



Núcleo de Meio Ambiente
 Universidade Federal do Pará
 Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá
 Belém, Pará, Brasil
<https://periodicos.ufpa.br/index.php/agroecossistemas>

Wellerson Juliano Eleutério
 CSN Mineração
 eleuterio21@gmail.com

Gustavo Augusto Lacorte
 Instituto Federal de Educação, Ciência e
 Tecnologia de Minas Gerais
 gustavo.lacorte@ifmg.edu.br

Ludimilla Portela Zambaldi Lima Suzuki
 Instituto Federal de Educação, Ciência e
 Tecnologia de Minas Gerais
 ludimilla.zambaldi@ifmg.edu.br

Neimar Freitas Duarte
 Instituto Federal de Educação, Ciência e
 Tecnologia de Minas Gerais
 neimar@ifmg.edu.br

Recebido em: 2022-07-06
 Avaliado em: 2022-11-07
 Aceito em: 2023-07-06

ANALISE DE INVASÃO BIOLÓGICA E USO DE DIFERENTES METODOS DE CONTROLE DE *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit

RESUMO: Invasões biológicas têm recebido cada vez mais atenção de pesquisadores em todo o mundo e têm se tornado cada vez mais evidente a necessidade de medidas de prevenção. A leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) é uma espécie arbustivo arbórea que se encontra na lista das 100 espécies invasoras mais agressivas do planeta. O objetivo deste trabalho foi estudar a invasão biológica e controle da leucena no município de Arcos/MG no Brasil. Para a realização da avaliação da ocupação do solo ocorridas pela Leucena dos anos de 2005 a 2017, foram utilizadas imagens dos satélites Landsat 7 e 8. Para cada ano avaliado foram gerados mapas temáticos de ocupação do solo da área de expansão da espécie exótica, a fim de quantificar a área total invadida, para a melhor visualização das áreas ocupadas e das diferentes classes de vegetação nas imagens Landsat, foram gerados mapas com o uso do NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). A média de expansão anual da leucena na área foi de 0,112 ha/ano. O controle da espécie foi avaliado utilizando delineamento experimental com oito tratamentos e três repetições em blocos casualizados, sendo os seguintes tratamentos: picloran+2,4D (288 +1.080 g ha⁻¹), triclopir-butotílico (5 L p.c.ha⁻¹), glifosato (2,40 kg i.a.ha⁻¹), isolados e os mesmos aplicado posteriormente no toco, após corte raso. O melhor controle se deu através da realização de corte raso e aplicação de picloram + 2,4D sobre os tocos, atingindo média de 80% de controle da espécie em 360 dias após o tratamento (DAT).

PALAVRAS-CHAVE: Espécies invasoras, Herbicida, Leucena.

ANALYSIS OF BIOLOGICAL INVASION AND USE OF DIFFERENT METHODS FOR THE CONTROL OF *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit

ABSTRACT: Biological invasions have received increasing attention from researchers worldwide and the need for preventive measures. Leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) is a tree species on the list of the 100 most aggressively invasive species on the planet. The objective of this work was to study the biological invasion and control of Leucena in the municipality of Arcos / MG, Brazil. To carry out the land occupation assessment by Leucena from 2005 to 2017, images from the Landsat 5 satellites were used. To quantify the total area invaded to visualize better the occupied areas and the different classes of vegetation in the Landsat images, maps were generated using the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). The average annual expansion of leucena in the area was 0.112 ha / year. The experimental design to study the control of the species used eight treatments and three replications in randomized blocks, using the herbicides picloran + 2,4D (288 +1.080 g.ha⁻¹), triclopyr-butotyl (5 L pc .ha⁻¹), glyphosate (2.40 kg ia.ha⁻¹), isolated and the same applied later on the stump, after the shallow cut. The best control was given by shallow cutting and applying picloram + 2,4D on the stumps, reaching an average of 80% control in 360 days after treatment (DAT).

KEYWORDS: Herbicide, Invasive species, Leucena.

