



ARISTIDA JUBATA: CARACTERÍSTICAS GERMINATIVAS E IMPLICAÇÕES PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (RAD)

Railma Pereira Moraes ¹, Rossi Allan Silva ², José Aldo Alves Pereira ², Warley Augusto Caldas Carvalho ², Anderson Cleiton José ²

Este trabalho é parte da tese de doutorado da primeira autora.

¹ Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Estado do Amazonas, Tabatinga, Amazonas, Brasil.

² Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brasil.
E-mail de contato: railmoraes@yahoo.com.br

Recebido em: 15/11/2021 – Aprovado em: 15/12/2021 – Publicado em: 30/12/2021
DOI: 10.18677/EnciBio_2021D6

trabalho licenciado sob licença [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

RESUMO

O objetivo foi investigar e obter informações sobre as características germinativas de *Aristida jubata* (Arechav.) Herter. Foram realizados ensaios em viveiro para avaliar a influência da profundidade de semeadura, das condições de luminosidade e do armazenamento no solo. Em laboratório avaliou-se a influência da luz, da temperatura, da intensidade do fogo e da viabilidade das sementes. Os resultados mostraram que a viabilidade das sementes na profundidade de 5 cm reduziu a germinação para 28%. O armazenamento no solo resultou na mortalidade total das sementes após um período de 2 meses. A espécie, sob condições controladas de laboratório, foi indiferente à luminosidade. A germinação foi favorecida a 30°C. A simulação de incêndios verificou a tolerância das sementes, quando em baixa intensidade. O armazenamento das sementes por um ano em temperatura ambiente não afetou a sua viabilidade. Quando armazenadas em ambiente seco, as sementes permanecem viáveis por um ano, período que possibilita seu uso na fase inicial da recuperação de áreas degradadas e nova coleta no ano seguinte.

PALAVRAS-CHAVE: Capim barba-de-bode; diásporos; espécie nativa; gramíneas; restauração ecológica;

ARISTIDA JUBATA: GERMINATIVE CHARACTERISTICS FOR DEGRADED AREAS RECOVERY (RAD)

ABSTRACT

This work aimed to investigate and obtain complementary information about the germinative characteristics of *Aristida jubata* (Arechav.) Herter. Nursery trials were carried out to evaluate the influence of sowing depth, light conditions and soil storage. In the laboratory, the influence of light, temperature, fire intensity and seed viability were evaluated. The results showed that seed viability at a depth of 5 cm reduced germination to 28%. Soil storage resulted in total seed mortality after a period of 2 months. The species, under controlled laboratory conditions, was indifferent to light. Germination was favored at 30°C. Fire simulation verified the tolerance of seeds, when in low intensity. Seed storage for one year at room temperature did not affect its viability. When stored in a dry environment, the seeds

remain viable for one year, a period that allows their use in the initial phase of recovery of degraded areas and new collection in the following year.

KEYWORDS: Grasses; Capim barba-de-bode; diaspores; native species; ecological restoration;

INTRODUÇÃO

Poucas espécies vegetais podem tolerar os solos rasos, ácidos e pobres em nutrientes, assim como ambientes com ampla variação térmica e em altitudes elevadas, tais como os campos de altitude do sul de Minas Gerais. A restauração ecológica de ambientes campestres após distúrbios exige estudos e aplicação de técnicas diferenciadas. Tratam-se de ambientes com elevado grau de endemismo, alta fragilidade ecológica e essenciais na captação de água (SAFFORD, 2007; GARCIA *et al.*, 2014; CONCEIÇÃO, *et al.*, 2015), mas que vêm sofrendo alterações devido as atividades antrópicas, como a pecuária e a mineração que favorecem às invasões por plantas do tipo K-estrategistas, por exemplo o *Melinis minutiflora* P. Beauv (ALVES *et al.*, 2014).

As atividades de recomposição florística de áreas degradadas do complexo campestre abrangem os campos de altitude e os campos rupestres. De acordo com a legislação (Resolução CONAMA 423/2010) a recomposição destas áreas requer o uso de espécies campestres e nativas. Contudo as informações existentes sobre propagação das espécies nativas ainda não permitem seu uso em todos os biomas de forma efetiva (MORAS-FILHO *et al.*, 2017). Para tal, se tem buscado estudar espécies que forneçam rápido recobrimento do solo e alta produção de biomassa (LE STRADIC *et al.*, 2018), assim como a espécie *Aristida jubata* (Arechav.) Herter. Pertencente à família Poaceae, *A. jubata*, possui forma de vida do tipo erva, sendo também conhecida como barba-de-bode devido às suas longas aristas (prolongamento delgado encontrado no ápice das espiguetas).

Conforme observado em campo, a germinação da espécie ocorre de forma rápida e uniforme, contudo mesmo antes do estabelecimento das plântulas suas aristas possibilitam o recobrimento do solo. Apesar dos benefícios sua ampla utilização ocorre sem que haja estudos ecológicos sobre sua reprodução e a sua interação com outras espécies. Essa falta de informações pode levar ao uso indevido da espécie em áreas onde o seu plantio seja ecologicamente inadequado e perigoso, como o ecossistema em questão.

