) the swelling values at 20 minutes ranged between 115 g/g and 37 g/g and the maximum swelling values ranged between 115 g/g and 47 g/g. The swelling values in PK solutions at 20 minutes were 84 g/g and 62 g/g, and the maximum swelling values were 87 g/g and 65 g/g (Figure 10).

In some of the tests on solutions of calcium and iron ions, after a certain point, a desorption behaviour by the SAP was apparent, as shown in Figure 8 and Figure 9.

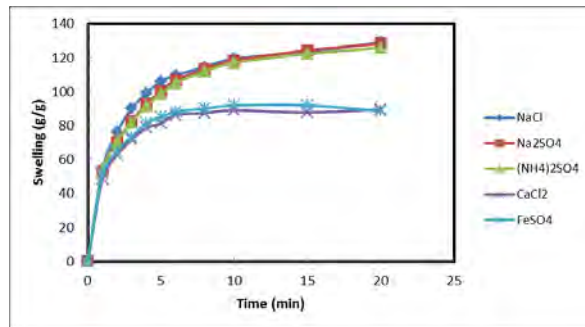


Figure 9 - Swelling ratio (g/g) in solutions with concentration of 1 g/L

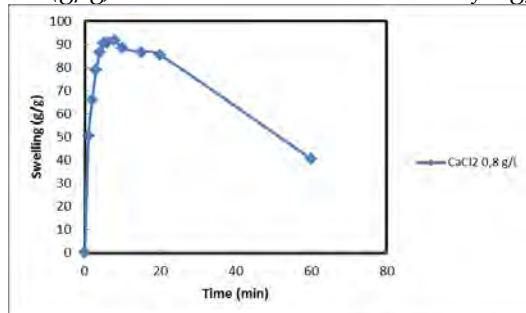


Figure 10 - Swelling ratio (g/g) in CaCl₂ solutions with concentration of 0.8 g/L

As exemplified for a CaCl_2 solution with a concentration of 0.8 g/L, SAP reverts to an absorption rate value of 40.5 g/g (Figure 10) close to the initial value of 50.6 g/g. Severe impairment of absorption of polyacrylates in the presence of calcium ions has been reported (BUCHHOLZ and GRAHAM, 1998). The divalent cation diffuses through the SAP and causes its collapse due to excessive cross-linking. The multivalent cations can associate with more than one carboxylic acid group, forming at least a transient cross-linking (EL-REHIM *et al.*, 2006).

Considering that the PK fertilizer has calcium in its composition, we compared the results for two CaCl_2 solutions with those from two PK fertilizer solutions with similar calcium concentration: a solution of 5 g/L of PK fertilizer vs. a 0.8 g/L one of CaCl_2 (Figure 11a); and a solution of 10 g/L of PK fertilizer vs. a 1.5 g/L one of CaCl_2 (Figure 11b).

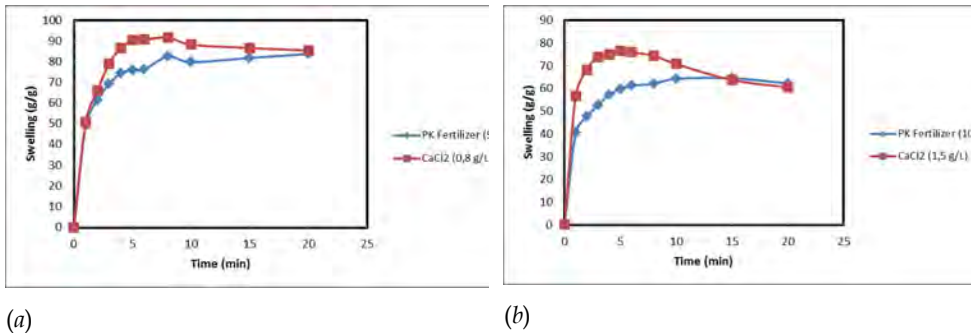


Figure 11 - Swelling ratio (g/g) in solutions of (a) PK fertilizer and (b) CaCl_2 , with the same concentration

The SAP swelling in the fertilizer solutions is slightly lower than in the CaCl_2 solutions, during the first 10 minutes of the absorption test. This may be due to the fact that the NPK fertilizer contains potassium oxide and magnesium oxide, among other substances, in its composition. Thereafter, due to deswelling in calcium solutions, the swelling values converge.

The results of swelling by absorption of distilled and tap water are shown in Figure 12 and in Figure 13, respectively. The swelling values in distilled water at 20 minutes were 203 g/g in the absorption test and 211 g/g in the resorption test (Figure 12). However, the maximum swelling values were 243 g/g and 266 g/g, respectively. The distilled water can be considered as a proxy to precipitation water in the field.

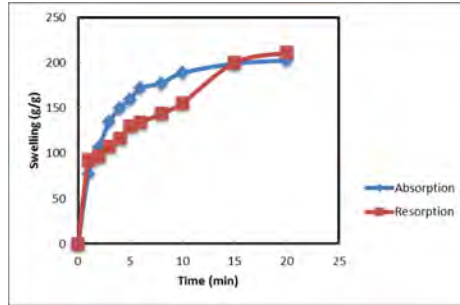


Figure 12 - Swelling ratio (g/g) in distilled water

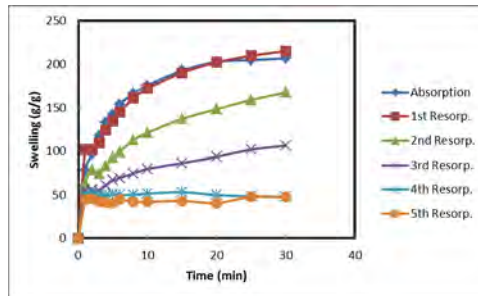


Figure 13 - Swelling ratio (g/g) in tap water

The swelling values in tap water after 30 minutes were 215 g/g in the absorption test and ranged between 215 g/g and 48 g/g in the successive resorptions tests (Figure 13). The maximum swelling was 225 g/g, for the absorption test, and ranged between 224 g/g and 53 g/g in the resorption experiments. Reversibility of water uptake decreases after each cycle and depends on the percentage of soluble polymer and stability of the chemical bonds in the polymer matrix (PARVATHY and JYOTHI, 2012). Laboratory swelling tests with tap water were performed to evaluate the absorption rate under a pH of about 5.8 identical to soil pH.

The results of swelling in HNO₃ solutions are shown in Figure 14. The values of swelling at 20 minutes ranged between 66 g/g and 22 g/g. For the resorption tests in the solutions of 20 mL/L the swelling was 19 g/g. The maximum swelling values ranged between 69 g/g and 24 g/g and the maximum swelling in the resorption tests in nitric acid was 25 g/g.

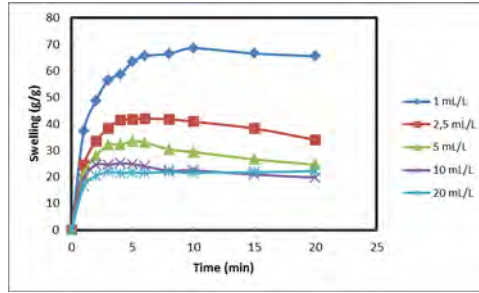


Figure 14 - Swelling ratio (g/g) in HNO₃ solutions

These results of decreasing swelling capacity under successive tests of absorption are in agreement with the results reported in the literature (BULUT *et al.*, 2009).

The SAP swelling is always extremely low at acidic pH values (Figure 14). After 20 minutes, the absorption capacity in distilled water is 3 times higher than in a nitric acid solution with concentration of 1 mL/L.

Modelling in ArcMap

We assumed that, although the water scarcity and water stress conditions (Table 1) prevailed in all the transect area, the areas already occupied with unirrigated agriculture, grassland, and fallow given by photo-plots should be chosen for potential priority to SAP application (Figure 16). The soil moisture data (Figure 17) were obtained from precipitation data (Figure 15) according to the exposed in Section 2.2. The estimated biomass production as a function of chosen areas is shown in Figure 18, according to the exposed in Section 2.3.



Figure 15 - Spring rainfall (mm) in the five municipalities considered in the study



Figure 16 - Chosen areas for potential SAP application

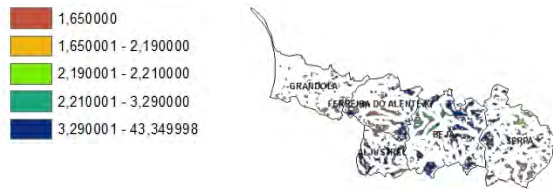


Figure 17 - Modelled spring soil moisture with SAP application (mm) in the chosen areas

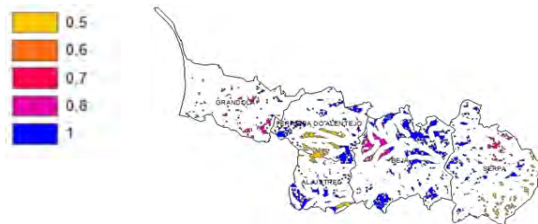


Figure 18 - Estimation of biomass production (t/ha)



Figure 19 - Coded areas of SAP application

The areas chosen for SAP application are given in Table 5 and plotted in Figure 19, being obtained through superposition of information from photo-plots about soil use (Figure 16), and coded areas for SAP application according

to the coding from 1 to 4 referred in Section 2.3. Table 6 and Table 7 show information for each municipality of the transect concerning the areas of the three soil uses and biomass productivity parameterization.

The total areas with unirrigated agriculture fallow and pasture, chosen for potential application of SAP, corresponded to 13% of the area of the five municipalities. Table 5 shows the data concerning the percentage of the chosen areas, according to the code used for the SAP application, in relation to the total chosen area (55 035 ha), and to the total area of the five municipalities (413 231 ha).

The code 4 areas prevailed with about 38 864 ha (orange in Figure 19), corresponding to about 70% of the total chosen area. In these areas, unirrigated agriculture corresponded to about 67% of whole chosen area. Fallow and grassland areas (2 108 and 482 ha) corresponded to about 5.4% and 1.2% of the total code 4 area, and to 3.8% and 0.8% of total chosen area, respectively. In all the municipalities, unirrigated agriculture was also, as expected, the main form of soil use, with an average 11.4% of the total area of each municipality.

It should be noted that, as mentioned in Section 2.3, the areas with code 4 correspond to the condition where accumulated spring soil moisture is higher (45.35 mm) and daily rainfall is lower (0–0.5 mm). This situation is due, perhaps, to a better soil infiltration due to a more continuous and not episodic rainfall in 82% of the spring days. In these areas, SAP application by water entrapment in its structure should minimize the water losses by erosive runoff and evapotranspiration, thus releasing more water to the plant root system. Also, as mentioned in Sections 2.2 and 2.3, the modelled soil moisture values with SAP in soil are conservative, due to lower levels in salt solutions in soil comparatively to salt concentrations in solutions used in the laboratory for the SAP swelling experiments. SAPs were thereby more efficient in retaining soil water under conditions of lower precipitation.

The areas coded 1, 2, and 3 are much less representative with about 14%, 0.03% and 14% of the total chosen area for potential SAP application in soil, respectively. As mentioned, these areas correspond to lower modelled accumulated spring soil moisture and to higher spring rainfall. The SAP in soil is presumably subjected to random cycles of absorption-desorption of water. These cycles are linked to spring rainfall episodes in the annual plant lifecycle, inducing a temporary decrease of SAP swelling efficiency, as tested in the laboratory experiments.

In all the five municipalities excepting Grândola, the predominant biomass productivity class (Tables 6 and 7) was the correspondent to 1 t/ha and 45.35 mm of accumulated soil moisture with SAP (index 4 for biomass production). In

Grândola the predominant productivity class was the correspondent to 0.7–0.8 t/ha (index 3 for biomass production).

Table 5 - Total area and percentage of the zones chosen for SAP application

	Zones With Code 1	Zones With Code 2	Zones With Code 3	Zones With Code 4
Unirrigated Agriculture (ha)	7650	19	7787	36990
Fraction to the total chosen area	14 %	0.03 %	14 %	67 %
Fraction to the total area of the municipalities	2 %	0.005 %	2 %	9 %
Grassland (ha)	—	—	131	351
Fraction to the total chosen area	—	—	0.23 %	0.63 %
Fraction to the total area of the municipalities	—	—	0.03 %	0.1 %
Fallow (ha)	543	—	42	1523
Fraction to the total chosen area	0.98 %	—	0.08 %	2.7 %
Fraction to the total area of the municipalities	0.1 %	—	0.01 %	0.4 %

Table 6 - Soil use and biomass productivity in Aljustrel and Beja municipalities

Municipality (and area)	Soil Use	Area	Biomass Productivity Class (t/ha) (biomass indexes)
Aljustrel 45 549 ha	Unirrigated agriculture	1242	0.5 (1)
	Fallow	100	0.5 (1)
	Unirrigated agriculture	7674	1 (4)
	Grassland	74	1 (4)
	Fallow	177	1 (4)
Beja 113 835 ha	Unirrigated agriculture	133	0.5 (1)
	Unirrigated agriculture	3055	0.7-0.8 (3)
	Grassland	131	0.7-0.8 (3)
	Fallow	1	0.7-0.8 (3)
	Unirrigated agriculture	16944	1 (4)
	Grassland	254	1 (4)
	Fallow	1061	1 (4)

Table 7 - Soil use and biomass productivity in Ferreira do Alentejo, Grândola, and Serpa municipalities

Municipality (and area)	Soil use	Area(ha)	Biomass productivity class t/ha (biomass indexes as defined in Section 2.3)
Ferreira do A. 65 618 ha	Unirrigated agriculture	2966	0.5 (1)
	Fallow	226	0.5 (1)
	Unirrigated agriculture	79	0.7-0.8 (3)
	Unirrigated agriculture	5177	1 (4)
	Grassland	23	1 (4)
Grândola 79 548 ha	Fallow	25	1 (4)
	Unirrigated agriculture	19	0.5 (1)
	Unirrigated agriculture	19	0.6 (2)
	Unirrigated agriculture	1155	0.7-0.8 (3)
Serpa 108 682 ha	Fallow	3	0.7-0.8 (3)
	Unirrigated agriculture	3309	0.5 (1)
	Fallow	217	0.5 (1)
	Unirrigated agriculture	821	0.7-0.8 (3)
	Unirrigated agriculture	6475	1 (4)
	Fallow	259	1 (4)

By analysing now the distribution of chosen areas for soil moisture by municipality, we conclude that the code 4 areas, as defined in Table 2, prevailed in all municipalities excepting Grândola, where coded 3 areas were predominant. For example, in Aljustrel, with a total area of 45 549 ha, only areas with code 1 and code 4 with respectively 3% and 17% of the total area of the municipality were chosen. In this municipality, the areas of unirrigated agriculture coded 1 and 4, and the remaining areas with code 4 and higher biomass productivity were the highest in relative terms, representing about 20% of the total municipal area. From the data on Tables 6 and 7 it can also be concluded that the area distribution in Beja and Serpa, the largest municipalities, was determinant for the global distribution of the zones with distinct codes in the total chosen area.

Conclusions

A deterministic simulation was developed for spring soil moisture prediction from daily precipitation values, showing that soil moisture with SAPs was, under a conservative average, about fifteen times higher than in the soil without

application of SAPs. This model was applied to a transect of five Alentejo municipalities in Southern Portugal (Aljustrel, Beja, Ferreira do Alentejo, Grândola e Serpa) indicating that a scarce daily precipitation potentiates the advantage of SAP application in unirrigated agriculture areas. The results obtained with the simulation allow concluding that SAPs can contribute significantly to minimize soil water stress on this transect in spring. In the transect, SAPs were more efficient in retaining soil water under conditions of lower precipitation.

In laboratory the water absorption capacity of 266 g/g was higher in distilled water and lower in salt solutions. The absorption decreased in solutions with the increase of valence of cations, lowering to 125 g/g in bivalent calcium or iron solutions. The laboratory results concerning SAP water absorption with high ionic concentrations provided useful information that was used as input for simulation. This is due to the fact that ion concentrations in laboratory tests are higher, of order of magnitudes higher than 7, comparatively to these in the soil. Therefore, the polymer water absorption under the real soil conditions will be higher comparatively to laboratory conditions, and the results obtained from the model using laboratory results are conservative. This circumstance was fundamental to the deterministic approach followed in this simulation.

Similarly, the average pH in soil in experimental plots where ionic concentrations were measured, was of the same order of average soil pH in the transect and higher than in the nitric acid solutions used in the laboratory tests. Soils in the transect showed pH values above 4.6, with 95% of the soils with a pH above a threshold of 5. Therefore, we considered that the effect of soil pH on SAP absorption capacity was not significant because it belonged neither to the strongly acidic range nor to the strongly alkaline range.

The lessening of SAP efficiency after several absorption-desorption cycles confirms that this is one of the limitations of the application of superabsorbent polymers in agriculture, implying additional polymer application after some annual cultivation cycles.

From a chosen area of 55 035 ha in the transect, about 38 864 ha were code 4 areas with higher expected biomass productivity. Those areas with lower daily precipitation (max. 0.5 mm) during 82% of spring days were the ones where the SAP application could be more efficient, due to a higher modelled accumulated spring soil moisture of 3.02 mm, corresponding to 45.35 mm under SAP application. In these prevalent areas with code 4, corresponding to about 70% of the total chosen area, the rainfall was more continuous and less episodic, facilitating water infiltration and immobilization in the polymer structure. In the areas coded 1, 2 and 3, much less representative in the total chosen area,

estimated soil moisture with SAP supplication was much lower, despite the higher rainfall, presumably due to higher water losses by evapotranspiration and runoff. Code 4 and unirrigated agriculture areas predominated in every municipality.

Despite limitations such as the absence of absorption capacity data for all ions present in the analysed soil, this model can be a useful tool for monitoring and managing the need for irrigation and for opting among distinct alternative cultivations for installation on water stressed soils. This geographic modelling approach complexity can be improved, *e.g.*, by increasing the meteorological and soil moisture data acquisition in the plot fields with polymer application in diverse cultivations, the by extending the laboratory experiments to different biodegradable and non-biodegradable superabsorbent polymers, and by using a higher scale digital information as input to geographical information systems software.

Acknowledgements

The authors thank: BASF, Seville (Spain) for supplying samples of SAP; (MBF, AR, FR, MC) CERENA (Centre for Natural Resources and the Environment, at IST), FCT Project UID/ECI/04028/2013 and MARETEC (Marine, Environment & Technology Center); the (FR, MC) Department of Chemical Engineering, of IST (Instituto Superior Técnico), Universidade de Lisboa (University of Lisbon, Lisbon, Portugal); and (AR, PGF) INIAV (National Institute for Agrarian and Veterinary Research, Ministry of Agriculture, Oeiras, Portugal).

References

- BERENS, A.R., HOPFENBERG, H.B., 1978. Diffusion and relaxation in glassy polymer powders: 2. Separation of diffusion and relaxation parameters. *Polymer* **19**: 489–496.
- BRANNON-PEPPAS, L., HARLAND, R.S., 1990. *Absorbent polymer technology*. Elsevier, New York (NY) 278 pp.
- BUCHHOLZ, F.L., GRAHAM, A.T. (ed.), 1998. *Modern Superabsorbent Polymer Technology*; Wiley-VCH, New York (NY).
- BULUT, Y., AKÇAY, G., ELMA, D., SERHATLI, I.E., 2009. Synthesis of clay-based superabsorbent composite and its sorption capability. *Journal of Hazardous Materials* **171**: 717–723.
- CASQUILHO, M., RODRIGUES, A., ROSA, F., 2013. Superabsorbent polymer for water management in forestry. *Agricultural Sciences (China)* **4**(5B): 57–60.

- DAVID, T.S., PINTO, C.A., NADEZHDA, N, KURT-BESSON, C., HENRIQUES, M.O., QUILHÓ. T., CERMAK, J., CHAVES, M.M., PEREIRA, J.S., DAVID, J.S., 2013. Root functioning, tree water use and hydraulic redistribution in *Quercus suber* trees: A modeling approach based on root sap flow. *Forest Ecology and Management* **307**: 136-146.
- EL-REHIM A., H.A., HEGAZY, E.A., ABD EL-MOHDY, H.L., 2004. Radiation synthesis of hidrogels to enhance sandy soils water retention and increase plant. *Journal of Applied Polymer Science* **93**: 1360-1371.
- EL-REHIM A., H.A., HEGAZY, E.A., ABD EL-MOHDY, H.L., 2006. Effect of Various Environmental Conditions on the Swelling Property of PAAm/PAAcK Superabsorbent Hydrogel Prepared by Ionizing Radiation. *Journal of Applied Polymer Science* **101**: 3955-3962.
- ELLIOTT, M., 2004. Superabsorbent Polymers, BASF, http://chimianet.zefat.ac.il/download/Super-absorbant_polymers.pdf, accessed March 2014.
- HÜTTERMANN, A., ORIKIRIZA, L.J.B., AGABA, H., 2009. Application of Superabsorbent Polymers for Improving the Ecological Chemistry of Degraded or Polluted Lands. *Clean Journal* **37**(7): 517-526.
- JOHN, G.F., 2011. Towards Improved Application of Super Absorbent Polymers in Agriculture and Hydrology: A Cross Disciplinary Approach, MSc. Thesis, Graduate Faculty of Auburn University, USA 64 pp. (holocron.lib.auburn.edu/xmlui/bitstream/handle/10415/2851/GeraldFJohn_Thesis_full.pdf?sequence=6, accessed September 2015).
- PARVATHY, P.C., JYOTHI, 2012. A. N. Synthesis, characterization and swelling behavior of superabsorbent polymers from cassava starch-graft-poly(acrylamide), *Starch/Stärke* **64**: 207-218.
- RODRIGUES A., PITA, G., MATEUS, J., KURZ-BESSON, C., CASQUILHO, M., CERASOLI, S., GOMES, A., PEREIRA J., 2011. Eight years of continuous carbon fluxes measurements in a Portuguese eucalypt stand under two main events: Drought and felling. *Agricultural and Forest Meteorology* **151**: 493-507.
- RODRIGUES, A., 2013. Relatório Preliminar das Intervenções Realizadas na Herdade de Barradas da Serra no âmbito dum Protocolo CAP-INIAV (Preliminary report of the interventions at Herdade de Barradas da Serra under a protocol CAP-INIAV), INIAV.
- ROSA, F., BORDADO, J.M., CASQUILHO, M., 2010. Effect of the polymerization conditions on the swelling of a copolymer of AA/AMPS/BA via experimental design. *Journal of Applied Polymer Science* **115**: 520-525
- SADEGHI, M., KOUTCHAKZADEH, G., 2007. Swelling kinetics study of hydrolyzed carboxymethylcellulose-poly(sodium acrylate-co-acrylamide) superabsorbent hydrogel with salt sensitivity properties. *J. Sci. I. A. U (JSIAU)* **17**(64): 19-26.
- SUDA, K., 2007. Superabsorbent Polymers and Superabsorbent Polymer Composites. *Science Asia* **33**(1): 39-43.
- XINGGANG, W., JINZHANG, G., WU, Y., 2012. Polymeric superabsorbing composite prepared using a glow-discharge electrolysis plasma for the removal of heavy metal ions from aqueous solutions and its swelling properties. *Polymer Engineering and Science* pp. 2217-2227.
- ZHANG, J., YUAN, K., WANG, Y., GU, S., ZHANG, S., 2007. Preparation and properties of polyacrylate/bentonite superabsorbent hybrid via intercalated polymerization. *Material Letters* **61**: 316-320.
- ZOHURIAAN-MEHR, M.J., KABIRI, K., 2008. Superabsorbent Polymer Materials: A Review, *Iranian Polymer Journal* **17**(6): 451-477.