ANÁLISIS DE INVASIÓN BIOLÓGICA Y USO DE DISTINTOS MÉTODOS PARA EL CONTROL DE *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit

RESUMEN: Las invasiones biológicas han recibido una atención cada vez mayor por parte de investigadores de todo el mundo y la necesidad de medidas de prevención se ha vuelto cada vez más evidente. La leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) es una especie de arbusto arbóreo que se encuentra en la lista de las 100 especies invasoras más agresivas del planeta. El objetivo de este trabajo fue estudiar la invasión y control biológico de Leucena en el municipio de Arcos/MG en Brasil. Para realizar la evaluación de la ocupación del suelo por parte de Leucena del 2005 al 2017 se utilizaron imágenes de los satélites Landsat 7 y 8. Con el fin de cuantificar el área total invadida, para una mejor visualización de las áreas ocupadas y las diferentes clases de vegetación en las imágenes Landsat, los mapas se generaron utilizando el NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). La expansión anual promedio de leucaena en el área fue de 0.112 ha/año. El control de la especie se evaluó mediante un diseño experimental con ocho tratamientos y tres repeticiones en bloques al azar, con los siguientes tratamientos: picloran+2,4D (288 +1,080 g ha⁻¹), triclopir-butil (5 L p.c.ha⁻¹), glifosato (2,40 kg a.i.ha⁻¹), aislado y aplicado posteriormente al tocón, después de la tala rasa. El mejor control se logró mediante el desbroce y la aplicación de picloram + 2.4D en los tocones, alcanzándose un promedio del 80% de control de la especie a los 360 días después del tratamiento (DDT).

PALABRAS CLAVES: Especies invasoras, Herbicida, Leucena.

INTRODUÇÃO

No Brasil cerca de 40% das introduções de espécies exóticas invasoras são devidas ao uso ornamental de plantas e a criação de animais de estimação, sendo que a atenção dos pesquisadores e gestores ambientais para estas espécies é relativamente recente considerando o grande número de invasoras já estabelecidas no território nacional desde o início do processo de colonização europeia no século XVI (LEÃO et al., 2011; SAMPAIO; SCHMIDT, 2013).

A leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) é uma espécie arbustivo arbórea originária do México e América Central que foi plantada em muitos países tropicais, incluindo o sudoeste da Ásia, na África e América do Sul como fonte de sombreamento para outras culturas comerciais, entre corredores de plantios (quebra vento ou cinturão verde) e para produção de madeira. Porém características como o rápido crescimento, produção de sementes em grandes quantidades, capacidade de reprodução sexual e assexuadamente (rebrotas sucessivas após o corte), sucessão pioneira e tolerância a ambientes diversos, fazem com que a espécie seja considerada invasora em diversas partes do mundo (OKIGBO, 1984; NOBLE, 1989; BLOSSEY; NÖTZOLD, 1995).

Esta espécie pode atingir três metros de altura no primeiro ano e com grande capacidade de regeneração. O grande destaque da espécie recai sobre sua multiplicidade de usos: como madeireira forrageira e como planta melhoradora dos solos, especialmente quando consorciada com outras culturas (DRUMOND, 1992).

A espécie foi utilizada em diversos países para produção de madeira, recomposição vegetal, adubação verde e sombreamento em pastagem. Teve seu cultivo fortemente promovido por organizações internacionais devido à sua utilidade como fonte de forragem e lenha, denominada árvore milagrosa nos primeiros anos do seu cultivo global (GISP, 2005). No Brasil também foi utilizado para a recomposição florestal do Refúgio Biológico de Santa Helena (RBSH), localizado no Sul do Brasil, oeste do Estado do Paraná (1990). Em Tarumã (SP) no início da década de 1980, foi

realizado um plantio de leucenas em uma área de afloramento rochoso através de semeadura direta, em área distante 200 m de zona ripária e de fragmento florestal.

A leucena se estabeleceu em mais de 120 países tropicais, subtropicais e de temperaturas quentes em todo o mundo após introduções deliberadas para sistemas agroflorestais e outros fins. Uma vez estabelecida, a leucena é de difícil controle e erradicação, pois rebrota vigorosamente após o corte. Para erradicação, os tocos cortados precisam ser tratados com diesel ou outros produtos químicos, e mesmo assim o banco de sementes do solo pode permanecer viável por pelo menos 10-20 anos após a dispersão das sementes (OLCKERS, 2011; HUGHES, 2010).

Embora existam poucas informações sobre o controle específico de leucenas, várias técnicas mecânicas e químicas desenvolvidas para outras invasoras lenhosas podem ser relevantes. Caso se mostre viável, o controle mecânico pode se tornar uma opção apropriada para o tratamento de densas infestações de leucenas usando equipamentos como escavadeiras com acessórios de lâmina, arados com lâminas, ou tratores e máquinas equipados com equipamentos destrutivos (VITELLIE PITT, 2006; FOLKERS, 2010).