Atividades antrópicas também podem ocasionar mudanças no ambiente alterando as condições de sombreamento, recobrimento no solo, calor, luz, dentre outras. Além desses fatores, em áreas campestres os incêndios são recorrentes podendo atuar como uma força seletiva ou ainda superar a dormência física de algumas sementes (GORGONE-BARBOSA *et al.*, 2016; LIYANAGE; OOI, 2017). Os fatores ambientais estabelecem uma filtragem ecológica determinante desde os primeiros estágios de vida da planta até a sua distribuição quando em estágio adulto (FRAAIJE *et al.*, 2015; MONDONI *et al.*, 2015). Em ambientes com climas sazonais a temperatura e a luz são bons indicadores da época do ano e, portanto, afetam fortemente o tempo de germinação (HU *et al.*, 2014).

Para recuperar ou reduzir os impactos ambientais negativos decorrentes das alterações ou efeitos antrópicos é indispensável, em muitas situações, a recuperação do dano causado (SILVA *et al.*, 2018). Assim, existe a necessidade de conhecer mais detalhes sobre a propagação, a longevidade e o armazenamento de sementes das espécies potencialmente utilizadas nas ações de recuperação de áreas degradadas (RAD).

A capacidade de germinar sob condições de exposição à luminosidade, profundidade de semeadura, incêndios ou armazenamento pode ser importante para o processo de sobrevivência e invasão da espécie (TINOCO-OJANGUREN *et al.*, 2016). Alterar esses fatores na natureza pode levar a uma redução no sucesso da germinação de gramíneas do cerrado e pode comprometer a persistência dessas espécies a longo prazo (KOLB *et al.*, 2016).

Este estudo teve como objetivo investigar o efeito de variáveis ambientais (luminosidade, profundidade de semeadura, incêndios e armazenamento) sobre a germinação de *Aristida jubata* (Arechav.) Herter, espécie cuja observações de campo mostrou-se tolerante a áreas perturbadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo e coleta de sementes

Os diásporos (aqui referidos como sementes) da espécie *Aristida jubata* foram coletados em outubro de 2016 no município de Poços de Caldas, MG, Brasil, nas coordenadas aproximadas de 21°52'38"S e 46°27'48"O. A região está inserida no domínio da Mata Atlântica, classificadas como Florestas Estacionais Semidecíduais Alto-Montanas (IBGE, 2012). A área de coleta está dentro de uma fitofisionomia típica de campo de altitude, assim como os campos do trabalho de Nascimento *et al.* (2016). O local foi objeto de recuperação ecológica, a qual foi iniciada em 2012 após a exploração da bauxita, estas minerações possuem características iguais às áreas de Barros *et al.* (2012) e Guimarães *et al.* (2013). Procedeu-se a coleta manual de sementes maduras quando foi observado o início da dispersão natural. As sementes coletadas foram beneficiadas, secas em sala de secagem (20°C e 60% umidade relativa) e armazenadas em saco de papel no laboratório à temperatura de 25°C (+/-5°C) por até 30 dias (BRASIL, 2009).

Fenologia

Para o estudo fenológico da espécie foram marcados aleatoriamente 10 indivíduos, analisados no período de março de 2015 a fevereiro de 2016, sendo observadas as fenofases: floração, frutificação, dispersão, lançamento de folhas novas e folhas velhas.

A descrição dos padrões fenológicos foi realizada através da análise de distribuição circular para detectar o comportamento sazonal da espécie estudada (ZAR, 1996), utilizando o software Oriana versão 4.0.

Ensaio em condições de campo

Quando tiveram início os testes de germinação, as aristas foram retiradas e procedeu-se aos ensaios nas condições descritas a seguir.

Ensaio I: para testar a viabilidade das sementes enterradas foram selecionadas 1.000 sementes, divididas em cinco bolsas de nylon (15 cm x 10 cm) permeáveis a água (HU *et al.*, 2013). As bolsas foram enterradas em leito de areia na profundidade de 10 cm, posteriormente retirando uma bolsa a cada dois meses. Entretanto devido a deterioração de todas as sementes enterradas nessa profundidade, ainda na primeira análise, foi impossibilitada a sequência.

Ensaio II: testou-se a influência da profundidade de semeadura e a luminosidade. Foram avaliadas duas profundidades (1,0 e 5,0 cm) e dois níveis de luminosidade (100% e 50%). A redução da luminosidade para 50% foi obtida com o uso de tela tipo sombrite. As sementes foram dispostas em bandejas plásticas (9 x 24 x 34 cm) entre areia lavada e previamente esterilizada em estufa a 150°C

por 6 horas, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Em cada tratamento foram utilizadas 6 repetições com 30 sementes cada. As plântulas emergentes, com pelo menos 2 cm de parte aérea foram contabilizadas diariamente, por um período de 40 dias. Os ensaios foram realizados no viveiro da Universidade Federal de Lavras (UFLA) entre os meses de novembro de 2016 a janeiro de 2017. A irrigação foi realizada diariamente com regador. Além da porcentagem final de germinação também foram calculados os índices de velocidade de germinação e tempo médio de germinação (TMG), calculados conforme Labouriau (1983).

Ensaio em condições de laboratório

Ensaio III: foram avaliados os efeitos da luz (presença e ausência) e temperatura (25 e 30°C) na germinação das sementes de *A. jubata*. As sementes foram colocadas para germinar em placas de Petri sobre duas folhas de papel germitest e umedecidas diariamente. Para realizar a germinação em condições de escuro as placas de Petri foram envoltas com papel alumínio (HU *et al.*, 2013). Nesse tratamento a avaliação da germinação foi realizada em sala escura sob luz verde, conforme metodologia estabelecida por Brasil (2009). Além da porcentagem final de germinação também foram calculados os índices de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG), calculados conforme Labouriau (1983).