Entregue para publicação em Junho de 2015

Aceite para publicação em Setembro de 2015

Posturas e Carga Física de Trabalho na Colheita Florestal Semimecanizada

Frederico Vieira, **Nilton Fiedler, ***José Luis Lousada, *Saulo Gonçalves, **José Chichorro e ****Flávio do Carmo**

Sumário. Este estudo teve como objetivo avaliar a postura e a carga física de trabalho nas atividades de corte florestal semimecanizado e extração manual de madeira de eucalipto. As recolhas de dados foram realizadas em área declivosa numa propriedade rural no sul do estado do Espírito Santo, no município de São José do Calçado. As posturas foram medidas com filmagens e uso de fita métrica, para aplicação do método WinOWAS. A carga física de trabalho foi avaliada com uso de medidor de frequência cardíaca. As posturas adotadas nas atividades de processamento, recheia manual, empilhamento manual e carregamento necessitam de correções e merecem atenção em curto prazo. A atividade em que os operadores adotaram as posturas mais prejudiciais foi o carregamento manual, necessitando de mudanças urgentes. Relativo à exigência física, o abate foi classificado como moderadamente pesado e as demais operações como pesadas (frequência cardíaca média entre 125 e 150 batimentos por minuto). Todas as operações necessitam de repouso, variando de 8 a 20 minutos por hora trabalhada.

Palavras-chave: Ergonomia florestal, segurança do trabalho, corte florestal
Postures and physical work load in forest harvesting semi-mechanized

*Engenheiro Florestal, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES -29550-000 - Jerônimo Monteiro-ES, BRASIL.

E-mail: fred5022@gmail.com

**Professor (a) do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira - UFES - 29550-000 - Jerônimo Monteiro-ES, BRASIL.

E-mails: fiedler@pq.cnpq.br; jfufes@gmail.com

***Professor do Departamento de Ciências Florestais e Arquitetura Paisagística -UTAD/CITAB - 5000-801, Vila Real, PORTUGAL.

E-mail: jlousada@utad.pt

****Doutorando em Ciências Florestais - UFES - 29550-000 - Jerônimo Monteiro-ES, BRASIL.

E-mails: sauloboldrinig@hotmail.com; flaviocipriano@hotmail.com;

Abstract. This research aimed to evaluate the posture and physical load of work in forestry semi-mechanized harvest activities and manual extraction of eucalyptus wood. The data collections were performed in steep area on a farm in southern state of Espirito Santo in the city of São José do Calçado, Brazil. The postures were measured with filming and use of tape measures for the application of WinOWAS method. The physical work load was evaluated using heart rate meter. The postures adopted in processing activities, manual tipping, stacking and loading corrections need and deserve attention in the short term. According to the results, the activity in which operators have adopted the most harmful postures of the body was manual loading, requiring emergency changes. Concerning physical demands at work, tipping activity was classified as moderately heavy and the other operations such as heavy (between 125 and 150 cardiac frequency per minute). All operations require rest, ranging from 8 to 20 minutes per hour worked.

Key words: forest ergonomic, work security, forest operators

Postures et physique charges de travail dans l'exploitation forestière semi-mécanisée

Résumé. Cette recherche visait à évaluer la posture et la charge de travail physique dans les activités d'exploitation de la forêt semi-mécanisées et bois d'eucalyptus extraction manuelle. Les collectes de données ont été effectuées dans la zone inclinée dans une propriété rural au sud de l'Etat d'Espirito Santo dans la ville de São José do Calçado (Brazil). Les postures ont été mesurées avec le tournage et l'utilisation de mesures de bande pour l'application de la méthode WinOWAS. La charge de travail physique a été évaluée à l'aide de mesure de la fréquence cardiaque. Les positions prises dans les activités de transformation, basculement manuel, d'empilage et de chargement ont besoin de corrections manuelles et méritent une attention à court terme. Selon les résultats, l'activité dans laquelle les opérateurs ont adopté des postures les plus nocives du corps était le chargement manuel, nécessitant des modifications d'urgence. Relativement l'effort physique au travail, l'activité de compensation a été classé comme des opérations modérément lourdes et d'autres plus intenses, c'est une fréquence cardiaque moyenne entre 125 et 150 bpm. Toutes les opérations ont besoin de repos entre 8 à 20 minutes par heure travaillée.

Mots-clés: Ergonomie des forêts, sécurité de travail, exploitants forestiers

Introdução

O setor florestal coopera significativamente com a economia brasileira (5,5% do PIB), originando produtos, tributos, empregos e lucro, além de promover o desenvolvimento das áreas rurais. Segundo MACHADO (2014), as atividades do setor evoluíram para elevado estágio de mecanização, o que acarretou maior produtividade e redução de custos.

Na cadeia de produtividade do setor florestal, destacam-se as operações de exploração florestal que apesar de elevado grau de mecanização, ainda existem algumas atividades que carecem do trabalho semimecanizado ou manual, devido ao alto custo de aquisição das máquinas, impedimento pela pouca procura e limitações devido à inclinação do terreno (SANT'ANNA, 2014).

O corte semimecanizado e a extração manual de madeira são atividades comuns em áreas declivosas (SEIXAS, 2014). Essas, na maioria das vezes, exigem esforço físico elevado e comumente, o trabalho é executado em posições desconfortáveis durante a jornada de trabalho com o manuseio de cargas pesadas. Este fato pode causar dores musculares, cansaço físico, além do elevado risco de acidentes (SOUZA e MINETTE, 2014). Uma condição em que a ergonomia do processo não é observada leva a um baixo rendimento do trabalhador e, conseqüentemente, da produção (MINETTE *et al.*, 2008; FIEDLER *et al.*, 2009).

Este trabalho teve como objetivo analisar as posturas adotadas e a carga física de trabalho nas atividades de corte semimecanizado (abate, processamento), extração manual e carregamento manual de madeira de eucalipto.

Material e métodos

Para a realização deste estudo foram obtidos dados de uma área de exploração florestal semimecanizada de eucalipto com 7 anos de idade, localizada no município de São José do Calçado, sul do Estado do Espírito Santo, Brasil (Figura 1), entre as coordenadas UTM (Projeção Universal Transversa de Mercator - DATUM SAD-69 Fuso 24S): norte= 7.682.974,189 m; sul= 7.682.588,817 m; leste= 226.675,383 m; e Oeste= 226.119,654 m.

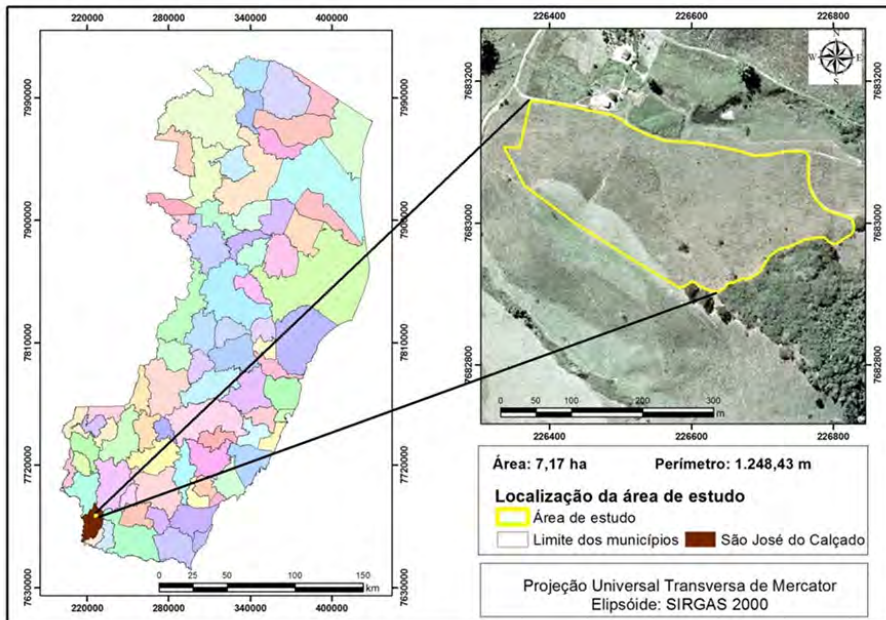


Figura 1 - Mapa de localização, delimitando o talhão de estudo no município de São José do Calçado, estado do Espírito Santo, Brasil

O povoamento de *Eucalyptus grandis*, originado de sementes, foi instalado com espaçamento inicial de 3 x 2 metros (1667 árv/ha), abatido com sete anos de idade, com volume médio de 200 metros cúbicos por hectare, tendo como destino final a produção de madeira para energia. A área onde o mesmo se encontra é caracterizada como declivosa (inclinação acima de 30%), apresentando clima temperado húmido com precipitação média de 1.700 mm anuais. O solo é predominantemente Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) e a altitude da área varia de 577,35 a 708,96 m.

Descrição das atividades

O estudo foi realizado com as atividades de exploração florestal semimecanizada, contemplando as operações de abate com motosserra, processamento (desrama, toragem com um metro de comprimento, desponta), recheia florestal, empilhamento e carregamento manual de madeira, conforme

apresentado no Quadro 1. Todas as operações foram realizadas pelos mesmos quatro trabalhadores.

A recheга foi efetuada pelo direcionamento manual dos toros encosta abaixo até a margem da estrada. No empilhamento manual foram formadas pilhas de madeira perpendiculares à estrada para facilitar o carregamento manual do camião.

Numa primeira fase é feito o arremesso dos toros pelos dois operadores que ficam fora do camião para os dois que ficam em cima da carroceria, que tem a função de receber os toros e organizar a carga.

Quadro 1 - Ilustração das atividades analisadas

<p>Abate</p>		<p>Empilhamento</p>	
<p>Processamento</p>		<p>Carregamento manual</p>	
<p>Recheга florestal</p>			

Procedimento de trabalho

Para análise das posturas e carga física de trabalho realizou-se as seguintes etapas de procedimento:

- a. Registro das posturas adotadas em cada atividade por meio de filmagens, fotografias, observações visuais e anotações;
- b. Análise das posturas pelo software WinOWAS (Ovako Working Posture Analyzing System);
- c. Medição da carga física de trabalho dos operários em cada fase do ciclo de trabalho por atividade com o uso de um medidor de frequência cardíaca da marca Polar modelo RS300X em conjunto com um estudo de tempos e movimentos com o uso do método de tempos contínuos;
- d. Análise final dos dados obtidos e desenvolvimento dos resultados finais baseando-se numa análise comparativa das situações e dos trabalhadores para proposta de reorganização ergonômica do trabalho.

Análise das posturas

Para análise das posturas adotadas no trabalho, foi utilizado o método WinOWAS (IIDA, 2005). O método consiste na análise e mapeamento das posturas adotadas a partir da observação dos registros fotográficos e filmagens do indivíduo em cada fase do ciclo de trabalho. Para isso, as imagens foram obtidas a cada intervalo de 5 segundos, verificando-se, assim, a posição mais frequente relativa a cada fase da operação. O método WinOWAS também auxiliou na análise e avaliação das posturas nas atividades predeterminadas, caracterizando a postura das costas, braços, pernas e, ainda, o esforço realizado durante a execução da tarefa, de acordo com o Quadro 2. Todas as cargas manuseadas (toros e motosserra) foram pesadas numa balança com precisão de 1 g.

Após a definição das posturas-padrão, definiram-se os mecanismos de ação e a necessidade de correção das posturas adotadas. As atividades foram classificadas de acordo com as seguintes categorias de ação (Anexo 1):

Quadro 2 - Descrição das posturas avaliadas de acordo com o método WinOWAS

Costas	Braços
1 Ereta	1 Ambos abaixo do nível do ombro
2 Inclinação	2 Um acima do nível do ombro
3 Ereta e torcida	3 Ambos acima do nível do ombro
4 Inclinação e torcida	
Pernas	Peso ou força requerida:
1 Sentado, com as pernas abaixo do nível das nádegas	1 Carga menor ou igual a 10 Kgf
2 Em pé, exercendo força em ambas as pernas	2 Carga maior que 10 Kgf e menor que 20 Kgf
3 Em pé, exercendo força em uma única perna	3 Carga maior que 20 Kgf
4 Em pé, ou abaixado em ambos os pés, com as pernas flexionadas	
5 Em pé, ou abaixado com um pé e perna articulada	
6 Ajoelhado com um ou ambos os joelhos	
7 Andando ou movimentando	

Fonte: IIDA, 2005.

Carga física de trabalho

A carga física de trabalho foi obtida por intermédio do levantamento da frequência cardíaca durante a jornada de trabalho, por intermédio do medidor de frequência cardíaca de marca Polar, modelo RS300X.

Para a recolha dos dados de frequência cardíaca, o monitor foi fixado no tórax do trabalhador, na altura do peito, no início da execução da atividade e retirado logo após o término. Os valores foram anotados em intervalos de 20 segundos, durante todo o período de trabalho. Paralelamente, foi feito um estudo de tempos e movimentos, utilizando-se o método de tempos contínuos para relacionar a frequência cardíaca do trabalhador com a atividade realizada.

A partir dos dados recolhidos, foi possível calcular a carga física de trabalho em cada atividade (calculada a partir da frequência cardíaca do trabalhador em atividade e em repouso) e obter-se a carga cardiovascular no trabalho, que representa a percentagem da frequência cardíaca em relação à frequência cardíaca máxima tolerável para uma jornada de 8 horas diárias.

De acordo com a metodologia proposta por APUD (1997), a frequência cardíaca foi classificada conforme observado no Quadro 3.

Quadro 3 -Classificação da frequência cardíaca média de acordo com o trabalho

Frequência cardíaca média de trabalho	Número de batimentos por minuto (bpm)	Classificação do trabalho
	< 75	Muito leve
	75 a 100	Leve
	100 a 125	Moderadamente pesado
	125 a 150	Pesado
	150 a 175	Pesadíssimo
	>175	Extremamente pesado

Fonte: Apud (1997).

A carga cardiovascular foi determinada de acordo com a seguinte equação proposta por Apud (1997):

$$CCV = \frac{FCT - FCR}{FCM - FCR} \times 100 \quad (1)$$

Em que:

CCV = carga cardiovascular, em %;

FCT = frequência cardiovascular de trabalho, em bpm (batimentos por minuto);

FCR = frequência cardíaca em repouso (bpm); e

FCM = frequência cardíaca máxima obtida por: 220 - idade do trabalhador.

Para fazer a análise da frequência cardíaca limite (FCL) em batimentos por minuto (bpm) na atividade, utilizou-se a equação 2 indicada por Apud (1997):

$$FCL = (0,40 \times (FCM - FCR)) + FCR \quad (2)$$

Em que:

FCL = frequência cardíaca limite, em bpm (batimentos por minuto);

FCM = frequência cardíaca máxima, em bpm (batimentos por minuto); e

FCR = frequência cardíaca em repouso, em bpm (batimentos por minuto).

Em tarefas que extrapolaram a carga cardiovascular de 40% (sobre a frequência cardíaca limite), para reorganizar o trabalho, foi calculado o tempo de repouso (pausa) necessário, segundo APUD (1997), pela equação 3:

$$Tr = \frac{Ht \times (FCT - FCR)}{FCT - FCR} \times 100 \quad (3)$$

Em que:

Tr = tempo de repouso, descanso ou pausa, em minutos;

Ht = duração total do trabalho, em minutos;

FCT= frequência cardíaca de trabalho, em bpm (batimentos por minuto); e

FCR= frequência cardíaca de repouso.

Os dados foram processados por meio de uma análise de variância (ANOVA), seguido do correspondente teste de comparação de médias pelo método de *Tukey* para 95% de probabilidade, utilizando o software JMP (SAS Institute Inc.).

Resultados e discussão

Posturas no trabalho

No Quadro 4 estão as posturas padrões, percentagem de cada posicionamento e seus principais problemas ocasionados devido à execução da atividade. Os dados das operações de processamento (desrama, toragem e desponta) foram agrupados na mesma análise, pois cada operador realizava as operações simultaneamente.

Na atividade de abate, as posturas típicas foram a 2/1/4/1 (costas inclinadas, braços abaixo do ombro, abaixado em ambos os pés com as pernas flexionadas e carga menor que 10 Kgf), a 2/1/3/1 (costas inclinadas, braços abaixo do ombro, em pé com pernas flexionadas e carga menor que 10 kgf) e a 1/1/3/1 (costas eretas, braços abaixo do ombro, sentado com pernas abaixo do nível das nádegas e com carga menor que 10 kgf) que somaram 72,15% do total de posições. A postura 2/1/4/1 foi a que mais se repetiu (61 vezes em um total de 237), classe de ação 3. Nesta operação, a postura que menos se repetiu foi a 2/1/5/1 (costas inclinadas, braços abaixo do ombro, em pé com perna articulada e carga menor que 10 kgf), também com classe de ação 3.

Quadro 4 - Classificação das posturas adotadas.

Atividade	Postura	Repetição (unidade)	Repetição (%)	TR (min)	Classe
-----------	---------	---------------------	---------------	----------	--------

Abate	2/1/4/1	61	25,74	124	3
	2/1/3/1	58	24,47	117	2
	1/1/3/1	52	21,94	105	1
	1/1/7/1	38	16,03	77	1
	2/1/7/1	22	9,28	45	2
	2/1/5/1	6	2,53	12	3
	Total	237	100	480	
Processamento (desrama, toragem e desponta)	2/1/3/1	62	25,83	124	2
	1/1/7/1	51	21,25	102	1
	4/1/3/1	45	18,75	90	2
	2/1/4/1	36	15,00	72	3
	2/1/7/1	28	11,67	56	2
	4/1/4/1	12	5,00	24	4
	1/1/3/1	6	2,50	12	1
		Total	240	100	480
Rechega	2/1/4/2	53	22,08	106	3
	1/1/7/1	45	18,75	90	1
	2/1/7/1	35	14,58	70	2
	1/1/3/1	28	11,67	56	1
	2/1/3/2	25	10,42	50	2
	2/1/3/1	23	9,58	46	2
	4/1/3/2	14	5,83	28	2
	4/1/4/2	9	3,75	18	4
	2/1/4/1	8	3,33	16	3
		Total	240	100	480
Empilhamento manual	2/1/3/2	38	15,97	77	2
	1/1/7/1	35	14,71	71	1
	4/1/3/2	30	12,61	61	2
	2/1/4/2	28	11,76	56	3
	4/1/4/2	24	10,08	48	4
	1/1/3/1	20	8,40	40	1
	1/1/3/2	15	6,30	30	1
	4/1/4/3	14	5,88	28	4
	2/1/7/1	10	4,20	20	2
	2/1/3/1	8	3,36	16	2
	2/1/4/1	7	2,94	14	3
	2/1/4/3	5	2,10	10	3
	4/1/3/1	4	1,68	8	2
	Total	238	100	480	
Carregamento	2/1/3/1	54	22,98	110	2
	2/1/4/1	48	20,43	98	3
	1/1/1/1	23	9,79	47	1
	2/1/3/2	18	7,66	37	2
	2/1/4/2	15	6,38	31	3
	4/1/4/1	12	5,11	25	4
	2/1/1/1	10	4,26	20	2
	4/1/1/1	9	3,83	18	2

Quadro 4 – Cont.

Atividade	Postura	Repetição (unidade)	Repetição (%)	TR (min)	Classe
Carregamento	1/1/6/1	8	3,40	16	1
	2/1/3/3	7	2,98	14	3

	2/1/4/3	7	2,98	14	3
	2/2/1/1	6	2,55	12	2
	2/2/4/1	5	2,13	10	3
	3/1/1/1	5	2,13	10	1
	4/1/3/1	4	1,70	8	2
	1/1/4/1	4	1,70	8	2
	Total	235	100	480	

Nota: TR= Tempo Realizado

Nas atividades de processamento, a postura 2/1/3/1 (costas inclinadas, braços abaixo do ombro, em pé exercendo força em uma única perna e com carga menor que 10 kgf) predominou com 25,83% de todas as posturas. Apresentou categoria de ação 2, necessitando correções em um futuro próximo.

Na recheia da madeira, a postura que mais se repetiu durante a jornada de trabalho foi a 2/1/4/2 (costas inclinadas, braços abaixo do ombro, em pé com pernas flexionadas e com carga entre 10 kgf e 20 kgf), apresentando 106 minutos da jornada de trabalho e categoria de ação 3. Já a postura que menos se repetiu foi a 2/1/4/1 (costas inclinadas, braços abaixo do ombro, em pé, com pernas flexionadas e carga menor que 10 kgf), total de 12 minutos durante o dia. Na maior parte do tempo os operadores trabalharam com carga entre 10 e 20 kgf.

No empilhamento manual, as posturas típicas foram a 2/1/3/2 (costas inclinadas, braços abaixo do ombro, em pé exercendo força em uma única perna e com carga entre 10 kgf e 20 kgf) e 1/1/7/1 (costas inclinadas, ambos os braços abaixo do ombro, andando, com carga entre 10 kgf e 20kgf) que somaram 20,68% das posturas adotadas.

Além disso, no empilhamento manual, as posturas 4/1/4/2 (costas inclinadas e torcidas, braços abaixo do ombro, em pé com pernas flexionadas e carga entre 10 e 20 kgf) e 4/1/4/3 (costas inclinadas e torcidas, braços abaixo do ombro, em pé, com pernas flexionadas e carga maior que 20 kgf) apresentaram classe de ação 4, sendo necessárias correções imediatas.

Na atividade de carregamento manual, as posturas típicas foram a 2/1/3/1 (costas inclinadas, ambos os braços abaixo do ombro, de pé, exercendo força em uma única perna e carga menor que 10 Kgf) e 2/1/4/1 (costas inclinadas, braços abaixo do ombro, em pé, com pernas flexionadas e carga menor que 10 kgf) que somaram 43,4% de todas as posturas adotadas. A postura 4/1/4/1 (5,12%), classe de ação 4, obteve 12 repetições de um total de 235 e necessita de correções imediatas. Nestes casos deve haver intervenções rápidas com a adoção de novas formas de operação ou o uso de mecanização auxiliar.

Com base nos resultados encontrados para cada atividade, as posturas padrões e seus respectivos mecanismos de ação, são sintetizados no Quadro 5.

Quadro 5 - *Categorias de ação de acordo com a atividade*

Atividade Florestal	Posição Padrão	Classe de Ação Prioritária
Abate	2/1/4/1	Classe 3 - correções tão imediatas quanto possível
Processamento	2/1/3/1	Classe 2 - correções num futuro próximo
Rechega	2/1/4/2	Classe 3 - correções tão imediatas quanto possível
Empilhamento manual	2/1/3/2	Classe 2 - correções num futuro próximo
Carregamento	2/1/3/1	Classe 2 - correções num futuro próximo

Pode-se observar no Quadro 5 que nas atividades de abate e rechega, a classe de ação de acordo com o modelo WinOWAS foi a classe 3, ou seja, são necessárias correções tão imediatas quanto possível. Na desrama, desponta, toragem, empilhamento manual e carregamento, a classe de ação mais frequente foi a classe 2, sendo necessário efetuar correções num futuro próximo.