O controle de mudas e rebrotas pode ser realizado com herbicidas aplicados usando algumas técnicas diferentes. No entanto, diferentemente das outras espécies daninhas lenhosas, o controle com herbicidas em as leucenas tem maior eficiência somente no controle de plantas mais jovens, preferencialmente por pulverização foliar (CAMPBELL et al., 2019).

Dado o panorama de grande potencial invasor aliado às dificuldades no controle da invasão após o estabelecimento da espécie, o presente trabalho avaliou as características da invasão por Leucena em uma área degradada por atividades minerárias e testou diferentes formas para o seu controle.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

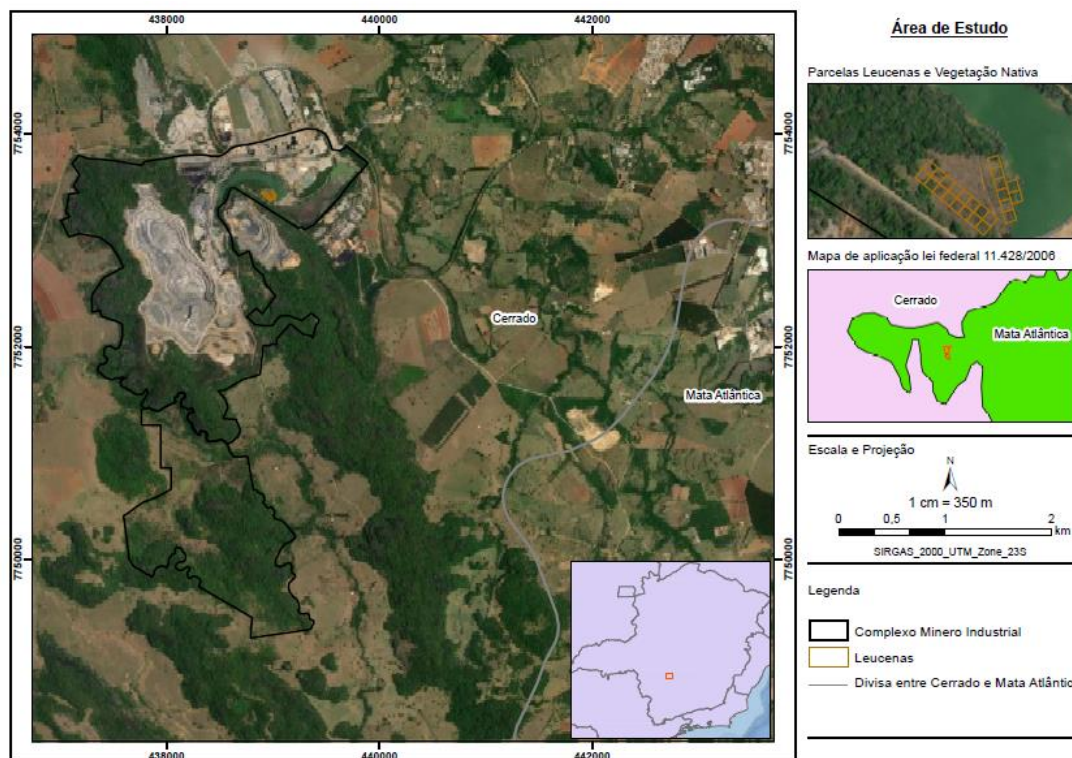
O estudo foi realizado em um complexo minero industrial localizado no município de Arcos/MG, Brasil, coordenadas geográficas 20° 18' 58,63" S, 45° 35' 4,39" W e altitude de 710 m, onde existem maciços de leucena em áreas destinadas a conservação ambiental – Reserva do Particular do Patrimônio Natural – RPPN. De acordo com os responsáveis pelo empreendimento, mudas de leucenas foram plantadas na década de 1980 com objetivo de recuperação da área degradada por atividades minerárias, tendo aproximadamente 6,70 hectares, porém a espécie foi se propagando em áreas abertas e degradadas, se tornando uma espécie invasora, a área foi sempre foi da mesma empresa, que nunca houve plantio de outras espécies, essa mesma área foi utilizada como parcela para os diferentes de manejo.