Ensaio IV: avaliação da viabilidade durante o armazenamento (GROSS, 1990; NASCIMENTO *et al.*, 2016). As sementes após coleta, beneficiamento e secagem foram acondicionadas em sacos de papel e mantidas em local seco à temperatura ambiente (25°C +/- 5) (BRASIL, 2009). Foram realizados testes de germinação aos 0, 3, 6, 8, 10 e 12 meses de armazenamento.

Para estes ensaios cada tratamento foi composto por 8 repetições com 25 sementes cada. Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Sementes Florestais do Departamento de Ciências Florestais (DCF) da UFLA. Utilizou-se como critério de germinação a protrusão da radícula (> 2mm) e a presença de folhas com comprimento maior que duas vezes o comprimento das sementes. As contagens foram realizadas diariamente por até 20 dias.

Tratamentos com choque térmico

Ensaio V: para simular o efeito dos incêndios na viabilidade das sementes foi realizado um ensaio no qual as sementes foram expostas por cinco minutos as temperaturas de 60, 100 e 140°C, simulando um incêndio de superfície de baixa intensidade (60°C), moderada intensidade (100°C) e um incêndio de copas de alta intensidade (140°C), estas temperaturas foram alcançadas em estufa previamente aquecida. Estes tratamentos correspondem ao padrão temporal das temperaturas do solo observados durante os incêndios (TRABAUD, 1979 ; TAV ANO LU *et al.*, 2015). Após a exposição das sementes às diferentes temperaturas em estufa, elas foram colocadas para germinar sobre papel em uma placa de Petri na temperatura de 30°C e com luz contínua. Em cada tratamento foram utilizadas oito repetições com 25 sementes cada. Utilizou-se como critério de germinação a protrusão da radícula (> 2mm) e a presença de folhas com comprimento maior que duas vezes o comprimento das sementes. As contagens foram realizadas diariamente por até 20 dias.

Análise estatística

A exteriorização das sementes no ensaio I não permitiu análise estatística dos dados. Para os ensaios II e III a avaliação estatística deu-se em delineamento inteiramente casualizado, formando fatorial com dois fatores e dois níveis cada. Enquanto nos ensaios IV e V procedeu-se com um delineamento inteiramente casualizado. Os resultados da germinação e emergência, para todos os ensaios, foram expressos em percentagem.

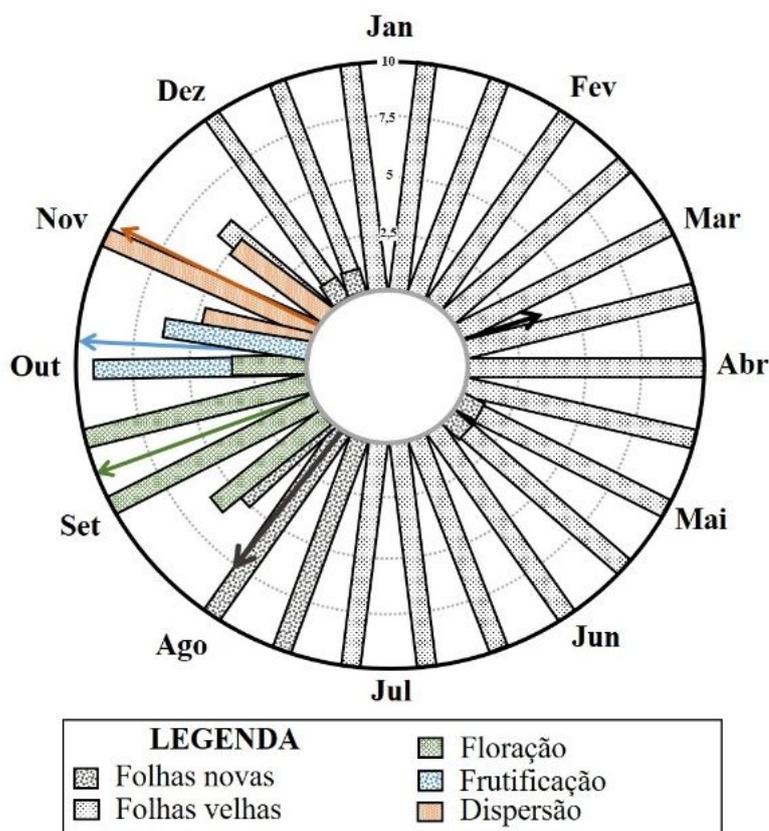
A normalidade dos dados e a homocedasticidade foram testadas usando os testes de Shapiro-Wilk e Bartlett. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo aplicado o teste Tukey a 5% de probabilidade. No caso de hipóteses de testes não paramétricos procedeu-se o GLM. As análises foram realizadas utilizando o Software estatístico R (R CORE TEAM, 2016), pacote Easynova e Agricolae.

RESULTADOS

Análise fenológica

A floração de *A. jubata* é anual com apenas um ciclo de produção de flores durante o ano, com pico em setembro (Figura 1). A predominância de frutificação ocorreu em outubro e a dispersão ocorreu em novembro, coincidindo com o início do período chuvoso. A presença de folhas novas foi observada em períodos próximos às fenofases reprodutivas.