No Quadro 6 são apresentados os valores totais das posturas executadas nas operações analisadas.

Quadro 6 - *Percentual da distribuição do total de posturas por classe de ação e operação*

Operação	1	2	3	4
Abate	37,97	33,75	28,27	0
Processamento	23,75	56,25	15,00	5,00
Rechega manual	30,42	40,41	25,41	3,75
Empilhamento manual	29,41	37,82	16,80	15,96
Carregamento	15,32	44,68	32,77	5,11
Média Geral	27,34	42,58	23,65	5,96

No Quadro 6 observa-se que a classe 2 foi a que apresentou maior percentual de posturas típicas. BARBOSA *et al.* (2014) também encontrou maior número de repetições das posturas nas atividades de corte semimecanizado e extração manual na classe 2 pelo método WinOWAS.

A atividade de empilhamento manual apresentou 15,9% das posturas adotadas durante a jornada de trabalho na classe 4, consideradas críticas. Esta operação deve ser remodelada para a adoção de posturas menos prejudiciais. Devem-se usar ferramentas auxiliares (pegas em forma de ganchos metálicos) para que o trabalhador organize os toros sem curvar e ou torcer a coluna.

Carga física de trabalho

As frequências cardíacas registadas foram processadas individualmente por trabalhador em cada operação da colheita (Quadro 7).

Em todos os trabalhadores na função de abate, processamento, recheга manual, empilhamento manual e carregamento, o trabalho foi classificado como moderadamente pesado e pesado, necessitando de repouso e adequação do trabalho ao operador. FIEDLER *et al.* (2011) avaliando atividades em áreas declivosas também classificou as atividades como pesadas.

Com exceção da atividade de abate, todas as demais atividades foram classificadas como pesadas, mostrando a necessidade de adequar o trabalho aos funcionários com pausas orientadas, mudanças no ritmo de trabalho e reorganização ergonómica.

Todas as operações necessitam de repouso durante o trabalho. As atividades avaliadas obtiveram valores médios de frequência cardíaca próximos, mostrando a semelhança de esforço exercida em todas elas. Porém, por necessidade de um esforço maior para que os trabalhadores se desloquem em áreas inclinadas com toros dispersos e o ato de levantar e empurrar toros, a recheга e o empilhamento manual resultaram em valores mais críticos do que as atividades de abate, processamento e carregamento. Em análise com atividades de preparação do solo no sul do Brasil, VOSNIAK *et al.* (2013) também relataram atividades com exigências físicas muito críticas.

Conforme apresentado na Quadro 7, a operação de carregamento de madeira foi classificada como uma atividade de carga física de trabalho pesado. Esse resultado foi o mesmo encontrado em estudo realizado por ALEXANDRE FILHO (2014), na qual avaliou-se o carregamento de madeira em uma de reflorestamento de eucalipto.

Quadro 7 - Carga física de trabalho nas atividades de colheita semimecanizada

Atividade	Op.	FCT	CCV	FCL	FCR	FCM	CLASSIF.	ID.	TR
Abate	1	122	43	118	71	189	Mod. Pesado	31	8
	2	124	41	123	75	195	Mod. Pesado	25	10
	3	118	54	115	68	186	Mod.	36	14

							Pesado		
	4	130	53	115	68	185	Pesado	30	16
	Med	123.5	47.8	117.8	70.5	188.8	-	30.5	12
Processamento	1	130	50	112	69	184	Pesado	31	11
	2	136	51	122	78	188	Pesado	25	13
	3	137	53	114	71	178	Pesado	36	15
	4	134	49	124	79	186	Pesado	30	10
	Med	134.3	50.8	118	74.3	184	-	30.5	12.3
Rechega manual	1	135	60	110	60	184	Pesado	31	20
	2	131	53	115	65	190	Pesado	25	14
	3	141	50	129	82	200	Pesado	36	16
	4	134	49	124	79	192	Pesado	30	14
	Med	135.3	53	119.5	71.5	191.5	-	30.5	16
Empilhamento manual	1	133	54	118	75	183	Pesado	31	15
	2	135	53	121	76	188	Pesado	25	14
	3	138	56	118	69	192	Pesado	36	17
	4	135	61	108	57	185	Pesado	30	20
	Med	135.3	56	116.3	69.3	187	-	30.5	16.5
Carregamento	1	127	44	122	74	195	Pesado	31	6
	2	137	53	122	75	192	Pesado	25	15
	3	130	52	116	70	185	Pesado	36	14
	4	146	54	129	82	200	Pesado	30	16
	Med	135	50.8	122.3	75.3	193	-	30.5	12.8

Op.=Operador; FCT= Frequência Cardíaca de Trabalho; CCV= Carga Cardiovascular; FCL= Frequência Limite; FCR= Frequência Cardíaca de Repouso; FCM= Frequência Cardíaca Máxima; CLASSIF.= Classificação; ID.= Idade; TR=Tempo de Repouso (min/h); Med= Média.

No Quadro 8 é apresentado um resumo das características do trabalho.

Quadro 8 - Carga física de trabalho para cada atividade avaliada

Atividade	FCT* (bpm)	CCV (%)	FCL (bpm)	FCR (bpm)	FCM (bpm)	Classificação	TR (min/h)
Abate	123.5 a	47.8	117.8	70.5	188.8	Moderadamente Pesado	12
Processamento	134.3ab	50.8	118	74.3	184	Pesado	12.3
Rechega	135.3 b	53	119.5	71.5	191.5	Pesado	16

manual							
Empilhamento manual	135.3 b	56	116.3	69.3	187	Pesado	16.5
Carregamento	135 b	50.8	122.3	75.3	193	Pesado	12.8

FCT= Frequência Cardíaca de Trabalho; CCV= Carga Cardiovascular; FCL= Frequência Limite; FCR= Frequência Cardíaca de Repouso; FCM= Frequência Cardíaca Máxima; TR=Tempo de Repouso

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

Como pode ser observado neste quadro, para a análise da carga física de trabalho nas atividades de colheita de madeira, houve diferença significativa ao nível de 95% de probabilidade pela análise de variância (Anexo 2) e pelo teste Tukey entre os valores médios do abate e as demais operações. Dessa forma, o abate foi classificado como moderadamente pesado, ou seja, esta é a atividade que requer menos esforço físico do operador em relação as demais analisadas.

Para a redução da carga física de trabalho na atividade de processamento, devem-se realizar treinamentos específicos aos operadores e avaliar o uso de ferramentas mais leves como a machadinha. As atividades de recheia e empilhamento só devem ser realizadas com a madeira mais seca (período médio recomendado de 90 dias após a realização do abate). No carregamento manual, recomenda-se realização de outros estudos a fim de melhorar a performance do posicionamento do camião na pilha. Um teste poderia ser feito com a madeira posicionada em cima do barranco, evitando o levantamento dos toros. Outra ação a ser pesquisada é a mecanização auxiliar com o uso de esteiras na carga.

Conclusões

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que:

As posturas adotadas nas atividades de processamento, recheia manual, empilhamento manual e carregamento necessitam de correções e merecem atenção num curto prazo.

A atividade em que os operadores adotaram as posturas mais prejudiciais ao corpo foi o carregamento manual, necessitando de mudanças urgentes, visando reduzir a carga e adoção de posturas menos danosas.

A atividade do abate foi classificada como moderadamente pesada e as demais operações como pesadas. Todas as operações necessitam de reorganização e repouso variando de 6 a 20 minutos por hora trabalhada.

Como recomendação, sugere-se a adoção de treinamentos específicos para as operações, o uso de ferramentas auxiliares de corte e manuseio mais leves, o posicionamento das pilhas em posições mais altas em relação ao veículo de transporte e o uso de mecanização auxiliar.

Agradecimentos

À Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e Universidade de Trás os Montes e Alto Douro (UTAD) pela oportunidade e estrutura física; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) pela concessão de bolsas de doutorado e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas de doutorado sanduíche e pós-doutorado sênior no exterior.

Referências bibliográficas

- ALEXANDRE FILHO, P.C.R.T., 2014. Análise de fatores ergonômica na carga e descarga manual de madeira de eucalipto. 2014. 45 f. Monografia (Curso de Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro.
- APUD, E., 1997. Temas de ergonomia aplicados al aumento de la productividad de la mano de obra em cosecha florestal. In: *Simpósio brasileiro sobre colheita e transporte florestal*, 3, Vitória, 1997. Anais... Vitória: SIF/DEF.
- BARBOSA, R.P. et al., 2014. Análise de posturas na colheita florestal semimecanizada em áreas declivosas. *Revista Árvore*, Viçosa, **38**(4): 733-738.
- FIEDLER, N.C., et al., 2009. Otimização do layout de marcenarias no sul do Espírito Santo baseado em parâmetros ergonômicos e de produtividade. *Revista Árvore*, Viçosa, **33**(1): 161-170.
- FIEDLER, N.C., et al., 2011. Avaliação das posturas adotadas em operações florestais em áreas declivosas. *Floresta e Ambiente* **18**(4): 402-409.
- IIDA, I., 2005. Ergonomia: projeto e produção. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 630 pp.
- MACHADO, C.C., 2014. *Colheita Florestal*. 3. Ed. Viçosa, MG, Ed. UFV, p.p 15-42.
- MINETTE, L.J., et al., 2008. Avaliação técnica da operação de extração de *Eucalyptus spp.* utilizando o trator auto carregável e o trator florestal "forwarder" na região sul da Bahia. Engenharia na Agricultura. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, **16**(3): 312-317.
- SANT'ANNA, C.M., 2014. Corte Florestal. In: *Colheita Florestal*. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, pp. 66-96.
- SEIXAS, F., 2014. Extração. In: *Colheita Florestal* 3 Ed. Viçosa: Editora UFV, pp. 89-128.

- SOUZA, A.P., MINETTE, L.J., 2014. Ergonomia aplicada ao trabalho. In: *Colheita florestal*, 3 Ed. Viçosa: Editora UFV, pp. 293-309.
- VOSNIAK, J., *et al.* 2013. Carga de trabalho físico e postura na atividade de coveamento semimecanizado em plantios florestais. *Scientia forestalis*, Piracicaba, **38**: 589-598.

Entregue para publicação em abril de 2015

Aceite para publicação em setembro de 2015

Anexos

Anexo 1 - Classificação de Postura do método WinOWAS

		Pernas																					
		1			2			3			4			5			6			7			
		Força			Força			Força			Força			Força			Força						
Costas	Braços	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	2	3	4	4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4

Categorias de Ação:
 Classe 1 - Não são necessárias medidas corretivas.
 Classe 2 - São necessárias correções num futuro próximo.
 Classe 3 - São necessárias correções tão logo quanto possível.
 Classe 4 - São necessárias correções imediatas.

Fonte: IIDA, 2005.

Anexo 2 - Análise de Variância (ANOVA) das atividades florestais em relação da Frequência Cardíaca de Trabalho

Origem de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F calculado	P-Valor
Atividade	4	421.30	105.325	4.122	0.0189
Resíduo	15	383.25	25.550		

Flexural Properties of Short Laminated Beams Made from Two Hardwood Species

*Sachin Gupta, *C.M. Sharma and **Kishan Kumar V.S.

Abstract. Short laminated beams of *Populus deltoides* and *Ailanthus excelsa* were studied for their behaviour under bending. Five layered laminated beams were prepared using finger jointed and joint-free laminates. The inherent higher bending strength of *P. deltoides* was reflected in the laminated beams also irrespective of presence or absence of joints in individual laminates. The use of finger jointed laminates resulted in significantly higher MOE in the case of *P. deltoides*. Presence of finger joints did not alter the MOR of beams with either species. The study revealed the superiority of *P. deltoides* in making stronger laminated beams compared to *A. excelsa*.

Key words: Bending, finger joints, glulams, laminates, urea formaldehyde

Propriedades à flexão de vigas laminadas coladas de pequeno comprimento fabricadas com duas espécies Folhosas

Sumário. Foi estudado o comportamento à flexão de vigas lameladas-coladas de pequeno comprimento feitas de *Populus deltoides* e *Ailanthus excelsa*. Foram preparadas cinco vigas laminadas utilizando ligações de topo com e sem entelhes múltiplos triangulares. Obtiveram-se valores mais elevados de resistência à flexão com a espécie *P. deltoides* quer nas vigas com ligações de topo com ou sem entalhes múltiplos triangulares. A utilização de ligações de entalhes múltiplos triangulares permitiu obter valores significativamente mais elevados do módulo de elasticidade na espécie *P. deltoides*. A utilização das ligações de entalhes múltiplos triangulares não alterou os resultados do módulo de rotura para as duas espécies. O estudo revelou o melhor desempenho do *P. Deltoides* obtendo-se vigas mais resistentes comparadas com as de *A. excelsa*.

*Research Officer, **Scientist

Forest Products Division, Forest Research Institute, New Forest P.O., Dehradun 248006,
Uttarakhand, INDIA
E-mail: kishankumarv@yahoo.com

Palavras-chave: flexão, entalhes múltiplos triangulares, lamelados-colados, laminados, ureia formaldeído

Les propriétés de la flexion sur des courtes poutres lamellées collées fabriquées à partir de deux espèces de feuillus

Résumé. Le comportement à la flexion des courtes poutres lamellées collées du bois de *Populus deltoides* et *Ailanthus excelsa* a été étudié. Des poutres lamellées collées de cinq couches ont été préparées selon deux types d'assemblage: bout à bout et par aboutage. La résistance à la flexion élevée observée chez *P. deltoides*, est reflétée dans les poutres indépendamment de la présence ou de l'absence de jointage. Le jointage par enture multiple a entraîné une valeur de MOE (Modulus of Elasticity) significativement plus élevée chez *P. deltoides*. La présence des entures multiples n'a pas altéré le MOR (Modulus of Rapture) des poutres des deux espèces. L'étude a révélée que les poutres lamellées collées issues de *P. deltoides* sont plus fortes que celles préparées à partir d'*A. excelsa*.

Mots clés: flexion, aboutage, bois lamellé collée, stratifiés, urée formaldéhyde

Introduction

As part of the efforts for saving solid wood material, wood researchers around the world are examining possibilities of using alternative resources such as composite wood materials, using short length mill waste etc. This situation assumes larger interests where solid wooden members are used to support large loads. Timber structure designers and builders could seldom find enough sized material without hidden defects. As a result, the use of glulams where thinner laminates of wood are glued together to get sufficiently sized material attracted the attention of structural engineers. The introduction of finger joints into individual laminates brought about a drastic revolution and such beams became popular products in countries where large columns/beams of wood have been in demand.

Stock beams of 48-56 feet length are cut out to shorter lengths for use in residential constructions (www.rosboro.com). Timber lintels of short lengths help in reducing acoustic transmissions in buildings compared to steel ones and also are used for decorative purposes (FLEMING, 2012).

When used in structural applications, bending properties of such beams are of high importance. High bending strength efficiency of about 63.7% has been reported for finger-jointed Japanese cedar laminae compared to those without joints (YEH *et al.*, 2006). The usual failures that occur in finger jointed laminated beams are: failure through defects especially in the outer laminates, failure of the finger joints of outer laminates and failure of inner laminates (MOODY, 1974). Prestressing of glulams for enhanced strength with glass fibres also has been attempted (GUAN *et al.*, 2005). Studies on small diameter fast growing *Acacia mangium* and *Maesopsis emenii* (Umbrella tree) showed that glulams made from the former species give better MOR and MOE values (HERAWATI *et al.*, 2010). This was in spite of the fact that individual laminations had a wide variation in MOE values. There has been an attempt to make relatively small length glulam beams with laminates from two different species (CASTRO and PAGANINI, 2003). They reported that when good quality *P. deltooides* and poor quality *Eucalyptus grandis* clones were used as the mixing laminates (without joints in individual laminates), the enhancement in the structural efficiency was not as much as that was expected compared to beams made from good quality *P. deltooides* laminates alone.

In laminated timber products, the adhesive used obviously plays a major role as the surface area involved in gluing is very large. Possibility of using Poly Vinyl Acetate (PVA) and Poly Urethane (PU) adhesives in finger jointing of *Gmelina arborea* with an aim of using such jointed lumber for production of

glulams was reported from Costa Rica (GONZÁLEZ *et. al.*, 2003). The study revealed the ineffectiveness of the PVA adhesive for use in structural applications. Glulam beams made out of *Dipterocarpus* spp. and *Vatica* spp. belonging to the Hardwood Structural grades but with different individual strength grades were studied for their bending properties by MOHAMAD *et al.* (2011). They found that there was no significant difference in the bending strengths of glulam beams prepared with these species using Phenol Resorcinol Formaldehyde adhesive in spite of them belonging to different strength groups. The measured bending strength values were suitable for using these beams for structural purposes. HERNANDEZ *et. al.* (2005) evaluated Ponderosa Pine glulams made with 8 and 13 laminations. They could produce structural members with good strength properties from mechanically graded lumber. However, their finger jointed glulams showed a qualification stress level (QSL) of only 1.17 bending strength of the calculated design bending strength which was lower than the industry standard value of 1.67 and this was attributed to grade-dependence.

Against this background, the bending properties of short beams made from laminated finger jointed sections of two hardwood (*Ailanthus excelsa* and *Populus deltoides*) timbers were studied with a view to seek the potential of these timbers in the manufacture of laminated short beams.

Materials and Methods

Short length (approximately 180 and 200 cm) beams were prepared by laminating approximately 1.9 cm thick lamellas of 10 cm width with and without finger joints. Five lamellas were glued on each other to make beams of roughly 10 cm depth. In beams with finger joints, the joints were arranged in the manner shown in Figure 1.

AAAAAAAAAAAAAAAA		AAAAAAAAAAAAAAAA		AAAAAAAAAAAAAAAA	
BBBBBBB	AAAAAAAAAAAAAAAA	AAAAAAAAAAAAAAAA	AAAAAAAAAAAAAAAA	BBBBBBB	AAAAAAAAAAAAAAAA
AAAAAAAAAAAAAAAA		AAAAAAAAAAAAAAAA		AAAAAAAAAAAAAAAA	
BBBBBBB	AAAAAAAAAAAAAAAA	AAAAAAAAAAAAAAAA	AAAAAAAAAAAAAAAA	BBBBBBB	AAAAAAAAAAAAAAAA
AAAAAAAAAAAAAAAA		AAAAAAAAAAAAAAAA		AAAAAAAAAAAAAAAA	

Figure 1 - Sketch of laminating Finger jointed sections

In one beam with finger jointed lamellas, there were 12 separate finger joints. The lamellas were arranged in such a way that the central and extreme layers had 2 joints each in them. The other two lamellas had three joints each. The

AAAAA sections were 60 to 70 cm long and the BBBBB sections were 30-40 cm long.

Suitable lengths of sections for finger joints were cut from plain sawn, kiln dried (8-12% Moisture Content) and surface planed planks of the two species. Fingers of length 21 mm, pitch 7 mm and tip thickness 1.4 mm were profiled on a commercial finger shaper. The fingers were joined using Urea Formaldehyde (UF) adhesive. The adhesive was prepared from 100% UF resin available in powder form. The adhesive was prepared just before application on to the fingers to avoid setting. 100 gm of the powder resin and 2 gm of ammonium chloride (NH_4Cl) hardener were mixed in 75 ml of water to get a viscous solution. The adhesive was applied to all fingers using a brush. As far as possible, a uniform spread of enough adhesive on nearly $3/4^{\text{th}}$ length was applied to the fingers. Immediately after adhesive application, the sections were joined and pressed on a pneumatic pressing vice at an end - pressure of 5.9 MPa. The two types of laminates (one consisting of only A type sections and the other containing both A and B section as shown in figure 1) were thus prepared. The adhesive at the joints was allowed to cure at room temperature for about 48 hours. After the joints were cured, the individual laminates were laminated as shown in figure 1 using the same UF adhesive. After application of the adhesive, the prepared beams were allowed to cure its adhesive at room temperature. During this period the glued laminates were held tightly against each other using clamps. After the adhesive cured, the clamps were removed and the beams were readied for static bending measurements. Any ooze outs of the glue were removed and the ends of the beams were squared. The beams which were made from finger jointed laminates are designated as "FJ beams". Beams were also prepared from unjointed sections by gluing five lamellas as described above. These beams were designated as "UJ beams".

The static bending measurements on the UJ and FJ beams were carried out on a Universal testing machine (O-50-A). Measurements were carried out by placing the beam in such a way that it was at right angle to the load applied at the centre of the beam on the flat surface of the top lamella. A span of 150 cm ensured a span to depth ratio of more than 14:1 so that the possibility of failure due to horizontal shear is minimized (MARX and MOODY, 1981). The load was applied centrally to the beam and continuously such that the movable head moved at 0.25 cm per minute. Deflections were noted against applied loads until the beam failed. From the load-deflection graphs made on a spread sheet, the load and deflection at the limit of proportionality were determined as per IS1708 (1986). For this, the line of proportionality was drawn using the plotted points along the curve so as it passed through most of the initial points. If this line does

not pass through the origin, a parallel line was drawn through the origin. The load (P) and deflection (D) corresponding to the limit of proportionality was read from the line passing through the origin (KISHAN KUMAR *et al.*, 2015).

The Modulus of Rupture (MOR) and Modulus of Elasticity (MOE) were calculated for each sample using the following formulae (IS 1708, 1986):

$$MOR = \frac{3P'l}{2bh^2} \text{ MPa} \quad (1)$$

$$MOE = \frac{Pl^3}{4Dbh^3} \text{ MPa} \quad (2)$$

Where

P = Load at limit of proportionality (N)

P' = Maximum load (mm) at which the beam failed

l = Span of beam (mm)

b = Breadth of beam (mm)

h = Height (thickness) of beam (mm)

D = Deflection (mm) at limit of proportionality

Statistical analyses of the data were carried out using the SPSS package.

Results and discussion

The beams were visually inspected for wood failure and/or failure of finger joints after bending measurements were completed. It was found that no portion of the beams showed wood failure. Finger joints of the outer lamellas were also intact. The beams only revealed delamination as the cause of bending failure. The data obtained from the static bending measurements performed on the beams of the two species made with finger-jointed and unjointed laminates are given in Table 1. The table also gives the efficiencies of the beams made with finger-jointed laminates compared to those made with unjointed laminates.

Table 1 - Means of Static bending parameters of the beams

Spp	Beam type	No. of beams	MOR (MPa.)	SD (MPa.)	CV (%)	MOE (MPa.)	SD (MPa.)	CV (%)
<i>P. deltoides</i>	UJ	14	35.5	9.3	26.2	7758	1255	16.2
	FJ	12	35.1	6.8	19.5	9525	1495	15.7
	Eff (%)		98.9			122.8		

<i>A. excelsa</i>	UJ	10	19.0	3.5	18.2	4291	1252	29.2
	FJ	10	18.7	6.2	33.1	4633	933	20.1
	Eff (%)		98.4			108.0		

Note: UJ refers to beams made from unjointed laminates

FJ refers to beams made from finger-jointed laminates

Eff (%) refers to the % Efficiency of the beams made from finger-jointed laminates with respect to the beams made from unjointed laminates

P. deltooides beams

Table 1 reveals that the FJ beams of *P. deltooides* show almost similar bending strength (~99%) compared to the UJ beams. However, the MOE of FJ beams is 122.8% of the UJ beams. When this species is used for laminated beams, the efficiency in flexural parameters is thus either equal or higher compared to the beams which were made with joint-free laminates. To understand the actual difference between the two types of beams (UJ and FJ), the calculated parameters were analysed through one-way ANOVA using SPSS. The results of this are given in Table 2.