A área de estudo está localizada em região de transição dos Biomas Cerrado e Mata Atlântica no Brasil. Esta área está integralmente inserida nos limites do bioma Cerrado conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. No entanto, quando avaliados os limites de aplicação da Lei Federal Lei Federal nº 11.428, de 22 de setembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, regulamentada pelo Decreto Federal nº 6.660, de 21 de novembro de 2008, o local encontra-se nos limites da Mata Atlântica (IBGE, 2019) (Figura 1).

O clima regional é caracterizado pela sazonalidade, com chuvas no verão e inverno seco sendo classificado como um clima subtropical úmido do tipo Cwa de Koppen. No município de Arcos, a temperatura média é 20,7 °C. Os meses mais quentes do ano são janeiro a março com uma temperatura média de 23,4 °C, enquanto junho e julho são os meses com menor temperatura média, compreendendo 16,4 °C.

Segundo estudos de Meguro et al. (2007), a área apresenta características de pluviosidade anual entre 1.000 e 1.500 mm. O trimestre de dezembro a fevereiro, além de mais chuvoso, é o de maior excedente hídrico e o de escoamento superficial mais ativo.

Figura 1. Área de estudo com destaque para a proximidade com divisa de Biomas Cerrado e Mata Atlântica e o mapa de aplicação da lei federal nº 11.428/2006.



Fonte: Elaborado pelos autores (ano).

A região possui período chuvoso bem definido, entre os meses de novembro a janeiro, e estação seca pronunciada entre maio e agosto. No ano de 2019, período em que foi realizado o controle de leucenas mediante corte e aplicação de herbicidas, o acumulado da precipitação total foi de 1263 mm (INPE, 2020 – dados estação A565 Bambuí/MG). O solo da área em estudo é um solo alcalino, que apresentava características de alta fertilidade.

AVALIAÇÃO ESPACIAL DA DISTRIBUIÇÃO DA ESPÉCIE INVASORA

Para a realização da avaliação da ocupação do solo ocorridas pela Leucena e sua expansão entre os anos de 2005 e 2017, foram utilizadas imagens dos satélites Landsat 7, equipado com sensor ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper*) e Landsat 8, equipado com um sensor ótico, o OLI (*Operational Land Imager*) e o sensor infravermelho

termal, o TIRS (*Thermal Infra Red Sensor*). Os sensores foram escolhidos por apresentarem bandas que cobrem as principais feições da curva espectral dos vegetais, com cenas suficientemente abrangentes, além de possuírem qualidade radiométrica adequada ao estudo e serem economicamente viáveis.

Neste estudo foram utilizadas imagens com resolução de 30 m para o satélite Landsat 7 ETM+ e de 30m (15m) para o satélite Landsat 8 OLI+TRS, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Bandas, Resolução espectral e datas de passagem das imagens multitemporais do landsat-7 ETM e landsat 8 Olli+trs da área de estudo.

bandas	Resolução espectral (μm)	Datas de passagem
3	0,63 - 0,69	09 de julho de 2005
4	0,76 - 0,90	07 de julho de 2010
5	1,55 - 1,75	07 de julho de 2010
4	0,64 - 0,67	03 de agosto de 2014

Fonte: Elaborado pelos autores (ano).

Para cada ano avaliado foram gerados mapas temáticos de uso e ocupação do solo da área de expansão da espécie exótica, a fim de quantificar a área total invadida. Todo o processamento de imagens foi realizado utilizando-se o aplicativo ESRI ArcGIS Desktop versão 10.4 e as imagens obtidas através do software Earth Observing System (EOS). A classificação supervisionada das imagens foi realizada com o intuito de diferenciar as áreas cobertas pela leucena dos demais tipos de cobertura do solo.

O método utilizado para esta classificação foi o da distância mínima que atribui cada pixel desconhecido à classe cuja média é mais próxima a ele. Para a melhor visualização das áreas ocupadas e das diferentes classes de vegetação nas imagens Landsat, foram gerados mapas com o uso do NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). O NDVI é calculado pela diferença entre as bandas do Infravermelho próximo e do Vermelho, normalizada pela soma das mesmas bandas. O modelo utilizado foi proposto por Rouse et al. (1973).