FIGURA 1. Fenologia de *Aristida jubata* (Arechav.) Herter avaliadas no período de março de 2015 a fevereiro de 2016, Lavras, MG, Brasil.



Ensaio em condições de campo

Os resultados não mostraram diferença estatística entre os níveis de sombreamento estudados ($F=0,399$; $P=0,555$) indicando que a exposição à incidência de luz solar direta ou a manutenção das sementes em ambiente protegido (sombrite 50%) não afetou significativamente a emergência das plântulas. Contudo o fator profundidade de semeadura apresentou diferença estatística para o percentual de emergência ($F=64,700$; $P=0,001$), assim como para o IVE ($F=18,763$; $P=0,0003$). Sementes enterradas a 1,0 cm de profundidade tiveram emergência superior aquelas enterradas a 5 cm (Tabela 1), não sendo verificadas diferenças significativas para o IVE e TME (Tabela 1). O armazenamento das sementes no solo foi prejudicial a sua viabilidade, resultando em 100% de mortalidade (Ensaio I).

TABELA 1. Desdobramento dos níveis de luminosidade para cada nível de profundidade de semeadura das sementes de *Aristida jubata* (Arechav.) Herter. Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Luminosidade (%)	Profundidade (cm)	Emergência (%)	IVE*	TME*
50	1	69,5 a	5,2 a	6,4 a
	5	28,9 b	1,8 b	6,4 a
100	1	68,9 a	4,0 a	8,2 a
	5	35,0 b	2,2 b	7,3 a
CV		22,4	12,9	21,0

* Análise de dados em GLM./ Analysis of data in GLM.

Efeito da luz e temperatura na germinação

Verificou-se significância estatística para interação dos fatores luminosidade e temperatura ($F=12,276$; $P=0,0004$). Apesar disso quando avaliado o desdobramento dos níveis de temperatura em cada nível de luminosidade constatou-se que na ausência de luz, as sementes apresentaram alta percentagem de germinação. Na presença de luz e quando exposta a temperatura de 30°C, a percentagem de germinação foi estatisticamente igual às encontradas na ausência de luz (Tabela 2).

Os resultados de IVG e TMG foram similares a percentagem de germinação (Tabela 2), os quais indicam que na presença de luz e temperatura de 25°C as sementes estão mais propícias a deteriorar (28%).

TABELA 2. Desdobramento dos níveis de temperatura para cada nível de luz incidente sob as sementes de *Aristida jubata* (Arechav.) Herter. Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Luminosidade	Temperatura (°C)	Germinação (%)	IVG	TMG *
Luz	25	81,00 a	2,961 a	7,20 a
	30	84,00 a	3,134 a	7,00 a
Escuro	25	54,50 b	0,945 b	19,50 b
	30	75,00 a	2,371 a	8,20 a
CV		10,31	15,520	12,88

* Análise de dados em GLM./ Analysis of data in GLM.

Efeito do fogo

Nos testes com choque térmico a percentagem de germinação a 60°C foi superior ao controle, contudo a exposição das sementes a temperaturas maiores que 100°C reduziu a germinação à zero (F=36,72; P 0,004). O choque térmico à temperatura de 60°C que simulou incêndios de baixa intensidade além de aumentar a germinação, elevou o IVG (F=6,524; P 2,2 e-16) e TMG (F=53,43; P 3,85 e-06) (Tabela 3).

TABELA 3. Germinação (%), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) das sementes de *Aristida jubata* (Arechav.) Herter, após aplicação de choque térmico em diferentes temperaturas por 5 minutos. Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (p<0,05).

Temperatura (°C)	Germinação (%) *	IVG *	TMG *
Controle	75,0 b	2,4 b	8,2 b
60°C	86,5 a	5,2 a	6,1 a
100°C	0,0	0,0	0,0
140°C	0,0	0,0	0,0
CV	14,2	25,5	11,7

* Análise de dados em GLM./ Analysis of data in GLM.

Armazenamento

Em condições de laboratório o armazenamento não alterou a viabilidade das sementes (F=1,5898; P 0,1845) no período de estudo (12 meses). Contudo verificou-se decréscimo numérico no percentual germinativo sendo significativo para o IVG (F=18,045; P 0,001), tais resultados são indicativos que a partir deste período pode haver decréscimo na germinação da espécie (Tabela 4).

TABELA 4. Germinação (%), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) das sementes de *Aristida jubata* (Arechav.) Herter, durante um (01) ano de armazenamento em temperatura ambiente. Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (p<0,05).

Armazenamento (Meses)	Germinação (%)	IVG	TMG
Controle	73,25 a	2,370 bc	8,30 c
3	80,50 a	3,440 a	6,00 a
6	77,50 a	2,740 b	7,30 b
8	78,00 a	2,576 b	7,80 bc
10	78,50 a	2,571 b	7,90 bc
12	71,50 a	1,883 c	8,10 bc
CV	9,81	12,640	8,16

DISCUSSÃO

Influência da profundidade de semeadura na emergência de *Aristida jubata*

As sementes mantidas na superfície do solo têm maior probabilidade de germinar (Tabela 1). Os mecanismos de germinação podem ser ativados a medida que as sementes superficiais são expostas à luz, variações da temperatura e de umidade (BASKIN; BASKIN, 2001; ALBERGUINI; YAMASHITA, 2010; HU *et al.*, 2013). Quando mantidas enterradas, as sementes têm contato com umidade

excessiva o que pode levar a deterioração e mortalidade daquelas que estão armazenadas no solo (Ensaio I). Contudo, tais condições não afetam o tempo médio de emergência da espécie, não apresentando diferença estatística entre as profundidades estudadas (Tabela 1).