Table 2 - ANOVA of MOR and MOE of *P. deltooides* beams

Parameter	Source of variation	df	Mean Square	F	Sig.
MOR	Between UJ and FJ	1	0.932	0.014	0.908
	Error	24	68.177		
MOE	Between UJ and FJ	1	2.017x10 ⁷	10.786	0.003
	Error	24	0.188x10 ⁷		

Table 2 reveals that the bending strength of FJ beams is very similar to that of the UJ beams for this species. However, the MOE is significantly higher than that of the UJ beams. A study by KURT (2010) revealed the potential of manufacturing Laminated Veneer Lumber (LVL) with hybrid clones of *P. deltooides* using melamine UF adhesive. CASTRO and PAGANINI (2003) obtained bending strengths of 44.1 MPa and bending MOE of 9633 MPa for beams prepared using the "Neva" clone of *P. deltooides* with seven layers of joint-free laminates and using Phenol-resorcinol formaldehyde adhesive. The values obtained in the present study for bending MOE for beams with five finger-jointed laminates are quite similar to their values though a less stronger UF glue was used. On the whole, the potential of using *P. deltooides* for making glulams

looks to be appreciable. SANTOS and PINHO (2004) have also demonstrated the potential of another hardwood, *Eucalyptus globulus*, in structural applications through their studies on 3-layered glulams.

Ailanthus excelsa beams

Table 1 shows that the FJ beams of *A. excelsa* also show almost similar bending strength (98.4%) and MOE (108%) compared to the UJ beams. This behaviour is very similar to what has been observed with *P. deltooides* beams. To understand the actual difference between the two types of beams (UJ and FJ), the calculated parameters were analysed through one-way ANOVA using SPSS. The results of this are given in Table 3.

Table 3 - ANOVA of MOR and MOE of *A. excelsa* beams

Parameter	Source of variation	df	Mean Square	F	Sig.
MOR	Between UJ and FJ	1	0.685	0.027	0.871
	Error	18	25.120		
MOE	Between UJ and FJ	1	5.855x10 ⁵	0.481	0.497
	Error	18	12.185x10 ⁵		

Table 3 reveals that the bending strength and MOE of FJ beams are indeed similar to that of the UJ beams for this species also. Thus, when this species is used for laminated beams, the efficiency in flexural parameters is similar compared to the beams which were made with joint-free laminates. A significant improvement in the MOE also is not seen for this species unlike in the case of *P. deltooides*.

Species comparison between beams with and without finger joints in their laminates

The MOR and MOE data obtained for beams made from joint-free and finger-jointed laminates were analysed using one-way ANOVA and the results are given in Table 4.

Table 4 - ANOVA of MOR and MOE of beams made with the two species

Beam Type	Parameter	Source of Variation	df	Mean Square	F	Sig.
UJ	MOR	Between species	1	1578.789	28.263	<0.001
		Error	22	55.860		
	MOE	Between species	1	7.009x10 ⁷	44.643	<0.001
		Error	22	0.157x10 ⁷		
FJ	MOR	Between species	1	1474.519	34.312	<0.001
		Error	20	42.974		
	MOE	Between species	1	13.05x10 ⁷	80.556	<0.001
		Error	20	0.162x10 ⁷		

It can be seen from Table 4 that both the bending parameters differ significantly among the two species studied in beams made out of jointed as well as joint-free laminates. The values in Table 1 reveal that *P. deltooides* beams have much higher bending strength and elasticity. The reported values of three selected clones of *P. deltooides* varied from 48.5 MPa to 61 MPa in bending strength and 4775 MPa to 6063 MPa in bending MOE (KURT, 2010). As far as *A. excelsa* is concerned, the reported values from India are 45.2 MPa for MOR and 7830 MPa for MOE (SHUKLA *et al.*, 1986). Thus, the present results indicate that neither finger-jointing nor laminating could affect the inherent superiority of *P. deltooides* as far as bending properties are concerned.

Overall comparison between beams with and without finger joints in their laminates

The calculated bending parameters of all the 46 beams were analysed using one way ANOVA. There were 4 sets of beams (two species with joint-free and finger-jointed laminates in each). The ANOVA suggested significant differences in both MOR and MOE values with p-values of <0.001 for both MOR and MOE values. Duncan's subsets were formed to see which of the beam types can be grouped together. With the bending strengths, two subsets were formed whereas three subsets were formed with MOE which are presented in Table 5.

Table 5 - Duncan's subsets for the flexural data of all beams

Beam Type	Number of Beams	MOR (MPa.) subsets		MOE (MPa.) subsets		
		1	2	1	2	3
AE UJ	10	19.0		4291		
AE FJ	10	18.7		4633		
PD UJ	14		35.5		7758	
PD FJ	12		35.1			9525
Sig.		0.901	0.899	0.524	1.000	1.000

Note: AE = *A. excelsa*, PD = *P. deltoides*, UJ = beams with joint-free laminates, FJ = beams with finger-jointed laminates

Table 5 clearly groups *P. deltoides* beams as stronger ones as far as both strength and elasticity are concerned. CASTRO and PAGANINI (2003) reported an MOR of around 52 MPa for the "Neva" clone of *P. deltoides*. From Western Sudan, the reported values are 45.9 MPa and 5900 MPa respectively for MOR and MOE of *A. excelsa* (ELZAKI and KHIDER, 2013). It is quite obvious from Table 5 that *P. deltoides* performs better with or without finger jointed laminates when one is using the present finger geometry and UF as the adhesive in making short beams. Both MOR and MOE of AE beams are nearly half of that of *P. deltoides* beams with or without finger joints.

Conclusions

Of the two species studied, *P. deltoides* gave higher flexural strength values with UF adhesive in making short laminated beams with or without finger jointing. The bending strengths of short laminated beams made with both the species with joint-free laminates remain unchanged by using finger jointed laminates thus paving the way for utilization of mill residue of shorter lengths. The MOE values of laminated beams with finger jointed lamellas are either equal or better than that of beams with joint-free lamellas. Overall, short beams made out of *P. deltoides* are superior to those made with *A. excelsa* as far as flexural properties are concerned.

Acknowledgements

The authors are thankful to Director, FRI, Dehradun and Head, Forest Products Division for their encouragement. The help rendered by staff of WWF Discipline in beam preparation and those of Timber Mechanics Discipline in bending measurements is gratefully acknowledged.

References

- CASTRO, G., PAGANINI, F., 2003. Mixed glued laminated timber of poplar and *Eucalyptus grandis* clones. *Holz als Roh- und Werkstoff* **61**: 291–298.
- ELZAKI, O.T., KHIDER, T.O., 2013. Strength properties of *Ailanthus excelsa* Roxb. (Tree of Heaven) from Western Sudan. *Journal of applied and Industrial Sciences* **1**(2): 38-40.
- FLEMING, M., 2012. Wooden Lintels. <http://greenconversion.co.uk> (accessed on 21.6.12)
- GONZÁLEZ, G., MOYA, R., MONGE, F., CÓRDOBA, R., COTO, J.C., 2003. Evaluating the strength of finger-jointed lumber of *Gmelina arborea* in Costa Rica, 1-6: In Recent Advances with *Gmelina arborea*, W.S. Dvorak, G.R. Hodge, W.C. Wood Bridge and J.L. Romero (eds.) CAMCORE, North Carolina University, Raleigh, NC. USA.
- GUAN, Z.W., RODD, P.D., POPE, D.J., 2005. Study of glulam beams pre-stressed with pultruded GRP. *Computers and Structures* **83**(28-30): 2476-2487.
- HERAWATI, E., MASSIJAYA, M.Y., NUGROHO, N., 2010. Performance of Glued-Laminated Beams made from small diameter Fast-growing tree species. *Journal of Biological Sciences* **10**(1): 37-42.
- HERNANDEZ, R., GREEN, D.W., KRETSCHMANN, D.E., VERRILL, S.P., 2005. Improved utilization of small-diameter Ponderosa Pine in glulam timber. USDA Forest Service Res. Pap. FPL-RP-625, Forest Products Laboratory, Madison, WI: 38 pp. <http://www.rosboro.com/pdfs/EWS-Y212.pdf> (accessed on 18.05.2012)
- IS-1708 (1986). Methods of testing small clear specimens of timber, Bureau of Indian Standards, New Delhi. 21-26.
- KISHAN KUMAR, SHARMA, C.M., GUPTA, S., 2015. Compression and flexural properties of finger jointed Mango wood sections. *Maderas. Ciencia y tecnología* **17**(1): 151-160.
- KURT, R., 2010. Suitability of three hybrid poplar clones for laminated veneer lumber manufacturing using melamine urea formaldehyde adhesive. *Bio Resources* **5**(3): 1868-1878.
- MARX, C.M., MOODY, R.C., 1981. Bending strength of shallow glued-laminated beams of a uniform grade. USDA Forest Service Res. Pap. FPL 380, Forest Products Laboratory, Madison, WI: 21 p.
- MOHAMAD, W.H.W, RAZLAN, M. A., AHMAD, Z., 2011. Bending strength properties of glued laminated timber from selected Malaysian hardwood timber. *International Journal of Civil & Environmental Engineering* IJCEE-IJENS **11**(4): 7-12.
- MOODY, R.C., 1974. *Flexural strength of glued- laminated timber beams containing coarse-grain southern pine lumber*. USDA Forest Service Res. Pap. FPL-RP-222, Forest Products Laboratory, Madison, WI: 40 p.
- SANTOS, J.A., PINHO, A.C.M, 2004. New advances for the application of Eucalyptus as a structural wood. *Silva Lusitana* **12**(1): 43-50.
- SHUKLA, N.K., SINGH, K.R., SINGH, R.S., 1986. A note on the physical and mechanical properties of *Robinia pseud-Acacia*, *Fraxinus* spp. and *Ailanthus* spp. from Srinagar (J&K). *Indian Forester* **112**(2): 139-151.
- YEH, M.C., LEE, W.H., LIN, Y.L., 2006. Study of structural glulam manufacturing from domestic Japanese cedar plantation wood. *Taiwan Journal of Forest Science* **21**(4): 531-546.

Notas do Herbário Florestal do INIAV (LISFA): Fasc. XL

Agradecimento

As 'Notas', tendo sido iniciadas em Julho de 1995 atingem no presente número da *Silva Lusitana* o seu quadragésimo número. Foram iniciadas por iniciativa da Eng^a Silvicultora *Ana Ferreira de Almeida*, Investigadora Auxiliar, uma das suas editoras desde então. Sem a sua persistente diligência e espírito de camaradagem, a publicação regular destas notas botânicas não teria sido possível. Agora que cessou formalmente as suas funções neste Instituto Nacional, não podem os Editores da SILVA LUSITANA e em particular o elemento remanescente que edita estas notas de flora e vegetação, deixar de lhe agradecer sinceramente.

O Editor
Jorge Capelo

[1. *Novarum Flora Lusitana Commentarii*
In memoriam A.R. Pinto da Silva
(1912 – 1992)

Some biogeographic aspects derived from genetic analysis of *Gentiana pneumonanthe* in Europe.

Gentiana pneumonanthe L. is a rhizomatous hemicryptophyte that colonizes highly humid habitats (margins of peat lands, prairies particularly of *Nardetea* and *Cynosurion cristati* Tx., higrophyle underbush of *Calluno-Ullicetea*, mainly *Genistion micrantho-anglicae*, among others) always in siliceous soils. It presents a broad European distribution, but is absent in islands (TUTIN, 1972). In the Iberian Peninsula, the distribution of this taxon, while predominantly

Eurosiberian and in temperate bioclimate, includes Mediterranean environment, mostly in the center and south, although in small, isolated and rare patches. The frequency with which it occurs in peat rich environments led to its common name in Spain of "Genciana de turbera" (TALAVERA *et al.*, 2012). It presents considerable morphological variation (TALAVERA *et al.*, 2012). However in the Iberian Peninsula two varieties are associated with the extremes of the altitudinal distribution of the species: *Gentiana pneumonanthe* var. *pneumonanthe*, 10 - 60 cm in height, erect solitary, usually with more than one flower (characteristic of low altitudes); and *Gentiana pneumonanthe* var. *depressa* Boiss, essentially orophyte, generally of lower stature (5 - 20 cm), more slender, prostrate or ascending prostrate, flowers usually solitary, leaves closer together, shorter, and frequently smaller than var. *typica* (COUTINHO, 1939). In the Southwest of the Iberian Peninsula there are known occurrences of the var. *typica* in peat-rich souls with a large stature (more than a meter). This is the case of specimens that occur in the Sado, where the first population was found in 2001 in Moinho da Ordem (NETO, 2002), among bushes of *Erica ciliaris* and *Genista ancistrocarpa* (*Cirsio welwitschii* - *Ericetum ciliaris*) in a subcoastal peat-rich area, since then drained and destroyed. The plant was never observed again in this location and eventually will be considered as locally extinct. A new population, however, was discovered by Miguel Porto in Ribeira da Landeira in 2012. This is now the only known population in all southern Portugal (south of the Tagus River). The two Sado populations (Moinho da Ordem and Ribeira da Landeira) present morphologic characteristics identical to plants observed by us in Doñana (Laguna de Ribetehillos), large specimens with more than one meter of height, generally with flowers and long, spaced leaves, corresponding to the description of *Gentiana pneumonanthe* var. *pneumonanthe*.

We are conducting a genetic study of several populations throughout its distribution, including the Center of Europe, Western Europe and southwest Europe (Iberian Peninsula), with the objective of verifying the existence of genetic diversity among these populations and its paleobiogeographic significance. We present some of the first results of this work, still in progress and deepening issues yet unanswered.

A first genetic approach used partial sequences of nuclear ribosomal DNA markers, namely 5.8S and two internal transcribed spacers (ITS1 and ITS2). Sequences were obtained from two individuals of *G. pneumonanthe* L. from each of fifteen populations (Figure 1). Sequences were edited using BioEdit (HALL, 1999) and aligned using Clustal X (THOMPSON *et al.*, 1997). Relationship among sequences was inferred using Bayesian approach, with Mr. Bayes (RONQUIST *et*

al., 2012), with two independent runs of four coupled MCMC chains of two million generations, sampling every 100 generations. After discarding the first 2000 samples, a majority consensus tree was estimated.

The MP analysis was conducted in PAUP 4.0b10 (SWOFFORD, 2003), using a heuristic search with random stepwise addition (1000 replicates) and tree-bisection-reconnection branch swapping. All characters and character-state changes were equally weighted, and gaps were coded as missing values. Bootstrap analysis (1000 replicates) was used to assess the relative robustness of branches of the MP trees (FELSENSTEIN, 1985).

As outgroups, we used *Gentiana kraussicaulis* (GenBank: KC861349.1) and *Metagentiana eurycolpa* (GenBank: AY858673.1). Parsimony network analyses were conducted with the software TCS 1.18 (CLEMENT *et al.*, 2000). Gaps were considered as missing data.

We found seven haplotypes, five in the Iberian Peninsula and two in central and northern Europe (Figure 1).

The main phylogenetic pattern (Figure 2) is the separation of two distinct clades: one grouping haplotypes from central and northern Europe, and the other grouping most of Iberian haplotypes. Three populations from Iberian Peninsula (Euskadi, Donaña and Sierra Nevada, Spain) showed very distinct haplotypes and their connection with other Iberian haplotypes were weakly supported. Although these results were obtained with just two markers (ITS1 and ITS2), they indicate that Iberian populations are genetically differentiated from populations of north and central Europe. Many European species recolonized Europe, after the Wurm glaciation, from the Iberian Peninsula, and therefore Iberia is considered a glacial refuge (e.g.: FONSECA, 2014; MEIRI *et al.*, 2014). However, our data suggest that recolonization of central and northern Europe by *Gentiana pneumonanthe* did not have its origin in Iberia. The existence of similar haplotypes shared among the Carpathian, Alpine, Dutch and British populations, suggests that northern and central Europe was recolonized from extra-iberian glacial refuges, possible from the Alps, Carpathians or Balkans.

Following SCHMITT and VARGA (2012), genetic analyses revealed that typical Mediterranean species, and not only species adapted to the Eurosiberian temperate climate, have also survived the Last Glacial Maximum (LGM) in cryptic northern refugia (e.g. in the Carpathians or even north of the Alps) in addition to their Mediterranean refuge areas. The most recent studies of European biogeography have attributed a greater importance to extra-Mediterranean refugia in post-glacial recolonizations, extending the list of refugia beyond the

traditional Mediterranean regions: Iberian Peninsula, Italian Peninsula, and Balkan Peninsula. According to SCHMITT and VARGA (2012) these extra-Mediterranean refugia were often located in the vicinity of water donating mountains systems such as the glaciated Alps, Carpathians or Balkan mountain systems, which may have received more precipitation during the kryoxerotic LGM.

The Carpathians remained largely unglaciated during Pleistocene climate oscillations (which includes the area where we collect the population from Hungary (Bükk National park) except in the south (SCHMICKL *et al.*, 2012), and its role as an extra-Mediterranean refugia has been suggested in several works (DEMESURE *et al.*, 1996; KING and FERRIS, 1998; COMES, and KADEREIT, 1998; HEWITT, 2000; HEUERTZ *et al.*, 2001; MAGYARI, 2002; JAAROLA and SEARLE, 2002; TANTAU *et al.*, 2003; BABIK *et al.*, 2004, DEFFONTAINE *et al.*, 2005; KUPRIYANOVA *et al.*, 2006; SURGET-GROBA *et al.*, 2006; SOMMER and NADACHOWSKI, 2006; KOTLÍK *et al.*, 2006; SAARMA *et al.*, 2007; JOGER *et al.*, 2007; TOUGARD *et al.*, 2008; PUŞÇAŞ *et al.*, 2008; HOURLAY *et al.*, 2008; MARDULYN *et al.*, 2009; SCHMICKL *et al.*, 2012; KRASCENITSOVÁ *et al.*, 2013).

The population of *Gentiana pneumonanthe* from Switzerland is located at 800 m altitude in the northwestern of Swiss Alps. The sampling location is within one of the 8 refugia identified in the Alps (TRIBSCH and SCHÖNSWETTER, 2003), in particular the C8: peripheral parts of the Northern Calcareous Alps (Berchtesgadener Alpen, Bayerische Voralpen, Wettersteingebirge, Allgäuer Alpen, Säntis, northern Glarner Alpen). Analysis of additional populations and genetic markers are necessary to make more solid conclusions regarding this issue. However, the importance of cryptic northern refugia in post-glacial colonization of Central and Western Europe has been frequently invoked, including for example the northern Alps (PAWŁOWSKI, 1970; NIKLFELD, 1972; ZIMMERMANN, 1972; TRIBSCH and SCHÖNSWETTER, 2003; FÉR *et al.*, 2007; SCHMITT and VARGA, 2012). The populations we studied from the center and south of the Iberian Peninsula may correspond to refugial (residual) populations of a broader distribution, possibly in the Pliocene, thereby resulting in its separation from the remaining European Populations. The periods of more dryness associated with the Messinian, particularly the lower Pliocene (upper Zanclian) (HSŪ *et al.*, 1977; SUC, 1984; KRIJGSMAN *et al.*, 1999; LOGET and VAN DEN DRIESCHE, 2006; POSTIGO-MIJARRA *et al.*, 2010) seem to have had great importance in defining the basic patterns of distribution of plants and animals in the Iberian Peninsula, as suggested by several genetic studies (GERALDES *et al.*, 2014; FONSECA *et al.*, 2014; PAULO *et al.*, 2001; PARDO *et al.*, 2008; CUBAS *et*

al., 2005; ALEXANDRINO *et al.*, 2000; SANTOS *et al.*, 2008; MARTÍNEZ-SOLANO *et al.*, 2004; HUSEMANN *et al.*, 2013).

The existence in the Pliocene of swampy habitats in Occidental Iberia (lowlands) is documented by several paleobotanical studies. These areas are today located where we find *Genista ancistrocarpa* and *Gentiana pneumonanthe* populations, in regions of isolated Mediterranean climate. In the Iberian Peninsula, the Lower Pliocene is characterized by a subtropical climate (POSTIGO-MIJARRA *et al.*, 2010). The microflora identified by MUÑIZ *et al.* (1999) in the southwest of the Iberian Peninsula (Lepe, Huelva, Spain) indicate a subtropical paleoclimate with high temperature in marsh zones (swamp forests). According to these authors, these conditions would have been similar to the Catalan and Portuguese basins in the same period. The subtropical climate initiated during the Zanclean (lower Pliocene) became drier with more intense summer droughts during the Piacenzian (upper Pliocene) (POSTIGO MIJARRA *et al.*, 2009). A dry period during the summer corresponds to the replacement of a subtropical by a Mediterranean climate, which occurred during this period (SUE and CRAVATTE, 1982; SANZ DE SIRIA, 1992). The increased dryness led to the disappearance of Palaeotropical taxa, which ended in the Middle-Late Piacenzian (POSTIGO-MIJARRA *et al.*, 2010). Several authors suggest this pre-Quaternary increased dryness as an explanation for the genetic patterns found in some peninsular populations of plants and animals (ALEXANDRINO *et al.*, 2000; PAULO *et al.*, 2001; CUBAS *et al.*, 2005; PARDO *et al.*, 2008). The existence of these swampy habitats is confirmed by a deposit of Marateca Formation (Pliocene) in Vale de Coelheiros (Sado), where PAIS (1983) observed impressions of leaves of several hydrophilic plants (*Salix lavateri*, *Zelkova zelkovaefolia*, *Acer tricuspidatum* and *Myrica* sp.). The *Myrica* leaves we observed are consistent in dimension and form with *Myrica gale*, a taxon that still exists in the Sado region, precisely in peat rich environments associated with depressions of sandy soil, where populations of *Gentiana pneumonanthe* are also present. The flora identified in Lepe (Huelva – Spain) (POSTIGO MIJARRA *et al.*, 2009) and Vale de Coelheiros (Sado – Portugal) (PAIS, 1983) is similar to that observed in several sandy-clay deposits of the Mio-Pliocene complex in the Tagus basin.

The patterns of geographical and genetic distribution of some turfophilous plants suggest Pliocene climate change played a role in the *Genista anglica* complex, and other species. The coastal clade identified in *G. ancistrocarpa* (FONSECA *et al.*, 2014), distinguished genetically from the remaining peninsular

populations, may indicate a biogeographic region, as this pattern also occurs in several molecular analyses of other plants and animals: the phylogeography of the Iberian Lizard (*Lacerta schreiberi* Bedriaga) (PAULO *et al.*, 2001); the genetic variation of *Stauracanthus* genus, in the Iberian Peninsula (PARDO *et al.*, 2008); the genetic variation and relationships among *Ulex* species in southern Spain and Northern Morocco (CUBAS *et al.*, 2005); variation in the golden-striped salamander, *Chioglossa lusitanica* Bocage, (ALEXANDRINO *et al.*, 2000); the biogeography of the Smooth snake *Coronella austriaca* (SANTOS *et al.*, 2008); and the geographical pattern of *Antirrhinum* (VARGAS *et al.*, 2009).