AVALIAÇÃO DO MANEJO PARA CONTROLE DA ESPÉCIE INVASORA

Na mesma área que foi introduzida a leucena na década de 80, desenvolveu a pesquisa de manejo da espécie, utilizou o delineamento experimental de blocos casualizados com oito tratamentos e três repetições. As unidades experimentais foram constituídas em parcelas experimentais de 15 m de largura por 15 m de comprimento (225 m²) totalizando 1,40 hectares, cada parcela continha no mínimo 10 plantas de leucena.

Os tratamentos testados foram constituídos pelos herbicidas isolados e por corte raso nas plantas, aplicados nas modalidades de pós-emergência. A aplicação foi realizada com o uso de bomba costal nos troncos e nos tocos, logo após a execução do corte raso das árvores de leucena, conforme cada um dos tratamentos propostos: 1 – Testemunha, 2- picloran+2,4D (288 +1.080 g.ha-1) diretamente sobre o tronco das árvores, 3 - Triclopir-butotílico diretamente sobre o tronco das árvores (5 L p.c.ha-1), 4 –Glifosato diretamente sobre o tronco das árvores (2,40 kg i.a..ha-1), 5 – Corte raso sem destoca das árvores, 6 – Corte raso sem destoca das árvores e aplicação de picloran sobre os tocos (4%), 7 – Corte raso sem destoca das árvores e aplicação de Triclopir-butotílico sobre os tocos (5 L p.c./ha) e 8 – Corte raso sem destoca das árvores e aplicação de Glifosato sobre os tocos (2,40 kg i.a.ha-1).

Foram realizadas as avaliações aos 30, 60, 180 e 360 dias após os tratamentos (DAT) dos seguintes parâmetros: percentual de controle da espécie exótica, através de avaliação visual utilizando-se escala percentual, em que 0 (zero) significa ausência de sintomas (epinastia das plantas, diminuição da área foliar e encarquilhamento das folhas, paralisação do crescimento) e 100 %, morte de todas as plantas; número de indivíduos regenerantes da espécie exótica (considerou regeneração brotações ocorridas); medição da altura do solo até a parte mais alta da planta (metros) e medição da circunferência do caule a altura do peito. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

INVASÃO BIOLÓGICA

A utilizada para recuperação da atividade minerária através do plantio da leucena apresentou potencial invasor e competitivo das plantas de leucena. O crescimento da população de leucenas ocupou uma área de pastagem de braquiária abandonada, impossibilitando a regeneração de outras espécies e enriquecimento do sub-bosque. Lima (1996), descreve o uso destas espécies na recuperação de áreas degradadas ocupando extensas áreas contínuas de monoculturas, metaforicamente, denominadas pela mídia como “desertos verdes”, por não permitir crescimento de espécies no sub-bosque, e, pode levar supressão de espécies vegetais, microrganismo e pássaros. A área onde a espécie foi plantada encontra-se aproximadamente a 2 km da área invadida. Após iniciar o desenvolvimento em 2005, ocorreu uma expansão de 0,40 ha entre 2005 e 2010; 0,42 ha entre 2010 e 2014; e 0,53 ha entre 2014 e 2017. A média de expansão anual da leucena na área foi de 0,112 ha/ano (Tabela 2).

Tabela 2. Dados da expansão de ocupação do solo pela leucena.

Expansão na ocupação do solo				
Período (anos)	Área perímetro (ha)	Período (anos)	Aumento (ha)	Aumento (%)
2005 – 2010	0,40	5	0,40	29%
2010 – 2014	0,82	4	0,42	31%
2014 – 2017	1,35	3	0,53	40%
Área total invadida:			1,35ha	100%

Fonte: Elaborado pelos autores (ano).

Possivelmente, a espécie foi introduzida na área invadida por sementes oriundas da área em recuperação, devido à elevada capacidade de produção de sementes por esta espécie. Apesar da dispersão ser predominantemente autocoria, há relatos de que a espécie é zoocórica e que suas sementes podem ser dispersas por aves e formigas, possibilitando transporte para além do limite de suas copas (BAKER et al., 1965, 1974).

CONTROLE DA LEUCENA

O uso dos produtos triclopir e glifosato (tratamentos 3 e 4) com aplicação direta sobre o tronco das árvores de leucena foi ineficaz, já para o tratamento 2 com o uso do picloran + 2,4D apresentou média de controle 65 e 63% aos 30 e 60 dias, respectivamente. Porém, ocorreu recuperação das plantas, com regeneração de 80% aos 360 DAT (Tabela 3).