A manutenção da espécie no banco de sementes do solo após a dispersão não é viável para o recrutamento de plântulas como foi visto para *Stipa. bungeana* (HU *et al.*, 2013) e para *Ageratina altissima*, as sementes mesmo com dormência reduziram sua viabilidade em cerca de 33-37 meses após seu armazenamento no solo (REDWOOD *et al.*, 2016). Para *Aristida jubata* a estratégia de dispersão é anemocórica tendo mecanismos para dispor a semente na vertical e fincada no solo (observação em campo), assim facilitando a germinação. Além disso, o peso diminuto das sementes, conforme sugerido por Alberguini e Yamashita (2010); Limon e Peco (2016) em estudo com outras espécies, é um indicativo que estas possuem pouca energia para emergência de plântulas em maiores profundidades.

Espécies com sementes de alta viabilidade facilitam a restauração pois proporcionam rápida cobertura vegetal (LIMON; PECO, 2016). Contudo podem apresentar baixa persistência das sementes no solo, sendo esperada a ausência da espécie em bancos de sementes. Deste modo para que a espécie componha a vegetação em regeneração é indicada a sua coleta e o plantio das sementes. Os resultados deste trabalho indicam que a semeadura em profundidade superior a 1 cm pode causar a redução na taxa de germinação da espécie. Neste caso é possível inferir que acaso seja necessário o controle da espécie, a semeadura das sementes em profundidade superior a 1 cm é uma estratégia a ser estudada.

Condições de luminosidade para a germinação e emergência da espécie *Aristida jubata*

A espécie apresentou comportamento não-fotoblástico, significando que houve emergência indiferente das condições de luminosidade. Para a emergência da espécie em condição de campo verificou-se que a incidência de luz entre 50 e 100% não afetou a germinação (Tabela 1). Nos ambientes abertos é comum a geminação quando as sementes de algumas espécies são colocadas na presença de luz (IKEDA *et al.*, 2008), mesmo sendo uma espécie pioneira e campestre a *A. jubata* mostrou-se indiferente a luminosidade, El-Keblawy (2017) explica que os mecanismos e as causas da germinação em ecossistemas campestres ainda não são claros. A espécie apresenta mecanismos evolutivos que permitem a germinação em condições de baixa incidência de luz. A tolerância ao sombreamento também é descrita por Dias *et al.* (2016), para a espécie nativa *Megathyrsus maximus* (capim-colonião).

É importante ressaltar a possibilidade de germinação da espécie na ausência de luz, como no banco de sementes, por exemplo, reforçando a recomendação supracitada da coleta e plantio de sementes. Assim como para Bittencourt *et al.* (2017) pesquisando *Eragrostis plana*, os autores afirmaram que a germinação no escuro é uma característica importante porque aumenta a invasividade da espécie. Mesmo que menor, a espécie apresenta a capacidade de colonizar ambiente aberto, visto em fases iniciais para áreas de restauração ecológica onde as áreas com poucos anos de restauração são difíceis de se obter sombreamentos elevados acima de 80% (DIAS *et al.*, 2016).

Com o aumento da irradiação tem-se também o aumento da temperatura na superfície do solo (EL-KEBLAWY, 2017). Os resultados indicam que a espécie responde diferentemente a temperatura. O tratamento com temperatura de 30°C

possibilitou maior percentagem de germinação (Tabela 2). A capacidade dessas espécies de germinar a temperatura de 30°C indica que a germinação pode ocorrer durante o verão, nesta região caracterizado por chuva frequente e temperatura elevada.

Tolerância a incêndios

A prática do uso do fogo seja intencional ou de origem natural pode influenciar positivamente as trajetórias de recuperação populacional de espécies nativas (TROWBRIDGE *et al.*, 2017). Para a espécie *Aristida jubata* a temperatura com maior percentagem de germinação está em torno de 30°C, sendo esta uma temperatura elevada comparada a outras espécies campestres (MORAES *et al.*, 2017). A espécie mostrou-se tolerante quando colocada em condições simulando incêndios de baixa intensidade com percentagem de germinação superiores ao controle, corroborando com estudo de Moro *et al.* (2018) que destacam a ocorrência da espécie em pastagens nativas, nunca usadas para agricultura, mas recentemente queimadas. Contudo não houve germinação quando a temperatura utilizada para a simulação de incêndios foi de média e alta intensidade, sendo que estes eventos são recorrentes em ambientes campestres.

Os resultados corroboram com estudos que classificam as espécies campestres como não-dormentes e que não apresentam tolerância ao aquecimento em incêndios com alta intensidade (RAMOS *et al.*, 2016; LE STRADIC *et al.*, 2018). Ramos *et al.* (2016) verificaram que algumas sementes sem dormência sobreviveram ao choque térmico na temperatura de tratamento inferior (80°C) mas não as altas temperaturas (110°C). Liyanage e Ooi (2017) explicam que a resposta ao fogo é essencial para a persistência da população, contudo os limiares de temperatura variam inter-especificamente.