It is possible that populations with a broad peninsular distribution became restricted to areas of greater humidity, particularly species with greater water requirements. Plants seek higher altitudes (mountainous areas) or proximity to the sea, for instance in the Iberian Peninsula the Atlantic coast provides greater humidity due to the proximity to the ocean and the dominance of sandy and conglomerate cover (Pliocene formations) with humid depressions, where the phreatic layer is close to the surface (NETO, 1997, 2002; NETO *et al.*, 2004, 2007, 2009a, 2009b, SÉRGIO *et al.*, 2006; PEREIRA and NETO, 2008).

Regarding *Gentiana pneumonanthe*, and considering the two clades revealed by the initial analyses (Figure 1 and 2) we may conclude that the Iberian clade including especially populations from the west, center and south of the peninsula exhibit a distribution pattern that may have been influenced by the aridity crisis of the end of the Pliocene, having evolved in isolation from the remaining European populations. This Iberian clade may correspond to relict populations that persisted in Pleistocene refugia during the Quaternary. Considering their present separation from the rest of Europe, it seems there was no extra-peninsular expansion from these relict populations. However this hypothesis must be demonstrated with the analysis of some nearby French populations. As yet, we have no evidence that Basque Country populations acted as Quaternary refugia, contributing to pos-glacial colonization of central Europe. The geography and bioclimate of this region would seem to favor such a role, and possibly some western European populations were recolonized from this north peninsular refugia. However this hypothesis has not been demonstrated by the present work.

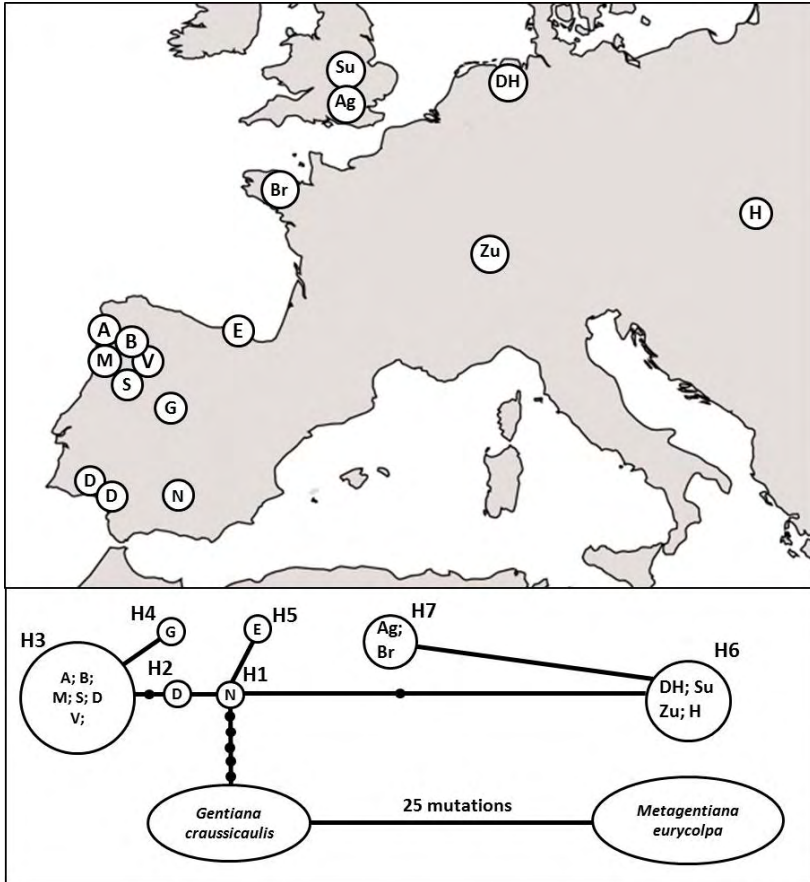


Figure 1 – Locations of sampled populations (above) and haplotype network (below) of *Gentiana pneumonanthe*. A – Serra de Arga (PT); Ag - East Anglia, Buxton Heath (UK); B – Lagoa de Bertiantos (PT); Br - Bretagne (FR); D – Donaña (SP); DH – De Hoge Veluwe Nationaalpark (NL); E - Euskadi / Basque Country (SP); G – Sierra de Gredos (SP); H - Bükk National park (HU); M – Serra do Marão (PT); N – Sierra Nevada (SP); S – Serra da Estrela (PT); Su - East Sussex, Ashdown Forest (UK); V – Serra do Alvão (PT); Zu – Zuriq (CH). H1 to H7 represent the seven haplotypes

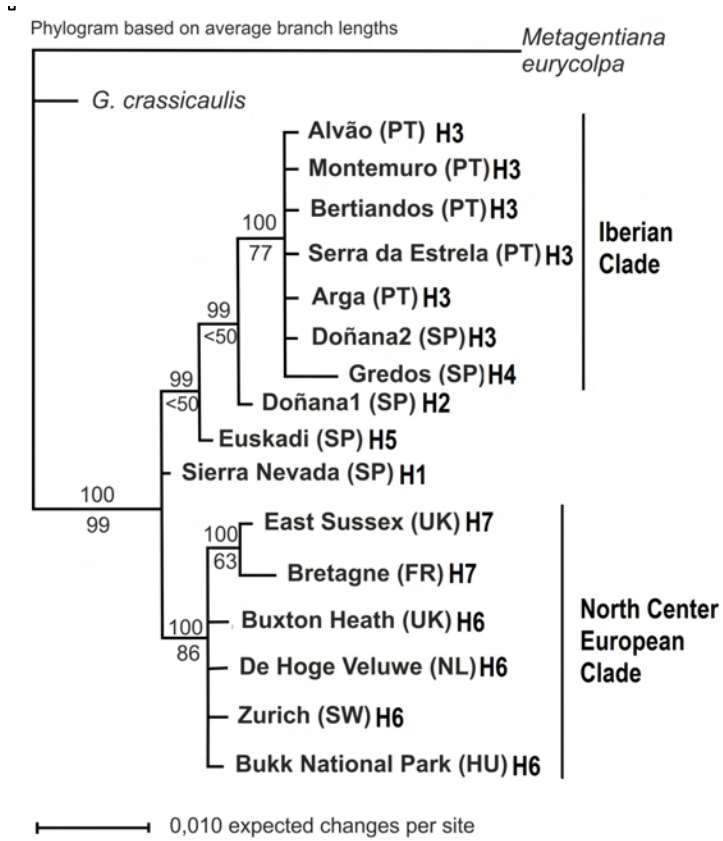


Figure 2 - Bayesian phylogram based on sequences of ITS1, 5.8S and ITS2. H1 to H7 represent the seven haplotypes. Node support is presented as Bayesian posterior probabilities and maximum parsimony bootstrap values, above and below the branch, respectively

Acknowledgment: This work was supported by the Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT) through the project FCT - PTDC/AAC-AMB/111349/2009.

Bibliography

- ALEXANDRINO, J., FROUFE, E., ARNTZEN, J.W., FERRAND, N., 2000. Genetic subdivision, glacial refugia and postglacial recolonization in the golden-striped salamander, *Chioglossa lusitanica* (Amphibia: Urodela). *Molecular Ecology* **9**(6): 771-781.
- BABIK, W., BRANICKI, W., SANDERA, M., LITVINCHUK, S., BORKIN, L.J., IRWIN, J.T., RAFIŃSKI, J., 2004. Mitochondrial phylogeography of the moor frog, *Rana arvalis*. *Molecular ecology* **13**(6): 1469-80.
- CLEMENT, M., POSADA, D., CRANDALL, K.A., 2000. TCS: a computer program to estimate gene genealogies. *Molecular Ecology* **9**: 1657-1659.
- COMES, H.P., KADEREIT, J.W., 1998. The effect of Quaternary climatic changes on plant distribution and evolution. *Trends in Plant Science* **3**(11): 432-438. Elsevier.
- COUTINHO, A.X.P., 1939. *Flora de Portugal: plantas vasculares*. (2nd edition). Lisboa. Bertrand 938 pp.
- CUBAS, P., PARDO, C., TAHIRI, H., 2005. Genetic variation and relationships among *Ulex* (Fabaceae) species in southern Spain and northern Morocco assessed by chloroplast microsatellite (cpSSR) markers. *American journal of botany* **92**(12): 2031-43.
- DEFFONTAINE, V., LIBOIS, R., KOTLÍK, P., SOMMER, R., NIEBERDING, C., PARADIS, E., SEARLE, J.B., MICHAUX, J.R., 2005. Beyond the Mediterranean peninsulas: evidence of central European glacial refugia for a temperate forest mammal species, the bank vole (*Clethrionomys glareolus*). *Molecular ecology* **14**(6): 1727-39.
- DEMASURE, B., COMPS, B., PETIT, R.J., 1996. Chloroplast DNA phylogeography of the common beech (*Fagus sylvatica* L.) in Europe. *Evolution* **50**(6): 2515-2520.
- FELSENSTEIN, J., 1985. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evolution* **39**: 783-791.
- FÉR, T., VAŠÁK, P., VOJTA, J., MARHOLD, K., 2007. Out of the Alps or Carpathians? Origin of Central European populations of *Rosa pendulina*. *Preslia* **79**: 367-376.
- FONSECA, J.P., NETO, C., FERREIRA, M., COSTA, J.C., LEVY, A., GARGANO, D., 2014. Some biogeographic and paleoclimatic aspects inferred from molecular analysis carried out on *Genista anglica* L. and *Genista ancistrocarpa* Spach populations in Europe and North Africa. *Book of abstracts of the XXIV International Congress of Phytosociology* (Jornadas Internacionais de Fitosociologia) (Gijón) pp. 95-96.
- GERALDES M., FONSECA J.P., NETO, C., COSTA, J.C., 2014. New genetic data on *Genista anglica* L. versus *Genista ancistrocarpa* Spach in the Iberian Peninsula and Morocco. Phylogeographic clues. *Acta Botanica Malacitana*. **39** (in press).
- HALL, T.A., 1999. BioEdit (v. 7.0.1): a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symp.* **41**: 95-98.
- HEUERTZ, M., HAUSMAN, J.F., TSVETKOV, I., FRASCARIA-LACOSTE, N., VEKEMANS, X., 2001. Assessment of genetic structure within and among Bulgarian populations of the common ash (*Fraxinus excelsior* L.). *Molecular ecology* **10**(7): 1615-23.
- HEWITT, G., 2000. The genetic legacy of the Quaternary ice ages. *Nature* **405**: 907-913.
- HOURLAY, F., LIBOIS, R., D'AMICO, F., SARÀ, M., O'HALLORAN, J., MICHAUX, J.R., 2008. Evidence of a highly complex phylogeographic structure on a specialist river bird species, the dipper (*Cinclus cinclus*). *Molecular phylogenetics and evolution* **49**(2): 435-44.
- HSÜ, K.J., MONTADERT, L., BERNOULLI, D., CITA, M.B., ERICKSON, A., GARRISON, R.E., KIDD, R.B., MÉLIERÉS, F., MÜLLER, C., WRIGHT, R., 1977. History of the Mediterranean salinity crisis. *Nature* **267**(5610): 399-403.

- HUSEMANN, M., SCHMITT, T., ZACHOS, F.E., ULRICH, W., HABEL, J.C., 2013. Palaeartic biogeography revisited: evidence for the existence of a North African refugium for Western Palaeartic biota. *Journal of Biogeography* **41**(1): 81-94.
- JAAROLA, M., SEARLE, J.B., 2002. Phylogeography of field voles (*Microtus agrestis*) in Eurasia inferred from mitochondrial DNA sequences. *Molecular ecology* **11**(12): 2613-21.
- JOGER, U., FRITZ, U., GUICKING, D., KALYABINA-HAUF, S., NAGY, Z.T., WINK, M., 2007. Phylogeography of western Palaeartic reptiles - Spatial and temporal speciation patterns. *Zoologischer Anzeiger - A Journal of Comparative Zoology* **246**(4): 293-313.
- KING, R.A., FERRIS, C., 1998. Chloroplast DNA phylogeography of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. *Molecular Ecology* **7**(9): 1151-1161.
- KOTLÍK, P., DEFFONTAINE, V., MASCHERETTI, S., ZIMA, J., MICHAUX, J.R., SEARLE, J.B., 2006. A northern glacial refugium for bank voles (*Clethrionomys glareolus*). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **103**(40): 14860-4.
- KRASCENITSOVÁ, E., KOZÁNEK, M., FERENČÍK, J., ROLLER, L., STAUFFER, C., BERTHEAU, C., 2013. Impact of the Carpathians on the genetic structure of the spruce bark beetle *Ips typographus*. *Journal of Pest Science* **86**(4): 669-676.
- KRIJGSMAN, W., HILGEN, F.J., RAFFI, I., SIERRO, F.J., WILSON, D.S., 1999. Chronology, causes and progression of the Messinian salinity crisis. *Nature* **400**(6745): 652-655.
- KUPRIYANOVA, L., MAYER, W., BÖHME, W., 2006. Karyotype diversity of the Eurasian lizard *Zootoca vivipara* (Jacquin, 1787) from Central Europe and the evolution of viviparity. in Vences, M., Köhler, J., Ziegler, T. and Böhme, W. (eds.). *Herpetologia Bonnensis II. Proceedings of the 13th Congress of the Societas Europaea Herpetologica*. pp. 67-72.
- LOGET, N., VAN DEN DRIESSCHE, J., 2006. On the origin of the Strait of Gibraltar. *Sedimentary Geology* **188-189**: 341-356.
- MAGYARI, E., 2002. Holocene biogeography of *Fagus sylvatica* L. and *Carpinus betulus* L. in the Carpathian-Alpine region. *Folia Historico-Naturalia Musei Matraensis* **26**: 15-35.
- MARDULYN, P., MIKHAILOV, Y.E., PASTEELS, J.M., 2009. Testing phylogeographic hypotheses in a Euro-Siberian cold-adapted leaf beetle with coalescent simulations. *Evolution; international journal of organic evolution* **63**(10): 2717-29.
- MARTÍNEZ-SOLANO, I., GONCALVES, H.A., ARNTZEN, J.W., GARCÍA- PARÍS, M., 2004. Phylogenetic relationships and biogeography of midwife toads (Discoglossidae: Alytes). *Journal of Biogeography* **31**: 603-618.
- MUÑIZ, F., MAYORAL, E., BARRÓN, E., CACHÃO, Y.M., 1999. Nuevos Datos sobre macroflora del Plioceno en el Suroeste de la Península Ibérica (Lepe, Huelva, España). *Geogaceta* **25**: 143-146.
- NETO, C., 1997. *A flora e a vegetação dos meios palustres do superdistrito Sadense*. Lisboa, Centro de Estudos Geográficos. 101 pp..
- NETO, C., 2002. *A Flora e a Vegetação do superdistrito Sadense (Portugal)*. Leioa. (Guineana). 269 pp..
- NETO, C., ARSÉNIO, P., COSTA, J.C., 2009a. Flora e vegetação do sudoeste de Portugal Continental. *Quercetea* **9**: 43-144.
- NETO, C., ARSÉNIO, P., MONTEIRO-HENRIQUES, T., SÉRGIO, C., COSTA, J.C., 2009b. New chorological data of *Sphagnum auriculatum* in south Portugal. Paleobiogeographic meaning. *Acta Botanica Malacitana* **34**: 210-215.

- NETO, C., CAPELO, J., COSTA, J.C., 2004. Comunidades vegetais dos solos arenosos podzolizados do Sado e Costa da Galé. Uma interpretação fitossociológica dos dados paleoecológicos e geomorfológicos. *Silva Lusitana* **12**(2): 256-262.
- NETO, C., CAPELO, J., SÉRGIO, C., COSTA, J.C., 2007. The *Adiantetea* class on the cliffs of SW Portugal and of the Azores. *Phytocoenologia* **37**(2): 221-237.
- NIKLFIELD, H., 1972. Der niederösterreichische Alpenstrand - ein Glazialrefugium montaner Pflanzensippen. *Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und Tiere* **37**: 1-54.
- MEIRI, M., LISTER, A.M., COLLINS, M.J., TUROSS, N., GOEBEL, T., BLOCKLEY, S., ZAZULA, G.D., VAN DOORN, N., GUTHRIE, R.D., BOESKOROV, G.G., BARYSHNIKOV, G.F., SHER, A., BARNES, I., 2014. Faunal record identifies Bering isthmus conditions as constraint to end-Pleistocene migration to the New World. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* **281**(1776).
- PAIS, J., 1983. Vegetais de vale de coelheiros (Grândola - Formação de Marateca). *Ciências da Terra (UNL)* **7**: 129-140.
- PARDO, C., CUBAS, P., TAHIRI, H., 2008. Genetic variation and phylogeography of *Stauracanthus* (Fabaceae, Genisteae) from the Iberian Peninsula and northern Morocco assessed by chloroplast microsatellite (cpSSR) markers. *American journal of botany* **95**(1): 98-109.
- PAULO, O.S., DIAS, C., BRUFORD, M. W., JORDAN, W.C., NICHOLS, R.A., 2001. The persistence of *Pliocene* populations through the *Pleistocene* climatic cycles: evidence from the phylogeography of an Iberian lizard. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society* **268**(1476): 1625-30.
- PAWŁOWSKI, B., 1970. Remarques sur l'endemisme dans la flore des Alpes et des Carpates. *Vegetatio* **21**: 181-243.
- PEREIRA, M.D., NETO, C., 2008. Contributions to the knowledge of the amphibian communities in the South of Portugal. *Acta Botanica Brasilica* **22**(3): 771-781.
- POSTIGO MIJARRA, J.M., BARRÓN, E., GÓMEZ MANZANEQUE, F., MORLA, C., 2009. Floristic changes in the Iberian Peninsula and Balearic Islands (south-west Europe) during the Cenozoic. *Journal of Biogeography* **36**(11): 2025-2043.
- POSTIGO-MIJARRA, J.M., MORLA, C., BARRÓN, E., MORALES-MOLINO, C., GARCÍA, S., 2010. Patterns of extinction and persistence of Arctotertiary flora in Iberia during the Quaternary. *Review of Palaeobotany and Palynology* **162**(3): 416-426.
- PUŞÇAŞ, M., CHOLER, P., TRIBSCH, A., GIELLY, L., RIOUX, D., GAUDEUL, M., TABERLET, P., 2008. Post-glacial history of the dominant alpine sedge *Carex curvula* in the European Alpine System inferred from nuclear and chloroplast markers. *Molecular ecology* **17**(10): 2417-29.
- RONQUIST, F., TESLENKO, M., VAN DER MARK, P., AYRES, D.L., DARLING, A., HÖHNA, S., LARGET, B., LIU, L., SUCHARD, M.A., HUELSENBECK, J.P., 2012. MrBayes 3.2: efficient Bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space. *Systematic biology* **61**(3): 539-42.
- SAARMA, U., HO, S.Y.W., PYBUS, O.G., KALJUSTE, M., TUMANOV, I.L., KOJOLA, I., VOROBIEV, A.A., MARKOV, N.I., SAVELJEV, A.P., VALDMANN, H., LYAPUNOVA, E.A., ABRAMOV, A.V., MÄNNIL, P., KORSTEN, M., VULLA, E., PAZETNOV, S.V., PAZETNOV, V.S., PUTCHKOVSKIY, S.V., RÖKOV, A.M., 2007. Mitogenetic structure of brown bears (*Ursus arctos* L.) in northeastern Europe and a new time frame for the formation of European brown bear lineages. *Molecular ecology* **16**(2): 401-13.

- SANTOS, X., ROCA, J., PLEGUEZUELOS, J.M., DONAIRE, D., CARRANZA, S., 2008. Biogeography and evolution of the Smooth snake *Coronella austriaca* (Serpentes: Colubridae) in the Iberian Peninsula: evidence for Messinian refuges and Pleistocenic range expansions. *Amphibia-Reptilia* **29**(1): 35-47. Brill.
- SANZ DE SIRIA, A., 1992. Estudio de la microflora Oligocena de las cercanías de Cervera. *Treballs del Museu de Geologia de Barcelona* **2**: 269-379.
- SCHMICKL, R., PAULE, J., KLEIN, J., MARHOLD, K., KOCH, M.A., 2012. The evolutionary history of the *Arabidopsis arenosa* complex: diverse tetraploids mask the Western Carpathian center of species and genetic diversity. *PloS one* **7**(8): e 42691. Public Library of Science.
- SCHMITT, T., VARGA, Z., 2012. Extra-Mediterranean refugia: The rule and not the exception? *Frontiers in zoology* **9**(1): 22.
- SÉRGIO, C., GARCIA, C., NETO, C., 2006. New interesting mosses occurring on moist calcareous cliffs in West Coast of Portugal. *Silva Lusitana* **14**(2): 265-267.
- SOMMER, R.S., NADACHOWSKI, A., 2006. Glacial refugia of mammals in Europe: evidence from fossil records. *Mammal Review* **36**(4): 251-265.
- SUC, J.-P., 1984. Origin and evolution of the Mediterranean vegetation and climate in Europe. *Nature* **307**(5950): 429-432.
- SUE, J.-P., CRAVATTE, J., 1982. Etude palynologique du Pliocene de Catalogne (nord-est de l'Espagne). *Paleobiologie Continentale* **13**: 1-31.
- SURGET-GROBA, Y., HEULIN, B., GUILLAUME, C.-P., PUKY, M., SEMENOV, D., ORLOVA, V., KUPRIYANOVA, L., GHIRA, I., SMAJDA, B., 2006. Multiple origins of viviparity, or reversal from viviparity to oviparity? The European common lizard (*Zootoca vivipara*, Lacertidae) and the evolution of parity. *Biological Journal of the Linnean Society* **87**(1): 1-11.
- SWOFFORD, D.L., 2003. PAUP*. Phylogenetic Analysis Using Parsimony (*and Other Methods). Version 4 beta 10. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- TALAVERA, S., ANDRÉS, C., ARISTA, M., FERNÁNDEZ PIEDRA, M.P. GALLEGO, M.J., ORTIZ, P.L., ROMERO ZARCO, C. SALGUEIRO, F.J., SILVESTRE, S., QUINTANAR, A., 2012. *Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol. XI. Gentianaceae – Boraginaceae.* (S. Talavera, C. Andrés, M. Arista, M.J. Fernández Piedra, M.P. Gallego, P.L. Ortiz, F.J. Romero Zarco, C. Salgueiro, S. Silvestre, and A. Quintanar, Eds.). Madrid. Real Jardín Botánico, CSIC. 672 pp..
- TANTAU, I., REILLE, M., DE BEAULIEU, J.-L., FARCAS, S., GOSLAR, T., PATERNE, M., 2003. Vegetation history in the Eastern Romanian Carpathians: pollen analysis of two sequences from the Mohos crater. *Veget Hist Archaeobot* **12**: 113-125.
- THOMPSON, J.D., GIBSON, T.J., PLEWNIK, F., JEANMOUGIN, F., HIGGINS, D.G., 1997. The CLUSTAL_X windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. *Nucleic acids research* **25**(24): 4876-82.
- TOUGARD, C., RENVOISÉ, E., PETITJEAN, A., QUÉRÉ, J.-P., 2008. New insight into the colonization processes of common voles: inferences from molecular and fossil evidence. *PloS one* **3**(10): e 3532. Public Library of Science.
- TRIBSCH, A., SCHÖNSWETTER, P., 2003. Patterns of endemism and comparative phylogeography confirm palaeoenvironmental evidence for *Pleistocene refugia* in the Eastern Alps. *Taxon* **52**: 477-497.
- TUTIN, T.G., 1972. *Flora Europaea. Vol 5 ALISMATACEAE TO ORCHIDACEAE.* Cambridge University Press, Cambridge. 581 pp..

- VARGAS, P., CARRIÓ, E., GUZMÁN, B., AMAT, E., GÜEMES, J., 2009. A geographical pattern of *Antirrhinum* (Scrophulariaceae) speciation since the *Pliocene* based on plastid and nuclear DNA polymorphisms. *Journal of Biogeography* **36**(7): 1297-1312.
- ZIMMERMANN, A., 1972. Pflanzenareale am niederösterreichischen Alpenostrand und ihre florensgeschichtliche Deutung. *Dissertationes Botanicae Band 18*: 1-146.

Fonseca¹, J.P.; Neto², C.; Levy¹, A.; & Costa³, J.C

¹Biosciences Center. UIEE-ISPA IU. R. Jardim do Tabaco, 34, 1149-041 Lisboa, Portugal; jfonseca@ispa.pt; andrelevy@gmail.com

²Centre of Geographical Studies, Institute of Geography and Spatial Planning, University of Lisbon, Alameda da Universidade, 1600-214 Lisboa, Portugal; cneto@campus.ul.pt

³Centre for Botany Applied to Agriculture (CBAA), Instituto Superior de Agronomia, University of Lisbon, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal; jccosta@isa.utl.pt

Additions to the flora of Porto Santo Island (Madeira archipelago, Portugal)

The Porto Santo vascular flora comprises 508 species and subspecies, 9 exclusive endemics, 33 endemic to the Madeira archipelago, 26 Macaronesian endemics, 265 native, 35 "possible natives", 13 "possible introduced" and 126 introduced taxa (JARDIM & MENEZ

ES DE SEQUEIRA, 2014). Five taxa of vascular plants not previously recorded as naturalised on the Porto Santo Island were identified and listed below. This new additions emphasize the problematic high rate of alien species naturalisation in Porto Santo.

**MAGNOLIOPSIDA
AMARANTHACEAE**

Alternanthera pubiflora (Benth.) Kuntze

Species native to Central and South America (BURGER, 1983) naturalised in the stream margins of Ribeiro de Santo António on the south of Porto Santo Island. This is the first reference of this species to the Madeira archipelago,

although *A. caracasana* Kunth is naturalised in both Madeira and Porto Santo Islands.

PORTUGAL, MADEIRA, Porto Santo: Ribeiro de Santo António, no leito, alt. ca. 19m, 08-XI-2013, Roberto Jardim, RJ4660, UMad.

ANACARDIACEAE

Schinus terebinthifolius Raddi

Species native to South America (BARKLEY, 1944) cultivated in Madeira and Porto Santo Islands but only found naturalised in the south coast of Porto Santo Island, at Cabeço da Ponta and Campo de Baixo.

PORTUGAL, MADEIRA, Porto Santo: Cabeço da Ponta, terrenos agrícolas abandonados na área do Colombo's Resort, alt. ca. 15m, 07-XII-2014, Roberto Jardim, RJ5769, UMad.

PAPAVERACEAE

Fumaria capreolata L.

Native to the Mediterranean region and Central and West Europe, naturalised and common in Madeira Island (PRESS, 1994) is recorded for the first time in Porto Santo Island in two localities, near houses.

PORTUGAL, MADEIRA, Porto Santo: Campo de Baixo, na berma da Rua Teodoro Gomes de Sousa, 13-II-2014, alt. ca. 22m, Roberto Jardim, RJ4731, UMad.

POLYGONACEAE

Rumex dentatus L.

Species considered native to Southwest Asia, North Africa and probably naturalised in West Europe (LÓPEZ GONZÁLEZ, 1990) found in the margins of a stream in Porto Santo (Ribeiro Salgado). This species not previously referred for the Madeira archipelago is better considered as introduced in Porto Santo.

PORTUGAL, MADEIRA, Porto Santo: Campo de Baixo, na margem do Ribeiro Salgado, alt. ca. 23m, 15-VII-2011, Roberto Jardim, RJ1780, UMad.

LILIOPSIDA

POACEAE

Brachiaria mutica (Forssk.) Stapf

Species native to tropics, naturalised and invasive in Madeira Island lowlands, where was introduced for forage (COPE, 1994), found now naturalised in southern slope of Pico da Gandaia, between 335-370m, in clearings of *Cupressus macrocarpa* Hartw. and *Pinus halepensis* Mill. stands.

PORTUGAL, MADEIRA, Porto Santo: Pico da Gandaia, encosta sul, numa clareira, alt. ca. 360m, 19-IV-2015, Roberto Jardim, RJ6054, UMad.

Acknowledgments

The first author acknowledges the support of the Synthesis Project ES-TAF-3789: *Revision of Porto Santo Island (Madeira Archipelago) Vascular Flora* and Porto Santo Line for supporting some ship trips Funchal/Porto Santo. We are very grateful to Aida Pupo for providing facilities in Porto Santo Island.

References

- BARKLEY, F.A., 1944. *Schinus* L. *Brittonia* **5**(2): 160-198.
- BURGER, W., 1983. Amaranthaceae. *Flora Costaricensis, Fieldiana Botany* **13**: 142-180.
- COPE, T.A., 1994. Gramineae. In PRESS, J.R., SHORT, M.J. (eds.), *Flora of Madeira*, HMSO, London, pp. 406-453.
- JARDIM, R., MENEZES DE SEQUEIRA, M., 2014. Contributions to the knowledge of the vascular flora of Porto Santo Island (Madeira archipelago, Portugal). *Silva Lusitana* n° Especial: 197-215.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, G., 1990. *Rumex* L. In CASTROVIEJO, S., LAÍNIZ, M., LÓPEZ GONZÁLES, G., MONTSERRAT, P., MUÑOZ GARMENDIA, F., PAIVA, J., VILLAR, L. (eds.), *Flora Iberica* 2, Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid, pp. 595-634.
- PRESS, J.R., 1994. Papaveraceae. In PRESS, J.R., SHORT, M.J. (eds.), *Flora of Madeira*, HMSO, London, pp. 103-108.

Roberto Jardim & Miguel Menezes de Sequeira

GBM, Universidade da Madeira, Faculdade de Ciências da Vida, Campus da Penteada, 9000-390 Funchal, Portugal;
 jardimrja@gmail.com; sequeira@uma.pt

New neophytes for the Madeira Island (Portugal)

The Madeira Island non-native vascular flora comprises 419 species and subspecies, of these 391 are introduced taxa and 28 are considered "possible introduced" (JARDIM & MENEZES DE SEQUEIRA, 2008). Recently, 6 taxa were reported for the first time as naturalised in Madeira Island (SILVA *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2009; FERREIRA *et al.*, 2011; JASCHKE, 2011; PUPO-CORREIA & MENEZES DE SEQUEIRA, 2014; BENEDITO & MENEZES DE SEQUEIRA, 2014). Nine taxa of vascular plants not previously reported as naturalised are listed below.

These recent additions, and the new taxa here reported, should contribute for an increasing concern on alien plant species some becoming invasive in Madeira Island, affecting both natural habitats and threatened native and endemic plant species.

MAGNOLIOPSIDA AIZOACEAE

Malephora crocea (Jacq.) Schwantes

Species native to South Africa, naturalised in Porto Santo (JARDIM & MENEZES DE SEQUEIRA, 2014), also cultivated in Madeira Island and naturalised in Funchal along the coastal area between Ponta Gorda and Ponta da Cruz. This is a typical case of a plant species cultivated in public gardens, in the promenade, that escape and rapidly become totally naturalised in the surrounding areas invading the remaining natural sea-cliff rocky vegetation communities (e.g. *Crithmo maritima*-*Helichrysetum obconicae* Capelo, J.C. Costa, Lousã, Fontinha, Jardim, Sequeira & Rivas-Martínez 2000), outcompeting both native and endemic species.

PORTUGAL, Madeira: Funchal, Ponta da Cruz, num talude, alt.ca. 30m, 21-III-2015, Roberto Jardim, RJ4958, UMad.

CACTACEAE

Opuntia stricta (Haw.) Haw.

Species native to south USA, Cuba and Bahamas (BERTHET, 1990), found cultivated but also naturalised in the south coast of Madeira Island, at Caniço de Baixo, Ponta da Oliveira, growing in abandoned agricultural fields, and becoming invasive in roadsides and rocky areas corresponding to the *Mayteno umbellatae*-*Oleo maderensis sigmentum* (e.g. *Euphobietum piscatoria* Sjögren ex Capelo, J.C. Costa, Lousã, Fontinha, Jardim, Sequeira & Rivas-Martínez 2000).

PORTUGAL, Madeira: Caniço, estrada do Portinho, num talude, alt.ca. 68m, 24-VII-2015, Roberto Jardim, RJ6232, UMad.

CRASSULACEAE

Crassula muscosa L.

Species native to South Africa and Namibia (JAARVELD, 2003), found cultivated but also naturalized in the south coast of Madeira Island. Found mainly in rocky areas of the community *Euphorbietum piscatorie* at Porto Novo and Moledos (Madalena do Mar).

PORTUGAL, Madeira: Gaula, Porto Novo, talude da Estrada Padre Alfredo Vieira Freitas, próximo da antiga ponte, alt. ca. 30m, 11-III-2009, Roberto Jardim, MADJ10784; Madalena do Mar, Moledos, alt. ca. 340m, 05-XI-2009, Roberto Jardim, MADJ10879.

EUPHORBIACEAE

Chamaesyce maculata (L.) Small

Species native to North America (BENEDI, 1997), becoming widespread in sidewalks at Madalena do Mar, Jardim do Mar, Caniço, Porto Moniz and in gardens of Funchal.

PORTUGAL, Madeira: Madalena do Mar, na promenade, alt. ca. 10m, 14-I-2012, Roberto Jardim, RJ1925, UMad; Jardim do Mar, na promenade, alt. ca. 15m, 11-IX-2012, Roberto Jardim, RJ3139, UMad; Porto Moniz, Vila, passeio próximo do Aquário da Madeira, alt. ca. 14m, 18-VIII-2013, Roberto Jardim, RJ4645, UMad.

Chamaesyce serpens (Kunth) Small

Species native to tropical America (BENEDI, 1997), previously referred for the Porto Santo Island (JARDIM & MENEZES DE SEQUEIRA, 2014), found in sidewalks and cobblestones of recent promenades in the south coast of Madeira Island (Jardim do Mar, Madalena do Mar and Caniço).

PORTUGAL, Madeira: Madalena do Mar, na promenade, alt. ca. 10m, 14-I-2012, Roberto Jardim, RJ1924, UMad; Jardim do Mar, na promenade, alt. ca. 15m, 14-VII-2012, Roberto Jardim, RJ3050, UMad.

RANUNCULACEAE

Clematis vitalba L.

Species native to the Mediterranean region, west and central Europe (FERNÁNDEZ CARJAVAL, 1986) naturalised in two localities in Madeira Island, Prazeres and Madalena do Mar.

PORTUGAL, Madeira: Prazeres, alt. 580m, exp. NW 313°, borda da estrada e caminhos, terrenos cultivados e abandonados, 29-VII-2009, M. Sequeira, Z. Ferreira & M. Benedito, MS6348, UMad.

LILIOPSIDA
LILIACEAE

Aloe ciliaris Haw.

Aloe scandent species native to South Africa cultivated in gardens and fully naturalized at Ponta da Oliveira on the south coast Madeira Island, in areas of *Euphobietum piscatoriae*. The Madeiran plants correspond to var. *ciliaris* (KLOPPER & SMITH, 2010). This species was included in the new genus *Aloiampelos* Klopper & Gideon F. Sm. as *A. ciliaris* (Haw.) Klopper & Gideon F.Sm. (GRACE *et al.*, 2013).

PORTUGAL, Madeira: Caniço, Ponta da Oliveira, alt. ca. 30m, 15-X-2011, Roberto Jardim, RJ1831, UMad.

POACEAE

Melinis repens (Willd.) Zizka

Pantropical weed native to Africa (SHOULIANG & PHILLIPS, 2006) naturalised on roadsides and abandoned agriculture fields in the south coast of Madeira Island, at Santa Cruz, above airport up to Santo da Serra, becoming widespread. *M. minutiflora* P. Beauv. is referred as naturalised only in the north coast at Ponta Delgada (COPE, 1994; VIEIRA, 2002).

PORTUGAL, Madeira: Santa Cruz, estrada do Aeroporto, alt. ca. 85m, 19-XI-2007, Roberto Jardim, MADJ 11450; Santa Cruz, Terça, na berma da estrada ER207, alt. ca. 70m, 20-IV-2014, Roberto Jardim, RJ5349, UMad.

ZINGIBERACEAE

Hedychium coronarium J. König

Species native to Asia (SHU, 2000) cultivated and fully naturalized in Santana, on the north coast of Madeira Island, in laurel forest habitats. Probably becoming a troublesome invasive as *H. gardnerianum* Sheppard ex Ker Gawl.

PORTUGAL, Madeira: Santana, num talude da estrada ER101, próximo da Rib. de S.Jorge, alt. ca. 90m, 28-IX-2009, Roberto Jardim, MADJ10851.

References

- BENEDI, C., 1997. *Chamaesyce* Gray. In CASTROVIEJO, S., AEDO, C., BENEDÍ, C., LAÍNIZ, M., MUÑOZ GARMENDIA, F., NIETO FELINER, G., PAIVA J. (eds.), *Flora Iberica* 8, Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid, pp. 286-297.
- BENEDITO, M., MENEZES DE SEQUEIRA, M., 2014. First record of *Cobaea scandens* Cav. (Polemoniaceae) as naturalised plant in Madeira Island (Portugal). *Silva Lusitana* n° Especial: 131-135.
- BERTHET, P., 1990. *Opuntia* Mill. In CASTROVIEJO, S., LAÍNIZ, M., LÓPEZ GONZÁLEZ, G., MONTERRAT, P., MUÑOZ GARMENDIA, F., PAIVA, J., VILLAR, L. (eds.), *Flora Iberica* 2, Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid, pp. 62-70.
- CAPELO, J., COSTA, J. C., LOUSÁ, M., FONTINHA, S., JARDIM, R., SEQUEIRA, M., RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1999. Vegetação da Madeira (Portugal): I - Aproximação à tipologia fitossociológica. *Silva Lusitana* 7(2): 257-282.
- COPE, T.A., 1994. Gramineae. In PRESS, J.R., SHORT, M.J. (eds.), *Flora of Madeira*, HMSO, London, pp. 406-453.
- FERNÁNDEZ CARVAJAL, M.C., 1986. *Clematis* L. In CASTROVIEJO, S., LAÍNIZ, M., LÓPEZ GONZÁLEZ, G., MONTERRAT, P., MUÑOZ GARMENDIA, F., PAIVA, J., VILLAR, L. (eds.), *Flora Iberica* 1, Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid, pp. 268-272.
- FERREIRA, M.Z., ÁLVAREZ FERNANDEZ, I., JARDIM, R., MENEZES DE SEQUEIRA, M., 2011. *Andryala integrifolia* L. (Asteraceae), a new alien species for the Island of Madeira (Portugal). *Silva Lusitana* 19(1): 114-125.
- GRACE, O.M., KLOPPER, R.R., SMITH, G.F., CROUCH, N.R., FIGUEIREDO, E., RØNSTED, N., VAN WYK, A.E., 2013. A revised generic classification for *Aloe* (Xanthorrhoeaceae subfam. Asphodeloideae). *Phytotaxa* 76(1): 7-14.
- JAARSVELD, E. v., 2003. *Crassula*. In: EGGLI, U. (Ed.). *Illustrated Handbook of Succulent Plants: Crassulaceae*. Springer, Berlin Heidelberg, pp. 32-84
- JARDIM, R., MENEZES DE SEQUEIRA, M., 2008. The vascular plants (Pteridophyta and Spermatophyta) of the Madeira and Selvagens archipelagos. In BORGES, P.A.V., ABREU, C., AGUIAR, A.M.F., CARVALHO, P., JARDIM, R., MELO, I., OLIVEIRA, P., SÉRGIO, C., SERRANO, A.R.M. & VIEIRA, P. (eds.). *A list of the terrestrial fungi, flora and fauna of Madeira and Selvagens archipelagos*, Direcção Regional do Ambiente da Madeira and Universidade dos Açores, Funchal and Angra do Heroísmo, pp.157-207.
- JARDIM, R., MENEZES DE SEQUEIRA, M., 2014. Contributions to the knowledge of the vascular flora of Porto Santo Island (Madeira archipelago, Portugal). *Silva Lusitana* n° Especial: 197-215.
- JÄSCHKE, W., 2010. *Sisyrrinchium bermudiana* L. (Iridaceae) – new for the flora of Madeira. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, B, 112: 502.
- KLOPPER, R.R., SMITH, G.F., 2010. The genus *Aloe* L. (Asphodelaceae: Alooideae) in the Eastern Cape Province of South Africa. *Haseltonia* 16: 16-53.
- PUPO-CORREIA, A., MENEZES DE SEQUEIRA, M., 2014. *Billardieira heterophylla* (Lindl.) L. Cayzer & Crisp (Pittosporaceae) as naturalised in Madeira Island (Portugal). *Silva Lusitana* n°Especial: 27-33.
- SHOULIANG, C., PHILLIPS, S.M., 2006. *Flora of China* 22: 539.
- SHU, J.H., 2000. *Flora of China* 24: 370-377.
- SILVA, J.J.G., BARONE, R., MENEZES DE SEQUEIRA, M., 2009. First record of naturalized *Viburnum tinus* (Caprifoliaceae), in the Island of Madeira (Portugal). *Boletim do Museu Municipal do Funchal* 59(323): 5-15.

- SILVA, J.J.G., SEMPLE, J.C., LOPEZ LAPHITZ, R., SEQUEIRA, M.P.S.M., 2008. First record of La Plate River Goldenrod *Solidago chilensis* Meyen sensu lato (Asteraceae), in the Island of Madeira (Portugal). *Boletim do Museu Municipal do Funchal* **58**(320): 26-31.
- VIEIRA, R., 2002. Flora da Madeira. Plantas Vasculares Naturalizadas do Arquipélago da Madeira. *Boletim do Museu Municipal do Funchal* (História Natural), Sup. **8**: 5-281.

Roberto Jardim & Miguel Menezes de Sequeira

GBM, Universidade da Madeira, Faculdade de Ciências da Vida, Campus da Penteada, 9000-390 Funchal, Portugal;

jardimrja@gmail.com; sequeira@uma.pt

Novas localidades na Estremadura para flora exótica estabelecida e outras novidades para Portugal

No seguimento de notas anteriores (SILVA *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2015) e em complemento ao trabalho de fundo da *Flora iberica* (CASTROVIEJO, 1986-2012) e ao que tem vindo a ser realizado por DOMINGUES DE ALMEIDA & FREITAS (2006, 2012) recuperam-se ou indicam-se novas localidades na Estremadura para a flora introduzida, levantadas essencialmente no concelho de Cascais, e apresentam-se dados para esclarecimento da distribuição de outras plantas sinantrópicas em Portugal. Segue-se a lista de táxones por ordem alfabética.

Amaryllis belladonna L.

ESTREMADURA: Cascais, Cobre, talude da estrada 3ª Circular, 29SMC6285, X-2013.
Idem, Alcabideche, Peninha, 29SMC5990, X-2013.

Referida como localmente naturalizada na serra de Sintra (PINTO DA SILVA & cols., 1989). Subespontânea em sítios frescos no Centro Oeste de Portugal (FRANCO & ROCHA AFONSO, 1994), casual nos Açores (SILVA *et al.*, 2010) e em jardins abandonados na Andaluzia (CASTRO PRIGENT & SÁNCHEZ GULLÓN, 2013). No entanto, AEDO *et al.* (2013) não reforçam a sua naturalização na Península Ibérica.

Ampelodesmos mauritanicus (Poir.) T.Durand & Schinz [= *A. tenax* (Vahl) Link]

ESTREMADURA: Cascais, Parque Palmela, 29SMC64008413, 5-V-2013, V. Silva & G. Duarte, LISI 559/2013.

Subespontânea no sub-coberto de pinhal de *Pinus halepensis* com *Pittosporum undulatum* em arenitos da Formação de Rodízio (ZBYSZEWSKI, 1964). Introduzida como ornamental, foi referida como abundante e vigorosa para este sítio por VASCONCELLOS & FRANCO (1958). De distribuição mediterrânica ocidental, *A. mauritanicus* tende a ser dominante em estações após perturbação (e.g. fogo), produzindo grande quantidade de sementes em anos de safra (VILLÀ & LLORET, 2000). A sua expansão já se verifica nos terrenos circundantes do Parque, justificando o alerta em território nacional (DAISIE, 2014).

Anredera cordifolia (Ten.) Steenis [= *Boussingaultia cordifolia* Ten.]

ESTREMADURA: Cascais, Alcabideche, Malveira da Serra, 29SMC6189, 13-XII-2013, V. Silva, LISI 6/2014.

Naturalizada em muros de pedra seca e afloramentos rochosos algo nitrofilizados (FRANCO, 1971), não é dada por CIRUJANO & VELAYOS (1990) para a Estremadura, localização que se apura aqui. Consta na *Checklist* da Flora de Portugal (MENEZES DE SEQUEIRA *et al.*, 2011).

Asparagus aethiopicus L. [= *A. sprengeri* Regel]

ESTREMADURA: Cascais, Estoril, Mata de Stº António, 29SMC6484, III-2013.

Subespontânea no sub-coberto de pinhal de *Pinus pinea* e como epífita sobre *Phoenix canariensis*, interação noticiada para Tenerife por PADRÓN-MEDEROS *et al.* (2009). Este táxone apresenta algumas dificuldades em termos nomenclaturais (cf. DANA & SANZ ELORZA, 2008; CELESTI-GRAPOW *et al.*, 2009), seguindo-se aqui o disposto por PEDROL (2013) que não vê razões para separar *Asparagus densiflorus* (Kunth) Jessop de *A. aethiopicus*, este último nome prioritário.

Asparagus asparagoides (L.) Druce

ESTREMADURA: Cascais, Guia, 29SMC60848307, 14-II-2014, V. Silva & S. Saraiva, LISI 83/2014.

Subespontânea no sub-coberto de pinhal de *Pinus halepensis*. Conhecida de há muito como assilvestrada na zona da Lisboa (COUTINHO, 1939) é referida para esta província no recente volume da *Flora iberica* (PEDROL, 2013).

Asparagus setaceus (Kunth) Jessop [= *A. plumosus* Baker]

ESTREMADURA: Cascais, Estoril, Mata de Stº António, 29SMC6484, III-2013.