Armazenamento

As sementes da espécie em estudo, *Aristida jubata*, armazenadas em condições de laboratório mantiveram a viabilidade durante o período de estudo (12 meses). Esta é uma característica encontrada em algumas espécies típicas de campo rupestre que mantêm sua viabilidade por mais de 1 ano (CHEIB; GARCIA 2012; GARCIA *et al.*, 2014). Os resultados corroboram com outros estudos que encontraram sementes de gramíneas viáveis com 6 meses de armazenamento (KOLB *et al.*, 2016) e até mesmo após um ano, compondo um banco de sementes no solo (MORAES *et al.*, 2017).

Para aumentar a longevidade das sementes, as gramíneas dos cerrados ajustaram evolutivamente sua dispersão com o final da estação chuvosa (CARMONA *et al.*, 1999; MUNHOZ; FELFILI, 2005; TANNUS *et al.*, 2006), mantendo-se vivas durante a estação seca para promover a germinação na próxima estação chuvosa favorável (KOLB *et al.*, 2016). Contudo, a espécie *A. jubata* adota estratégia diferenciada pois, dispersa no início da estação chuvosa, sendo indicativo de baixa longevidade no solo, porém com sua germinação rápida e desenvolvimento das plântulas deverá ocorrer antes do início da estação seca.

A semeadura na profundidade de 5 cm reduziu a germinação e resultou na mortalidade das sementes. Diferentemente do observado em estudos realizados por Garcia *et al.* (2014) em sementes de espécies campestres de *Comanthera bisulcata*, *Syngonanthus anthemidiflorus* e *S. verticillatus*, as quais mostraram que quando enterradas em maiores profundidades, elas adquirem dormência

secundária mantendo-se viáveis por mais de um ano enterradas no banco de sementes.

A alta taxa de mortalidade no armazenamento no solo apresentado pela espécie *Aristida jubata* pode ser uma explicação para a sua ausência nos bancos de sementes (MORAES *et al.*, 2017). Este resultado confirma a necessidade de coleta e plantio ou coleta e armazenamento da espécie em projetos de RAD, tendo em vista que não há formação de um banco de sementes persistente.

A manutenção da viabilidade por pelo menos um ano de armazenamento também é favorável para o uso da espécie em projetos de RAD. Tendo em vista que a dispersão das sementes dessa espécie é anual (no mês de novembro) e que a realização das atividades de mineração ocorre durante o ano todo (BARROS *et al.*, 2012; GUIMARÃES *et al.*, 2013), as espécies usadas para a recuperação necessitam ser coletas e armazenadas para o plantio após o encerramento das atividades.

CONCLUSÕES

As sementes de *Aristida jubata* (Arechav.) Herter não se mantiveram viáveis no solo por período superior a dois meses, em laboratório se mantiveram viáveis por 12 meses. A germinação foi favorecida a temperatura de 30°C. A espécie apresentou comportamento fotoblástico neutro. A profundidade de semeadura afeta a germinação negativamente quando as sementes são enterradas em profundidade maior que 5 cm, neste caso apresentando baixa germinação e com alta mortalidade durante o período estudado. Quando existe ocorrência de incêndios tem-se tolerância das sementes para as ocorrências de baixa intensidade. Os dados do trabalho poderão subsidiar o planejamento de projetos de recuperação de áreas degradadas (RAD), principalmente aqueles focados nestas áreas campestres e que necessitam de recobrimento rápido do solo.

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA); a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); ao Instituto Federal do Amazonas (IFAM); e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM).

REFERÊNCIAS

- ALBERGUINI, A.L.; YAMASHITA, O.M. Profundidade de Semeadura e Presença de Palha Afetam a Emergência de Plântulas de *Vernonia Ferruginea*. **Plantas Daninha**, v. 28, p. 1005–13, 2010. DOI: 10.1590/S0100-83582010000500008
- ALVES, R.J.V.; SILVA, N.G.; OLIVEIRA, J.A.; MEDEIROS, D. Circumscribing campo rupestre megadiverse brazilian rocky montane savannas. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, p. 355–362, 2014 DOI: 10.1590/1519-6984.23212
- BARROS, D.A.; GUIMARÃES, J.C.C.; PEREIRA, J.A.A.; BORGES, L.A.C.; SILVA, R.A.; PEREIRA, A.A.S. Characterization of the bauxite mining of the Poços de Caldas alkaline massif and its socio-environmental impacts. **REM. Revista Escola de Minas**, v. 65, n. 1, p. 127-133, 2012. DOI.: 10.1590/s0370-44672012000100018

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. Chapter 7 - Germination Ecology of Seeds in the Persistent Seed Bank. **Seeds**, v. 3, p. 133–79, 2001. DOI: 10.1016/B978-012080260-9/50007-5

BITTENCOURT, H.V.H.; BONOME, L.T.S.; TREZZI, M.M.; VIDAL, R.A.; LANA, M.A. Seed Germination Ecology of *Eragrostis Plana*, an Invasive Weed of South American Pasture Lands. **South African Journal of Botany**, v. 109, p. 246–52, 2017. DOI: 10.1016/j.sajb.2017.01.009

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.