Subespontâneo no sub-coberto de pinhal de *Pinus pinea* em arenitos. DOMINGUES DE ALMEIDA (com. pess.) já o observou escapado no Jardim Botânico de Coimbra (Beira Litoral), estando dado por DOMINGUES DE ALMEIDA & FREITAS (2012) para Portugal continental e por MENEZES DE

SEQUEIRA *et al.* (2011) para a Madeira. DANA & SANZ ELORZA (2008) indicam a sua naturalização em vários locais na Andaluzia. Em termos taxonómicos segue-se uma vez mais o critério de PEDROL (2013).

Austrocylindropuntia subulata (Muehlenpf.) Backeb. [≡ *Opuntia subulata* (Muehlenpf.) Engelm.]

ESTREMADURA: Cascais, Alcabideche, Almoínhas Velhas, 29SMC6089, V-2013.

Casual nas proximidades de aglomerados urbanos, proveniente de resíduos de jardins, junta-se nova localidade para a Estremadura (BERTHET, 1990; BINGRE *et al.*, 2007; MARCHANTE *et al.*, 2014). No Sul de Espanha manifesta carácter invasor (DANA & SANZ ELORZA, 2008).

Calicotome spinosa (L.) Link

ESTREMADURA: Cascais, Carcavelos, Quinta Nova, 29SMC7081, 14-II-2014, V. Silva, LISI 84/2014.

Nativa da região W mediterrânica, não atinge Portugal (GARCIA MURILLO, 1999), devendo-se esta nova ocorrência provavelmente pela sua introdução como ornamental. Encontra-se em matos altos de *Olea europaea* var. *sylvestris* com *Pinus halepensis*, *Myrtus communis* e *Coronilla glauca*. Em termos sintaxonómicos é característica da *Oleo-Ceratonion siliquae* Br.-Bl. ex Guinochet & Drouineau 1944, aliança catalã-provençal-baleárica (RIVAS-MARTÍNEZ *et al.*, 2002).

Chenopodium pumilio R.Br.

ALGARVE: Tavira, Santa Luzia, 29SPB1906, 2-V-1969, J. Horta Correia, LISI 28406/1999. **BAIXO ALENTEJO:** Beja, Baleizão, 29SPC10, 17-X-1968, J. A. Franco & cols., LISI 27792/1999. Idem, Ferreira do Alentejo, barragem de Odivelas, 29S4227576, 25-X-2009, V. Silva & C. Pinto-Cruz, LISI 596/2013.

A naturalização desta planta em margens de rios e albufeiras encontra-se em aparente expansão na Península Ibérica (LÓPEZ TIRADO, 2013; VERLOOVE, 2005). Localmente abunda em comunidades da *Nanocyperetalia* Klika 1935, ordem que reúne a vegetação terofítica de floração outonal, característica de locais submetidos a um período de inundação que se prolonga até ao verão, com um certo carácter nitrófilo (COSTA *et al.*, 2012). Para além desta citação provincial, acrescenta-se Algarve à distribuição apresentada por UOTILA (1990).

Crassula multicava Lem.

ESTREMADURA: Cascais, Guia, 29SMC61338332, 18-III-2013, V. Silva & G. Duarte, LISI 560/2013.

Novo táxone para esta província, provavelmente introduzido como ornamental. Subespontâneo no sub-coberto de pinhal de *Pinus halepensis* com *Olea europaea* var. *sylvestris* e *Quercus suber*, em margas descalcificadas (ZBYSZEWSKI, 1964). Já referida como naturalizada para Portugal (DOMINGUES ALMEIDA & FREITAS, 2006) e para várias zonas de Espanha (SANZ ELORZA *et al.*, 2004; SÁNCHEZ GULLÓN, 2010).

Cupressus macrocarpa Hartw.

ESTREMADURA: Cascais, Alcabideche, Abano, 29SMC59028782, 20-II-2013, V. Silva & S. Saraiva, LISI 517/2013.

Subespontânea nas arribas calcárias com *Pinus halepensis*, *Juniperus turbinata* e *Cistus ladanifer*, reforçando a sua casualidade nas zonas costeiras assinalada por FRANCO (1971).

Delairea odorata Lem. [= *Senecio mikanioides* Otto ex Walp.]

ESTREMADURA: Sintra, Parque Monserrate, 29SMC69, 24-XI-2008, T. Vasconcelos, LISI 7/2009. Idem, Massamá, 29SMC78, XI-2006.

Cf. *Senecio angulatus*.

Eleusine indica (L.) Gaertner

ESTREMADURA: Lisboa, Marvila, Porto de Lisboa, 29SMC9187, 19-XI-2010, V. Silva, LISI 216/2012.

Este táxone é referido para o território português por FRANCO & ROCHA AFONSO (1998). Nas gretas da calçada do pavimento do Porto de Lisboa onde foi encontrado este espécime, aparece também *Alternanthera caracasana* Kunth in Humb., planta considerada de risco ecológico (cf. Decreto-Lei n.º 565/99) e confirmada em Espanha (CARRETERO, 1990; SÁNCHEZ GULLÓN & VERLOOVE, 2009). Trata-se de espécies exóticas de carácter nitrófilo adaptadas ao pisoteio, típicas da classe de vegetação *Polygono-Poetea annuae* (COSTA *et al.*, 2012). Por consulta de exemplares de *E. indica* depositados no herbário LISI apresentam-se as citações provinciais:

BAIXO ALENTEJO: Odemira, São Teotónio, 29SNB25, 25-XI-2010, J. Silvestre, LISI 6/2011. **ESTREMADURA:** Lisboa, Alcântara, Calçada da Boa Hora, 29SMC88, 10-IX-1979, J. M. Martins, LISI s/n. Oeiras, Estação Agronómica, 29SMC78, 15-X-2010, N. Costa, LISI 1056/2010.

Eragrostis curvula (Schrad.) Nees

ALTO ALENTEJO: Vendas Novas, entre o cruzamento de Piçarras e Bombel, 29SNC3981, 15-VII-2015, V. Silva, LISI 361/2015. **ESTREMADURA:** Montijo, Posto Experimental de Pegões, 29SNC37, 28-XI-1980, A. Poeira, LISI 52641/1999.

Gramínea sul-africana naturalizada nos taludes da Estrada Nacional 4 em Pegões (FRANCO & ROCHA AFONSO, 1998), notando-se a sua dispersão cerca de 35 km até Montemor-o-Novo.

Freesia refracta (Jacq.) Klatt

BEIRA LITORAL: Lousã, Serpins, Mata do Sobral, 29TNE64, 3-III-1997, J. C. Costa, LISI s/n. **ESTREMADURA:** Cascais, Estoril, Mata de Stº António, 29SMC64928433, 15-III-2013, V. Silva & G. Duarte, LISI 551/2013. Idem, LISI 558/2013.

Táxone subespontâneo no sub-coberto de pinhal de *Pinus pinea* em arenitos. Confirma-se a ocorrência apontada para esta zona por FRANCO & ROCHA AFONSO (1994). Por consulta de exemplares de herbário, acresce Beira Litoral às províncias apresentadas por CARDIEL (2013).

Gomphocarpus physocarpus E.Mey. in E.Mey. & Drège

ESTREMADURA: Estoril, São Pedro do Estoril, ribeira de Caparide, 29SMC68, 5-VIII-2015.

Não se faz referência a esta espécie na *Nova Flora de Portugal* (FRANCO, 1984). Encontram-se indivíduos casuais na zona de Cascais, ampliando à Estremadura a distribuição dada por ARISTA & ORTIZ (2012) para Portugal continental.

Hedysarum glomeratum F.Dietr.

ESTREMADURA: Cascais, Areia, 29SMC5986, 31-III-2009, V. Silva & P. Reis, LISI 1147/2013.

Conhecida do Algarve (FRANCO, 1971; VALDÉS, 2000a), alarga-se a sua corologia à Estremadura com esta nova ocorrência. Em termos sintaxonómicos é característica da aliança *Cerintho majoris-Fedion cornucopiae* Rivas-Martínez & Izco ex Peinado, Martínez Parras & Bartolomé 1986 (RIVAS-MARTÍNEZ *et al.*, 2002).

Jacobaea maritima (L.) Pelser & Meijden [= *Senecio bicolor* (Willd.) Tod. subsp. *cineraria* (DC.) Chater]

ESTREMADURA: Cascais, Parede, 29SMC6882, XII-2010. Idem, S. João do Estoril, entre as praias da Poça e da Azarujinha, 29SMC6683, VI-2015. Idem, Cabo Raso, entre Guia e Oitavos, 29SMC5983, II-2012.

Encontrado nas arribas do litoral de Cascais, escapado ou proveniente de resíduos da limpeza de jardins. PINTO DA SILVA & cols. (1989) mencionam este táxon da Praia Grande (Sintra). BACELAR *et al.* (1987) e MARCHANTE *et al.* (2014)

coligem a sua distribuição para Portugal: Minho, Douro Litoral, Beira Baixa, Beira Litoral e Estremadura.

Medicago arborea L.

ESTREMADURA: Cascais, Alcabideche, Murches, 29SMC6286, 18-III-2013, V. Silva & G. Duarte, LISI 549/2013. Idem, 29SMC6386, V-2013.

Introduzida como forragem (FRANCO, 1971) e ornamental (SALES & HEDGE, 2000), apresentam-se novas localizações em Cascais como alerta sobre a facilidade em se escapar de cultivo.

Melaleuca armillaris (Sol. ex Gaertn.) Sm. [≡ *Metrosideros armillaris* Sol. ex Gaertn.]

ESTREMADURA: Cascais, Areia, Guincho, 29SMC5986, 29-I-2014, V. Silva, LISI 85/2014.

Cultivada como ornamental em sebes junto ao litoral (BINGRE *et al.*, 2007), encontra-se escapada em areias fixas das dunas da Cresmina, com *Juniperus turbinata*, *Ulex jussiaei*, *Cistus salvifolius* e *Acacia pycnantha*. Também notada na zona do Algarve (T. VASCONCELOS, com. pess.), parece constituir novidade para Portugal.

Onobrychis viciifolia Scop.

ESTREMADURA: Cascais, Alcabideche, Refilão, 29SMC6288, 28-IV-2011, V. Silva, LISI 311/2012.

Planta forrageira conhecida (FRANCO, 1971; VALDÉS, 2000b), junta-se nova localização para a Estremadura portuguesa.

Paraserianthes lophantha (Willd.) I.C.Nielsen [≡ *Albizia lophantha* (Willd.) Benth.]

ESTREMADURA: Cascais, Alcabideche, Pisão, 29SMC6287, 20-XI-2013, V. Silva & I. Correia, LISI 3/2014. Idem, Estoril, Mata de Stº António, 29SMC6484, III-2013. Sintra, Parque Monserrate, 29SMC69, 29-IV-2009, T. Vasconcelos, LISI 1567/2009.

Encontrou-se subespontânea em sítios de alguma forma alterados: com *Pinus halepensis* em solos calcários, a invadir clareiras de pinhal de *Pinus pinea* em arenitos e em acacial de *Acacia longifolia* em granitos. Naturalizada no Sul e Este de Espanha (LÓPEZ-GONZÁLEZ, 2007) e na Galiza (FAGÚNDEZ, 2007), foi introduzida em Portugal como ornamental (BINGRE *et al.*, 2007), encontrando-se na Madeira (MENEZES DE SEQUEIRA *et al.*, 2011). A expandir-se levemente na região de Lisboa em áreas perturbadas. Com comportamento invasor já atestado por FRANCO & ESPÍRITO-SANTO (2000).

Parthenocissus quinquefolia (L.) Planch.

ESTREMADURA: Cascais, Farol Santa Marta, 29SMC6382, 1-VIII-2013, V. Silva & I. Correia, LISI 528/2013. Sintra, Colares, Fonte Clara, 29SMC6191, 20-VII-2011, V. Silva, LISI 529/2013.

Subespontânea em linhas de escorrência ou sítios com humidade edáfica, não é referida nas floras portuguesas (cf. COUTINHO, 1939; FRANCO, 1971). No herbário LISI encontram-se exemplares de *P. inserta* (A. Kerner) Fritsch, que diferem destes por não possuírem gavinhas providas de discos adesivos (LÓPEZ-GONZÁLEZ, 2007).

Plumbago auriculata Lam. [= *P. capensis* Thunb.]

ESTREMADURA: Cascais, ribeira dos Mochos, 29SMC6283, 9-VIII-2013, V. Silva & G. Duarte, LISI 1171/2013.

Táxone escapado numa sebe junto a linha de água e sobre *Pinus halepensis*, confirmando-se o determinado por GALÁN CELA (1990) que o atribui como provavelmente subespontâneo em Portugal.

Rhus coriaria L.

BEIRA ALTA: Guarda, Aldeia Viçosa, 29TPE4293, 26-IX-1962, F. Caldeira Cabral, LISI 22075/1999. **ESTREMADURA:** Cascais, Alcabideche, Casal de Porto Covo, 29SMC6389, 10-VIII-2012, V. Silva, LISI 556/2013. Idem, São Domingos de Rana, entre Zambujal e Rebelva, 29SMC6983, 12-VI-1960, J. C. Vasconcellos, LISI 20792/1999.

Subespontânea de Trás-os-Montes ao Algarve (COUTINHO, 1939), não é reconhecida por GÜEMES & SÁNCHEZ-GÓMEZ (2014) para a Estremadura nem para outras províncias portuguesas, ocorrência que se confirma pela consulta de exemplares de herbário.

Roldana petasitis (Sims) H. Rob. & Brettell [= *Senecio petasitis* (Sims) DC.]

ESTREMADURA: Arruda dos Vinhos, 29SMD91, 15-III-1974, T. Vasconcelos, LISI s/n. Cascais, Alcabideche, Malveira da Serra, 29SMC6190, 14-II-2014, V. Silva & S. Saraiva, LISI 86/2014.

Encontrou-se este táxone introduzido numa linha de água com *Sambucus nigra*, *Phytolacca heterotepala*, *Tropaeolum majus* e *Tradescantia fluminensis*. Estende-se assim a sua subespontaneidade ao continente em complemento ao considerado por MENEZES DE SEQUEIRA *et al.* (2011) para as ilhas.

Senecio angulatus L.f.

ESTREMADURA: Almada, Costa da Caparica, 29SMC87, 10-XII-1982, M. L. Rocha Afonso, LISI s/n. Cascais, Alcabideche, 29SMC68, 11-XII-1982, J. A. Franco, LISI 8502.

Idem, Abuxarda, 29SMC6385, 11-XII-1982, J. A. Franco, LISI 8503. Idem, Malveira da Serra, 29SMC6189, 13-XII-2013, V. Silva, LISI 7/2014. Cascais, Alto da Pampilheira, 29SMC6284, 25-VI-2013, V. Silva, LISI 343/2013. Idem, Carcavelos, 29SMC7082, 27-XI-1978, J. M. Moreira, LISI s/n. **RIBATEJO**: Azambuja, Vila Nova da Rainha, 29SND02, 19-XI-1987, J. A. Franco & J. Monjardino, LISI 9468.

FRANCO (1984) já refere *S. angulatus* e *D. odorata* como naturalizados para o Centro Oeste de Portugal continental enquanto JARDIM & MENEZES DE SEQUEIRA (2011) para Porto Santo e vários autores para o Sudoeste de Espanha (SÁNCHEZ GULLÓN, 2010), litoral Cantábrico (SANZ ELORZA *et al.*, 2004), Catalunha (PYKE, 2008) e Comunidade Valenciana (GUILLOT ORTIZ *et al.*, 2013). No entanto, a identificação de espécies trepadoras de flores amarelas do género *Senecio* não é inequívoca (cf. JARDIM *et al.*, 2008; SANZ ELORZA *et al.*, 2004). Enquanto *D. odorata* se distingue pela presença de pequenas aurículas foliáceas na base do pecíolo e pelos capítulos não ligulados, *S. angulatus* possui flores liguladas (FRANCO, *op. cit.*).

Senecio tamoides DC.

ESTREMADURA: Cascais, Costa da Guia, 29SMC6183, 10-VII-2013, V. Silva, LISI 344/2013. Idem, Alcabideche, Malveira da Serra, 29SMC6190, 11-XII-2013, V. Silva, LISI 11/2014. Lisboa, Ajuda, Casalinho da Ajuda, 29SMC8384, 12-XII-1977, A. Saraiva, LISI s/n.

Assinala-se ainda para território português a ocorrência de *S. tamoides* DC. (MARCHANTE *et al.*, 2014), naturalizado em sebes frescas e margens de cursos de água, que se diferencia dos precedentes pela ausência de aurículas e pelos capítulos ligulados com mais de 25 mm \varnothing (P. ALVES, com. pess.). MALLOL & MAYNÉS (2008) referem-no para a Catalunha e FAGÚNDEZ (2007) para a Galiza.

Solanum laciniatum Aiton

ESTREMADURA: Cascais, Areia, Guincho, 29SMC5986, XII-2012. Sintra, Parque Monserrate, 29SMC69, 29-IV-2009, T. Vasconcelos, LISI 1280/2009.

Acresce a SILVA *et al.* (2012) nova localidade na serra de Sintra e a sua observação em areias de dunas fixas no Guincho. À escala nacional, DOMINGUES DE ALMEIDA & FREITAS (2012) fazem referência para Portugal, pela sua observação na Beira Alta (DOMINGUES DE ALMEIDA, com. pess.).

Tecoma capensis (Thunb.) Lindl.

ESTREMADURA: Cascais, ribeira dos Mochos, 29SMC6284, 14-II-2014, V. Silva & S. Saraiva, LISI 87/2014.

Aparentemente a primeira citação para esta *Bignoniaceae* como subspontânea em Portugal continental (HERRERO & AEDO, 2001; MENEZES DE SEQUEIRA *et al.*, 2011). Amplamente cultivada como ornamental no litoral Este e Sul da Península Ibérica (LÓPEZ-GONZÁLEZ, 2007), em Espanha tem-se vindo a encontrar escapada em território valenciano e catalão (MALLOL & MAYNÉS, 2008) e nas Baleares (PODDA *et al.*, 2010).

Vinca major L.

ESTREMADURA: Cascais, Alcabideche, ribeira da Penha Longa, 29SMC6387, XI-2008.

Acresce esta nova cita provincial à distribuição de *V. major* revista por DOMINGUES DE ALMEIDA (2005) e mais recentemente por ORTIZ & ARISTA (2012).



Figura 1 - *Aspetto de Ampelodesmos mauritanicus*, Cascais. Fotografia: Sara Saraiva



Figura 2 - *Asparagus aethiopicus* sobre *Phoenix canariensis*, Estoril. Fotografia: Vasco Silva



Figura 3 - Aspeto de *Gomphocarpus physocarpus*, S. Pedro do Estoril. Fotografia: Irene Correia



Figura 4 - Aspeto de *Roldana petasitis*, Malveira da Serra. Fotografia: Vasco Silva



Figura 5 - Pormenor de *Solanum laciniatum*, Malveira da Serra. Fotografia: Vasco Silva

Figura 6 - Pormenor de *Tecoma capensis*, Cascais. Fotografia: Vasco Silva

Agradecimentos

À responsável M.D. Espírito-Santo e à técnica A.P. Paes do herbário LISI.

Bibliografia

- AEDO, C., HERRERO, A., QUINTANAR, A., 2013. *Amaryllidaceae* in: S. Castroviejo *et al.* (eds) *Flora iberica* **20**: 324-325. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- ARISTA, M., ORTÍZ, P.L., 2012. *Gomphocarpus* R. Br. in: S. Castroviejo *et al.* (eds) *Flora iberica* **11**: 114-117. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.

- BACELAR, J.J.A.H., CORREIA, A.I.D., ESCUDEIRO, A.C.S., PINTO DA SILVA, A.R., RODRIGUES, C.M.A., 1987. Novidades da flora sintrana. *Bol. Soc. Brot.*, Ser. 2 **60**: 147-162.
- BERTHET, P., 1990. *Opuntia* Mill. in: S. Castroviejo *et al.* (eds) *Flora iberica* **2**: 62-70. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- BINGRE, P., AGUIAR, C., ESPÍRITO-SANTO, D., ARSÉNIO, P., MONTEIRO-HENRIQUES, T. (coord. cient.), 2007. *Guia de Campo – As árvores e os arbustos de Portugal continental*. In: J. SANDE SILVA (coord. ed.) Coleção Árvores e Florestas de Portugal IX. Jornal Público, Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento, Liga para a Protecção da Natureza. Lisboa.
- CARDIEL, J.M., 2013. *Freesia* Eckl. ex Klatt in: S. TALAVERA *et al.* (eds) *Flora iberica* **20**: 479-482. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- CARRETERO, J.L., 1990. *Alternanthera* Forssk. in: S. CASTROVIEJO *et al.* (eds) *Flora iberica* **2**: 557-558. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- CASTRO PRIGENT, P., SÁNCHEZ GULLÓN, E., 2013. Plantas recolectadas por el farmacéutico don Andrés Sánchez Jurado en la comarca natural Campiña-Condado de Huelva (Andalucía Occidental, España). *Fol. Bot. Extremadurensis* **7**: 35-46.
- CASTROVIEJO, S. (coord. gen.), 1986-2012. *Flora iberica* 1-8, 10-15, 17-18, 21. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- CELESTI GRAPOW, L., ALESSANDRINI, A., ARRIGONI, P.V., BANFI, E., BERNARDO, L., BOVIO, M., BRUNDU, G., CAGIOTTI, M.R., CAMARDA, I., CARLI, E., CONTI, F., FASCETTI, S., GALASSO, G., GUBELLINI, L., LA VALVA, V., LUCCHESI, F., MARCHIORI, S., MAZZOLA, P., PECCENINI, S., POLDINI, L., PRETTO, F., PROSSER, F., SINISCALCO, C., VILLANI, M.C., VIEGI, L., WILHALM, T., BLASI, C., 2009. Inventory of the non native flora of Italy. *Plant Biosystems* **143**(2): 386-430.
- CIRUJANO, S., VELAYOS, M., 1990. *Boussingaultia* Kunth in: S. CASTROVIEJO *et al.* (eds) *Flora iberica* **2**: 474-475. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- COSTA, J.C., NETO, C., AGUIAR, C., CAPELO, J., ESPÍRITO-SANTO, M.D., HONRADO, J., PINTO-GOMES, C., MONTEIRO-HENRIQUES, T., MENEZES DE SEQUEIRA, M., LOUSÁ, M., 2012. Vascular Plant Communities in Portugal (Continental, the Azores and Madeira). *Global Geobotany* **2**: 1-180.
- COUTINHO, A.X.P., 1939. Flora de Portugal, 2ª ed. Irmãos Bertrand, Lda. Lisboa.
- DAISIE, 2014. *Ampelodesmos mauritanicus*. DAISIE - European Invasive Alien Species Gateway. Disponível em: <http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=2850#>. [Acedido em Fevereiro 2014].
- DANA, E.D., SANZ ELORZA, M., 2008. Localizaciones de especies alóctonas ornamentales asilvestradas en Andalucía. *Bouteloua* **3**: 14-22.
- DOMINGUES DE ALMEIDA, J., 2005. Sobre a distribuição de *Vinca major* L. (Apocynaceae) em Portugal continental. *Stud. Bot. Univ. Salamanca* **24**: 91-92.
- DOMINGUES DE ALMEIDA, J., FREITAS, H., 2006. Exotic naturalized flora of continental Portugal. A reassessment. *Bot. Complutensis* **30**: 117-130.
- DOMINGUES DE ALMEIDA, J., FREITAS, H., 2012. Exotic flora of continental Portugal - a new assessment. *Bocconea* **24**: 231-237.
- FAGÚNDEZ, J., 2007. Nuevos datos de flora vascular exótica en Galicia (noroeste de la Península Ibérica). *Lazaroa* **28**: 111-114.
- FRANCO, J.A., 1971. *Nova Flora de Portugal*, vol. I Lycopodiaceae - Umbelliferae. Edição do Autor. Lisboa.