CARMONA, R.; MARTINS, C.R.; FÁVERO, A.P. Características de sementes de gramíneas nativas do cerrado. **Pesquisa Agropecuária**, v. 34, p. 1067-1074, 1999. DOI: 10.1590/S0100-204X1999000600019

CHEIB, A.L., GARCIA, Q.S. Longevity and germination ecology of seeds of endemic Cactaceae species from high-altitude sites in south-eastern Brazil. **Seed Science Research**, v. 22, p. 45–53, 2012. DOI: 10.1017/S0960258511000298

CONCEIÇÃO, A.A.; CRISTO, F.H.; SANTOS, A.A.; SANTOS, J.B.; FREITAS, E.L.; BORGES, B.P.S.; MACÊDO, L.S.S.R.; OLIVEIRA, R.C.S. Vegetação Endêmica e Espécie Invasora Em Campos Rupestres de Áreas Garimpadas. **Rodriguésia**, v. 66, n. 3, p. 675–83, 2015. DOI: 10.1590/2175-7860201566302

DIAS, J.; SURIAN, T.; MANTOANI, M.C.; PEREIRA, L.C.; TOREZAN, J.M.D. Crescimento de *Megathyrsus Maximus* (Capim-Colonião) E Duas Espécies Nativas Arbóreas Em Diferentes Condições Ambientais. **Floresta**, v. 46, n. 3, p. 325–33, 2016. DOI: 10.5380/ufv.v46i3.39682

EL-KEBLAWY, A. Light and Temperature Requirements during Germination of Potential Perennial Grasses for Rehabilitation of Degraded Sandy Arabian Deserts. **Land Degradation and Development**, v. 28, p.1687–1695, 2017. DOI: 10.1002/ldr.2700

FRAAIJE, R.G.A.; TER BRAAK, C.J.F.; VERDUYN, B.; VERHOEVEN, J.T.A.; SOONS, M.B. Dispersal versus environmental filtering in a dynamic system: drivers of vegetation patterns and diversity along stream riparian gradients. **Journal of ecology**, v. 103, n. 6, p. 1634–1646, 2015. DOI: 10.1111/1365-2745.12460

GARCIA, Q.S.; OLIVEIRA, P.G.; DUARTE, D.M. Seasonal Changes in Germination and Dormancy of Buried Seeds of Endemic Brazilian Eriocaulaceae. **Seed Science Research**, v. 24, p. 113–17, 2014. DOI: 10.1017/S0960258514000038

GORGONE-BARBOSA, E.; PIVELLO, V.R.; BAEZA, M.J.; FIDELIS, A. Disturbance as a Factor in Breaking Dormancy and Enhancing Invasiveness of African Grasses in a Neotropical Savanna. **Acta Botanica Brasílica**, v. 30, n. 1, p. 131–37, 2016. DOI: 10.1590/0102-33062015abb0317

GROSS, K.L. Comparison of methods for estimating seed numbers in the soil. **Journal of Ecology**, v. 78, n. 4, p. 1079-1093, 1990. DOI: 10.2307/2260953

GUIMARAES, J.C.C.; BARROS, D.A.; PEREIRA, J.A.A.; SILVA, R.A.; OLIVEIRA, A.D. BORGES, L.A.C. Cost analysis and ecological benefits of environmental recovery methodologies in bauxite mining. **CERNE**, v. 19, n. 1, p. 9-17, 2013. DOI: 10.1590/S0104-77602013000100002

HU, X.W.; WU, Y.P.; DING, X.Y.; ZHANG, R.; WANG, Y.R.; BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C. Seed Dormancy, Seedling Establishment and Dynamics of the Soil Seed Bank of *Stipa bungeana* (Poaceae) on the Loess Plateau of Northwestern China. **PLoS ONE**, v. 9, n. 11, p. e112579, 2014. DOI: 10.1371/journal.pone.0112579

HU, X.W.; ZHOU, Z.Q.; LI, T.S.; WU, Y.P.; WANG, Y.R. Environmental Factors Controlling Seed Germination and Seedling Recruitment of *Stipa Bungeana* on the Loess Plateau of Northwestern China. **Ecological Research**, v. 28, p. 801–9, 2013. DOI: 10.1007/s11284-013-1063-8

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos**. IBGE, Rio de Janeiro; 2012 p. 275.

IKEDA, F.S.; CARMONA, R.; MITJA, D.; GUIMARÃES, R.M. Luz e KNO₃ na germinação de sementes de *Ageratum conyzoides* L. sob temperaturas constantes e alternadas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, p. 193–99, 2008. DOI: 10.1590/S0101-31222008000200024

KOLB, R.M.; NATASHI, A.L.P.; DURIGAN, G. Factors Influencing Seed Germination in Cerrado Grasses. **Acta Botanica Brasilica**, v. 30, n. 1, p. 87–92, 2016. DOI: 10.1590/0102-33062015abb0199

LABOURIAU, L.G. **A Germinação das Sementes**. Washington D.C, Secretaria Geral da Organização dos Estados. 1983.173p.

LE STRADIC, S.; HERNANDEZ, P.; FERNANDES, G.W.; BUISSON, E. Regeneration after fire in campo rupestre: Short-and long-term vegetation dynamics. **Flora**, v. 238, p. 191–200, 2018. DOI: 10.1016/j.flora.2016.12.001

LIMON, A.; PECO, B. Germination and Emergence of Annual Species and Burial Depth: Implications for Restoration Ecology. **Acta Oecologica**, v. 71, p. 8–13, 2016. DOI: 10.1016/j.actao.2016.01.001

LIYANAGE, G.S.; OOI, M.K.J. Do dormancy-breaking temperature thresholds change as seeds age in the soil seed bank? **Seed Science Research**, v. 27, n. 1, p. 1–11, 2017. DOI: 10.1017/s0960258516000271

MONDONI, A.; PEDRINI, S.; BERNAREGGI, G.; ROSSI, G.; ABELI, T.; PROBERT, R.J.; ORSENIGO, S. Climate warming could increase recruitment success in glacier

foreland plants. **Annals of Botany**, v. 116, n. 6, p. 907–916, 2015. DOI: 10.1093/aob/mcv101

MORAES, R.P.; CARVALHO, W.A.C.; PEREIRA, J.A.A.; NASCIMENTO, G.O.; BARROS, D.A. Effect of Topsoil Stockpiling on the Viability of Seed Bank in Field Phytophysiological Campos De Altitude. **CERNE**, v. 23, n. 3, p. 339–47, 2017. DOI: 10.1590/01047760201723032340

MORAS-FILHO, L.O.; MORAES, R.P.; BARROS, D.A.; PEREIRA, J.A.A.; BORGES, L.A.C. Legal Guidelines for Campos de Altitude Restoration. **Journal of Sustainable Forestry**, v. 36, n. 3, p. 304-307, 2017. DOI: 10.1080/10549811.2017.1297241

MORO, R.S.; DALAZOANA, K.; NOVOCHADLO, T.H. Spontaneous recovery and the structure of plant community after agriculture use and fire in grasslands in the Vila Velha state park, South Brazil. **Biodiversity International Journal**, v. 2, n. 2, p. 223–228, 2018. DOI: 10.15406/bij.2018.02.00063

MUNHOZ, C.B.R.; FELFILI, J.M. Fenologia do estrato herbáceo-subarbusivo de uma comunidade campo sujo na Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 19, p. 979-988, 2005. DOI: 10.1590/S0102-33062005000400031

NASCIMENTO, G.O.; PEREIRA, J.A.A.; BARROS, D.A.; SILVA, R.A.; JOSÉ, A.C.; FERREIRA, J.B.; OLIVEIRA, S.S. Propagule emergence in topsoil from a high-altitude field and implications for bauxite mining area restoration. **International Journal of Biodiversity and Conservation**, v. 8, n. 11, p. 310-319, 2016. DOI: 10.5897/IJBC2016.1031

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2016. Disponível em: <https://www.R-project.org/>

RAMOS, D.; LIAFFA, A.B.S.; DINIZ, P.; MUNHOZ, C.B.R.; OOI, M.K.J.; BORGHETTI, F.; VALLS, J.F.M. Seed Tolerance to Heating Is Better Predicted by Seed Dormancy than by Habitat Type in Neotropical Savanna Grasses. **International Journal of Wildland Fire**, v. 25, p. 1273–1280, 2016. DOI: 10.1071/WF16085

REDWOOD, M.E.; MATLACK, G.R.; HUEBNER, C.D. Seed Longevity and Dormancy State in a Disturbance-Dependent Forest Herb, *Ageratina Altissima*. **Seed Science Research**, v. 26, p. 148–152, 2016. DOI: 10.1017/S0960258516000052

SAFFORD, H.D. Brazilian Páramos IV. Phytogeography of the Campos de Altitude. **Journal of Biogeography**, v. 34, n. 10, p. 1701–22, 2007. DOI: 10.1111/j.1365-2699.2007.01732.x

SILVA, R.A.; PEREIRA, J.A.A.; BUENO, I.T.; BORGES, L.A.C.; ACERBI-JR., F.W. The landscape of Ouro Preto (MG, Brazil) through analysis of anthropic activities in

relation to the environmental conservation. **Floresta**, v. 48, n. 3, p. 343-354, 2018. DOI: 10.5380/ufv.v48i3.54165

TANNUS, J.L.S.; ASSIS, M.A.; MORELLATO, L.P.C. Fenologia reprodutiva em campo sujo e campo úmido numa área de Cerrado no sudeste do Brasil, Itirapina – SP. **Biota Neotropica**, v. 6, p. 1-23, 2006. DOI: 10.1590/S1676-06032006000300008

TAV ANO LU, Ç.; ÇATAV, .S.; ÖZÜDO RU, B. Fire-Related Germination and Early Seedling Growth in 21 Herbaceous Species in Central Anatolian Steppe. **Journal of Arid Environments**, v. 122, p. 109–16, 2015. DOI: 10.1016/j.jaridenv.2015.06.017

TINOCO-OJANGUREN, C.; REYES-ORTEGA, I.; SÁNCHEZ-CORONADO, M.E.; MOLINA-FREANER, F.; OROZCO-SEGOVIA, A. Germination of an invasive *Cenchrus ciliaris* L. (buffel grass) population of the Sonoran Desert under various environmental conditions. **South African Journal of Botany**, v. 104, p. 112-117, 2016. DOI: 10.1016/j.sajb.2015.10.009

TRABAUD, L. Etude du comportement du feu dans la Garrigue de Chêne kermes à partir des températures et des vitesses de propagation. **Annals of Forest Science**, v. 36, p. 13-38, 1979. DOI: 10.1051/forest/19790102

TROWBRIDGE, C.C.; STANLEY, A.; KAYE, TN.; DUNWIDDIE, P.W.; WILLIAMS, J.L. Long-Term Effects of Prairie Restoration on Plant Community Structure and Native Population Dynamics. **Restoration Ecology**, v. 25, n. 4, p. 559–68, 2017. DOI: 10.1111/rec.12468

ZAR, J.H. **Bioestatistical analysis**. Prentice-Hall, New Jersey. 1996.662p.