- FRANCO, J.A., 1984. *Nova Flora de Portugal*, vol. II Clethraceae – Compositae. Edição do Autor. Lisboa.
- FRANCO, J.A., ESPÍRITO-SANTO, M.D., 2000. Comentários ao Decreto-Lei nº 565/99 (Sobre introdução de espécies exóticas) in: L. Rodrigues *et al.* (eds). In *Actas do 1º Simpósio sobre Espécies Exóticas: Introduções, Causas e Consequências*. pp. 64-66. Liga para a Protecção da Natureza. Lisboa.
- FRANCO, J.A., ROCHA AFONSO, M.L., 1994. *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores)*, vol. III(I) Alismataceae – Iridaceae. Escolar Editora. Lisboa.
- FRANCO, J.A., ROCHA AFONSO, M.L., 1998. *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores)*, vol. III(II) Gramineae. Escolar Editora. Lisboa.
- GALÁN CELA, P., 1990. *Plumbago* L. in: S. Castroviejo *et al.* (eds) *Flora iberica* 2: 639-641. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- GARCIA MURILLO, P.J., 1999. *Calicotome* Link in: S. TALAVERA *et al.* (eds) *Flora iberica* 7(1): 182-188. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- GÜEMES, J., SÁNCHEZ-GÓMEZ, P., 2014. *Rhus* L. in: S. CASTROVIEJO *et al.* (eds) *Flora iberica* 9 (in press). Disponível em: <http://www.floraiberica.es> [Acedido em Fevereiro 2014].
- GUILLOT ORTIZ, D., LAGUNA LUMBRERAS, E., ROSSELLÓ PICORNELL, J.A., 2013. Flora alóctona suculenta valenciana: el género *Senecio* L. *Bouteloua* 14: 150-159.
- HERRERO, A., AEDO, C., 2001. Bignoniaceae in: S. CASTROVIEJO *et al.* (eds) *Flora iberica* 14: 73-76. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- JARDIM, R., MENEZES DE SEQUEIRA, M., 2011. Subsídios para o conhecimento da Flora do Porto Santo. *Silva Lusitana* 19(2): 240-245.
- JARDIM, R., SILVA, L., GARCÍA GALLO, A., 2008. *Delairea odorata* Lem. in: L. Silva *et al.* (eds) *Flora e fauna terrestre invasora na Macaronésia. Top 100 nos Açores, Madeira e Canárias*. pp. 248-250. Arena, Ponta Delgada.
- LÓPEZ-GONZÁLEZ, G., 2007. *Guía de los árboles y arbustos de la Península Ibérica y Baleares (especies silvestres y las cultivadas más comunes)*, 3ª ed. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona.
- LÓPEZ TIRADO, J., 2013. *Chenopodium pumilio* R. BR. (Chenopodiaceae), novidade corológica para Andalúcia Oriental (Espanha). *Acta Bot. Malacitana* 38: 216-217.
- MALLOL, A., MAYNÉS, J., 2008. Nous xenòfits al Baix Empordà (Catalunya). *Acta Bot. Barc.* 51: 59-77.
- MARCHANTE, E., MORAIS, M., FREITAS, H., MARCHANTE, H., 2014. *Guia prático para a Identificação de Plantas Invasoras em Portugal*. Imprensa da Universidade de Coimbra. Coimbra. 207 pp..
- MENEZES DE SEQUEIRA, M., ESPÍRITO-SANTO, M.D., AGUIAR, C., CAPELO, J., HONRADO, J. (coords), 2011. *Checklist da Flora de Portugal (Continental, Açores e Madeira)*. ALFA.
- ORTIZ, P.L., ARISTA, M., 2012. *Vinca* L. in: S. TALAVERA *et al.* (eds) *Flora iberica* 11: 106-109. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- PADRÓN-MEDEROS, M.A., GUMA, I.R., SANTOS GUERRA, A., REYES BETANCORT, J.A., 2009. Apuntes florísticos y taxonómicos para la flora de las Islas Canarias. *Acta Bot. Malacitana* 34: 242-251.
- PEDROL, J., 2013. *Asparagus* L. in: S. CASTROVIEJO *et al.* (eds) *Flora iberica* 20: 111-120. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- PINTO DA SILVA, A.R., & COLS., 1991. A flora da Serra de Sintra. Catálogo. Portugaliae Acta Biol., Sér. B, Sist. 15: 5-258(1989).

- PODDA, L., FRAGA I ARGUIMBAU, P., MAYORAL GARCÍA-BERLANGA, O., MASCIA, F., BACCHETTA, G., 2010. Comparación de la flora exótica vascular en sistemas de islas continentales: Cerdeña (Italia) y Baleares (España). *Anales Jard. Bot. Madrid* **67**(2): 157-176.
- PYKE, S., 2008. Contribución al conocimiento de la flora alóctona catalana. *Collect. Bot. (Barcelona)* **27**: 95-104.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., DÍAZ, T.E., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F., IZCO, J., LOIDI, J., LOUSÃ, M., PENAS, A., 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the Syntaxonomical checklist of 2001. *Itinera Geobot.* **15**(1-2): 5-922.
- SALES, F., HEDGE, I.C., 2000. *Medicago* L. in: S. TALAVERA *et al.* (eds) *Flora iberica* **7**(2): 741-775. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- SÁNCHEZ GULLÓN, E., 2010. Flora alóctona ornamental naturalizada en la provincia de Huelva (Andalucía Occidental, España) I. *Bouteloua* **7**: 21-28.
- SÁNCHEZ GULLÓN, E., VERLOOVE, F., 2009. New records of interesting xenophytes in Spain II. *Lagascalia* **29**: 281-291.
- SANZ ELORZA, M., DANA, E.D., SOBRINO VESPERINAS, E. (eds), 2004. *Atlas de las Plantas Alóctonas Invasoras en España*. Dirección General para la Biodiversidad. Madrid. 384 pp.
- SILVA, L., MOURA, M., SCHAEFER, H., RUMSEY, F., DIAS, E.F., 2010. Lista das Plantas Vasculares (Tracheobionta) in: P.A.V. BORGES *et al.* (eds) A list of the terrestrial and marine biota from the Azores. pp. 117-146. Princípiã. Cascais. 432 pp..
- SILVA, V., LAGUNA, E., GUILLOT, D., 2015. Algunos datos sobre neófitos en Portugal. *Bouteloua* **20**: 76-96.
- SILVA, V., SARAIVA, S., CORREIA, I., 2012. Adições corológicas de espécies não indígenas naturalizadas na Estremadura portuguesa. *Acta Bot. Malacitana* **37**: 185-186.
- UOTILA, P., 1990. *Chenopodium* L. in: S. CASTROVIEJO *et al.* (eds) *Flora iberica* **2**: 484-500. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- VALDÉS, B., 2000a. *Hedysarum* L. in: S. TALAVERA *et al.* (eds) *Flora iberica* **7**(2): 943-955. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- VALDÉS, B., 2000b. *Onobrychis* Mill. in: S. TALAVERA *et al.* (eds) *Flora iberica* **7**(2): 955-970. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- VASCONCELLOS, J.C., FRANCO, J.A., 1958. Novas plantas para a flora portuguesa. *Bol. Soc. Brot., Ser. 2* **32**: 237-251.
- VERLOOVE, F., 2005. New records of interesting xenophytes in Spain. *Lazaroa* **26**: 141-148.
- VILLÀ, M., LLORET, F., 2000. Seed dynamics of the mast seeding tussock grass *Ampelodesmos mauritanica* in Mediterranean shrublands. *Journal of Ecology* **88**: 479-491.
- ZBYSZEWSKI, G., 1964. Resenha Geológica do Concelho de Cascais. Câmara Municipal de Cascais. Cascais. 20 pp..

Vasco Silva

Centro de Ecologia Aplicada "Prof. Baeta Neves" (CEABN), Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal;

silvadavasco@gmail.com

***Coleostephus clausonis* Pomel (Asteraceae), nova área de distribuição para Portugal**

BAIXO ALENTEJO: Barrancos, Barrancos, Herdade da Coitadinha, Parque de Natureza de Noudar, leito de cheia do Rio Ardila (38°10'57.67" N e 007°01'40.64" W; 90 a 93 msm; Abr/2011; plantas no início da floração; Det. F. Gutierrez e M. Geraldès. LISI – 17/2011). O *Coleostephus clausonis* constitui uma espécie, da família das Asteraceae, que apresenta uma área de distribuição que abrange essencialmente o Sul e Sudeste de Espanha, a França, a Itália e, em Portugal, apenas o Baixo Alentejo (TUTIN *et al.*, 1976; FRANCO, 1984). É considerada uma espécie relativamente rara no contexto da Península Ibérica, ocorrendo apenas em populações isoladas (GBIF, 2011). Segundo FRANCO (1984), trata-se de "um terófito glabro ou levemente piloso, de caules com 10-45 cm, suberectos, esparsamente ramificados com folhas irregulares e mais remotamente serradas; corolas das flores do disco com dentes truncados, densamente verruculosos; cipselas com menos de 2 mm, calvas ou com papilho reduzido a uma pequena coroa". Ocupa, preferencialmente, sítios húmidos, cultivados ou não, e, geralmente, prados anuais. Tais prados ocupam grande parte do Parque de Natureza de Noudar. Nos locais onde a topografia o permitiu, os antigos bosques de azinheira (*Quercus rotundifolia* Lam.) foram convertidos pelo Homem, fruto da desmatção e/ou do pastoreio periódicos, em montado de azinho. Este sistema agro-silvo-pastoril inclui amiúde um relvado ou prado, estruturado sobretudo por comunidades vegetais de herbáceas, pontilhado por vezes com pequenos arbustos, e ainda azinheiras mais ou menos dispersas (EDIA, 2006).

Esta espécie foi recentemente encontrada numa nova localidade no Baixo Alentejo, alargando assim a sua área de distribuição em Portugal. A Herdade da Coitadinha está localizada no Parque de Natureza de Noudar, na proximidade de Barrancos. Os espécimes foram encontrados num prado situado a meia vertente, próximo de um meandro no troço internacional do rio Ardila, na sua margem esquerda. A área contextualiza-se geomorfologicamente numa "peneplanície inclinada, composta essencialmente xistos argilosos do Silúrico, nos quais os cursos de água se encaixaram facilmente, deixando as áreas levantadas dissecadas" (FEIO, 1952). Climatologicamente, o local está situado na "Província Continental do Sul", com verão quente e inverno fresco e precipitação anual entre os 350 e os 500 mm e quatro a seis meses secos. Ocorrendo a precipitação preponderantemente no inverno, e sendo a temperatura média de Agosto superior a 22°C na estação de Beja, o macroclima neste lugar pertencerá,

por maioria de razão, ao tipo Csa (RIBEIRO *et al.*, 1988). Porém, estando o local situado numa base de vertente e em leito de cheia, próximo, portanto, da toalha freática, será possível a existência de um microclima menos depauperado em humidade. A espécie ocorre numa ecologia atípica, ainda em leito de cheia, a meia distância do sector da vertente entre o rio e os bosques de zambujeiro (*Olea europaea* L. var. *sylvestris* (Miller) Lehr.) e aderno (*Phillyrea latifolia* L.). Desta forma, poderá ser igualmente encontrada ao nível do subcoberto do referido bosque. Pelo que foi observado, esta planta é rara nesta localidade, mas a sua ocorrência poderá ser mais provável noutros locais do Alentejo. O facto de se encontrar no leito de cheia do Rio Ardila permite colocar a hipótese de ser um indício de uma dispersão seminal por hidrocoria, com regeneração natural após as cheias. São conhecidas populações maiores, mas apenas na Andaluzia Oriental (SOCORRO-ABREU e PÉREZ-RAYA, 1981), distantes portanto deste local.

Bibliografia

- EDIA, 2006. *Vegetação do Parque de Natureza de Noudar: Parte I – o domínio do homem In Parque Natureza Noudar* (<http://www.parquenoudar.com/>) [Consulta a 5 de Agosto de 2011].
- FEIO, M., 1952. *A Evolução do Relevo do Baixo Alentejo e Algarve. Estudo de Geomorfologia*. Instituto para a Alta Cultura. Centro de Estudos Geográficos, Lisboa
- FRANCO, J.A., 1984. *Nova flora de Portugal: continente e Açores*. Vol II - Clethraceae – Compositae, 659 pp., Lisboa.
- GBIF, 2011. Global Biodiversity Information Facility Network - *Coleostephus clausonis* Pomel (<http://www.gbif.org/>) [Consulta a 5 de Agosto de 2011].
- RIBEIRO, O., LAUTENSACH, H., DAVEAU, S., 1988. *Geografia de Portugal. II. O ritmo climático e a paisagem, Lisboa*. Ed. Sá da Costa, Lisboa, pp. 335-623
- SOCORRO-ABREU, O., PÉREZ-RAYA, F., 1981. Contribución al conocimiento de la flora de granada. Nota I. *Anales Jardín Botánico de Madrid* **38**(1).
- TUTIN, T.G., HEYWOOD, V.H., BURGESS, N.A., MOORE, D.M., VALENTINE, D.H., WALTERS, S.M., WEBB, D.A. (eds.), 1976. *Flora Europaea*. Vol. 4. *Plantaginaceae* to *Compositae* (and *Rubiaceae*). Cambridge University Press.

Gutierrez, F.¹; Rodrigues, A.¹; Geraldês, M.; Neto¹, C.; Costa, J. C.¹; Aguiar, C.³

¹Centre of Geographical Studies, Institute of Geography and Spatial Planning, University of Lisbon, Alameda da Universidade 1600-214. Lisboa. Portugal; cneto@campus.ul.pt

²Centre for Botany Applied to Agriculture (CBAA), Instituto Superior de Agronomia, University of Lisbon, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa. Portugal; jccosta@isa.utl.pt

³Centro de Investigação de Montanha. (CIMO), Escola Superior Agrária de
Bragança;
cfaguiar@ipb.pt

SILVA LUSITANA

Índice do Volume 22 (2014)

Nº 1, Junho de 2014

Linear Mixed Modelling of Cone Production for Stone Pine in Portugal A. Rodrigues, G.L. Silva, M. Casquilho, J. Freire, I. Carrasquinho, M. Tomé	1
Estimativa das Produções de Cortiça Virgem Resultantes das Operações de Desbastes e Desboia em Montados de Sobro em Fase Juvenil J.A. Paulo, M. Tomé	29
Competição em Nível de Árvore Individual em uma Floresta Estacional Semidecidual R. Castro, C. Soares, H. Leite, A. Souza, F. Martins, G. Nogueira, M. Oliveira, F. Silva	43
Distribution, Hosts and Parasitoids of <i>Monochamus galloprovincialis</i> (Coleoptera: Cerambycidae) in Portugal Mainland R.P. Silva, P. Naves, P. Godinho, E. Sousa, J. P.-Villar	67
Factors Affecting the Dispersion of <i>Biscogniauxia mediterranea</i> in Portuguese Cork Oak Stands J. Henriques, M.J. Barrento, L. Bonifácio, A.A. Gomes, A. Lima, E. Sousa	83
Presence of <i>Glycaspis brimblecombei</i> and its Parasitoid <i>Psyllaephagus bliteus</i> in Tunisia and Portugal S. Dhahri, M.L.B. Jamaa, A. Garcia, C. Boavida, M. Branco	99
Políticas Públicas de Apoio à Fileira Florestal em Portugal E.M. Sarmento, V. Dores	117
Notas do Herbário (LISFA): Fasc. XXXVIII	135
Recensões	145
Índice do Volume 21 (2013)	149

Nº 2, Dezembro de 2014

Valores Implícitos dos Usos do Solo para a Conservação dos Habitats Naturais, em Portugal Continental I. Duarte, M. Rocha, P. Arsénio, J. Alves e F. Rego	151
Distribution Spatio-Temporelle de <i>Platypus cylindrus</i> F. (Coleoptera: Platypodinae) à l'Échelle du Peuplement <i>Quercus suber</i> et de l'Arbre Hôte à l'Est de l'Algérie du Nord A. Mounia, L. Bonifácio, M.L. Inácio, C. Gahdab, E. Sousa	185
Vegetation Recovery after a Large Forest Fire in the Ecological Park of Funchal (Madeira Island, Portugal) S. Fontinha, D. Henriques, H. Nóbrega, D. Teixeira, A. Ferro, M.A.A.P. Carvalho	207
Estudo Comparativo de Técnicas para Determinação da Porosidade e da Massa Volúmica na Cortiça M. Pestana, T. Anágua, A.C. Diogo	231
Étude Biométrique de quelques caractères Morphologiques de l'Abeille Tellienne <i>Apis mellifera intermissa</i> dans le Nord de l'Algérie B.-G. Zohra, H. Hálima, B.M. Laïd, B. Sabrina	249
Notas do Herbário (LISFA): Fasc. XXXIX	277
Notícia	295

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

- 1 - A revista **SILVA LUSITANA** aceita toda a colaboração científica que dá a conhecer o resultado de trabalhos de investigação e de experimentação, assim como artigos de revisão, no domínio das Ciências Florestais e afins.
- 2 - Os trabalhos aceites pela Comissão Científica, serão publicados pela ordem cronológica de chegada à Comissão Editorial, devendo o autor incluir, no final do trabalho, a data de entrega para publicação.
- 3 - Os originais deverão ser enviados à: **Comissão Editorial da Revista SILVA LUSITANA, INIAV, I.P. - Av. da República, Quinta do Marquês, 2780-159 OEIRAS, Portugal.**
E-mail: silva.lusitana@iniav.pt
- 4 - As opiniões e conceitos emitidos são da exclusiva responsabilidade dos seus autores.
- 5 - Os textos, escritos de forma clara e sucinta, devem ser apresentados em folhas A4, num só lado, com uma margem esquerda não inferior a 4 cm, e uma mancha de 20 cm x 13,5 cm incluindo quadros, fotografias, referências de pé de página, etc.
- 6 - Os originais não deverão exceder 25 páginas A4, incluindo anexos.
- 7 - **A apresentação dos originais deverá obedecer às seguintes regras:**
 - 7.1 - **Título:** O título do trabalho deverá ser conciso, específico e descritivo, não ultrapassando um máximo de 15 palavras.
 - 7.2 - **Nome do autor:** O nome do(s) autor(es) deverá ser seguido do título profissional, da direcção da instituição onde exerce a sua actividade científica e do seu E-mail.
 - 7.3 - **Sumário:** O sumário deverá ser conciso, cerca de 2-3% da totalidade do texto, mas nunca superior a 200 palavras. No fim deste, acrescentar as palavras-chave (no máximo de 5), que não apareçam no título. É obrigatório a apresentação de um sumário em inglês e em francês, com as respetivas palavras-chave, e com o título do trabalho nas referidas línguas.
 - 7.4 - **Quadros e Figuras:** Devem ser utilizados sempre que facilitem a compreensão do texto. A sua dimensão deve ser de modo a que, depois de reduzidos à dimensão considerada adequada, em função da mancha tipográfica, a sua reprodução não se afaste dos tipos utilizados no texto. A legenda deverá ser curta e concisa e indicadas sempre as fontes de onde foram retiradas.
 - 7.5 - **Fotografias:** Serão apenas aceites fotografias de qualidade e consideradas indispensáveis para a compreensão do texto. A Comissão Editorial reserva-se o direito de eliminar as fotografias sem qualidade e as que considere excessivas ou dispensáveis, depois de ouvido(s) o(s) autor(es).
 - 7.6 - **Notas de pé de página:** As notas de pé de página devem ser curtas e reduzidas ao mínimo, assinaladas sucessivamente por números e não por asteriscos.
 - 7.7 - **Referências bibliográficas:** No texto, referir o nome do(s) autor(es) em maiúsculas e o ano de publicação. No caso de 3 ou mais autores, utilizar o nome do primeiro seguido de *et al.* e a data da publicação. As referências no texto citadas em conjunto devem ser ordenadas por ordem cronológica.
Exemplos: Livro(A); Artigo(B); Artigo em Livro(C)
 - A) NATIVIDADE, J.V., 1950. *Subercultura*. Ministério da Economia, DGSFA, 387 pp.
 - B) CABRAL, M.T., LOPES, F., SARDINHA, R.A., 1993. Determinação das causas da morte do sobreiro nos concelhos de Santiago de Cacém, Grândola e Sines. Relatório Síntese. *Silva Lusitana* 1(1): 7-24.
 - C) SILVA, R., PÁSCOA, F., MARQUES, C.P., 1991. Modelação dinâmica dos povoamentos de pinheiro bravo. In *Comunicações do 1 Encontro Sobre Pinhal Bravo, Material Lenhoso e Resina*, SPCF/ESAC/CFC, Coimbra, pp. 123-130.
- 8 - **Número de cópias:** Os autores deverão enviar um original escrito com cópia em CD ou em alternativa por E-mail.
- 9 - **Revisão de provas:** A revisão das primeiras provas será feita pelo(s) autor(es). A alteração do texto inicial, para além de 5%, constituirá um encargo para o(s) autor(es).
- 10 - **Separatas:** Os autores receberão 10 separatas de cada artigo, devendo, para tanto, assinalá-lo a vermelho, na primeira folha das primeiras provas tipográficas. Poderá receber um número superior de separatas, mas tal constituirá seu encargo perante a tipografia.
- 11 - **Direitos de edição:** Todos os direitos de edição pertencem ao Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária na sua qualidade de Editor da revista **SILVA LUSITANA**.

SILVA LUSITANA

Índice

2015, Vol. 23(1/2) : 1 - 128

Editorial

<i>In Memoriam de Fernando Páscoa</i>	i
Nuevas Aportaciones al Género <i>Eucalyptus</i> L'Her. (<i>Myrtaceae</i>) en Galicia F.J. Silva-Pando, A.F. Darriba	1
Recuperação da <i>Erica tetralix</i> e <i>E. Ciliaris</i> na Serra de Montemuro: Duas Espécies Próximas da Extinção Local T. Monteiro-Henriques, A. Bellu, C. Aguiar, P. Monteiro	17
Evaluation of the Potential of a Superabsorbent Polymer for Attenuating Spring Soil Water Stress in Alentejo M. Belard-Fonseca, A. Rodrigues, F. Rosa, P. Godinho-Ferreira, M. Casquilho	29
Posturas e Carga Física de Trabalho na Colheita Florestal Semimecanizada F. Vieira, N. Fiedler, J.L. Lousada, S. Gonçalves, J. Chichorro, F. Carmo	61
Flexural Properties of Short Laminated Beams Made from Two Hardwood Species S. Gupta, C.M. Sharma, K. Kumar V.S.	79
Notas do Herbário (LISFA): Fasc. XL	91
Índice do Volume 22 (2014)	127