Em avaliação de campo o tratamento com aplicação direta de picloran + 2,4D sobre o tronco (tratamento 2) iniciou-se com brotação lenta em apenas alguns dos galhos, sendo que os demais galhos das leucenas avaliadas estavam visualmente secos. Esse resultado, comparado ao vigor das árvores nas áreas testemunha e corte raso (controle), denotou um retardo na brotação das espécies testadas com aplicação direta.

Tabela 3. Percentual de controle dos diferentes tratamentos aos diferentes dias de avaliação após tratamento (DAT).

Tratamentos	Percentual de controle			
	30 DAT	60 DAT	180 DAT	360 DAT
1 – Controle	0,0 %	0,0 %	0,0 %	00,0 %
2 –Picloram + 2,4D	65%	63%	30 %	20 %
3 - Triclopir-butotílico;	0,0%	0,0 %	0,0 %	0,0 %
4 –Glifosato	0,0%	0,0 %	0,0 %	0,0 %
5 – Corte raso	50%	10%	0,0 %	0,0 %
6 – Corte + picloram + 2,4D	90%	80%	80%	80%
7 – Corte + Triclopir-butotílico	70%	50%	0,0 %	0,0 %
8 – Corte + Glifosato	30%	20%	0,0 %	0,0 %

Fonte: Elaborado pelos autores (ano).

Em relação à aplicação dos herbicidas sobre a base do caule, após o corte das plantas de leucena, o produto triclopir (tratamento 7) apresentou melhor desempenho em comparação à aplicação direta sobre troncos (tratamento 8),

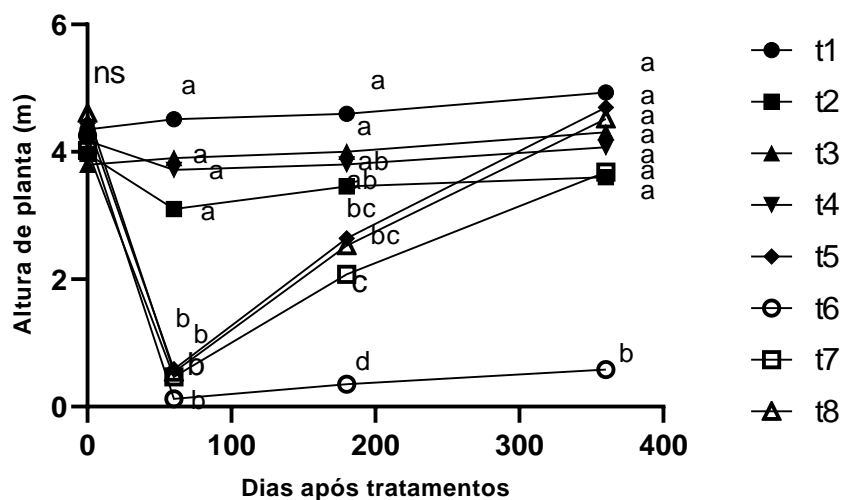
atingindo média de controle de 70 e 50% aos 30 e 60 DAT. A aplicação de glifosato diretamente sobre os tocos resultou em controle de 20%. Para os tratamentos com o uso de triclopir e glifosato também ocorreu recuperação das plantas alcançando 100% de recuperação (tratamentos 3, 4, 7 e 8 – Tabela 3).

A realização do corte raso das leucenas seguido da aplicação de picloran+2,4D (tratamento 6) foi o tratamento mais eficiente no controle da Leucena dentre os testados, atingindo 90 e 80% de controle aos 30 e 60 DAT, respectivamente. Apesar do triclopir e picloran+2,4D terem o mesmo mecanismo de ação considerados mimetizadores de auxina (Vidal,1997), o uso deles apresentaram resultados diferentes. Isso pode ser explicado pela presença de duas substâncias, que são 2,4-D (ácido 2,4-Diclorofenoxiacético) e o picloram (ácido 4-amino 3,5,6 triclora-2-piridinacarboxílico). Esses produtos são latifolicidas, sendo que o 2,4-D apresenta persistência, de curta a média, nos solos, podendo, segundo Silva et al. (2007), causar intoxicação em espécies sensíveis, como soja, feijão, algodão e outras eucotiledôneas. O picloram apresenta alto período residual, podendo ocasionar contaminação ambiental por sua lixiviação para camadas mais profundas no perfil do solo, podendo atingir cursos de águas (SANTOS et al., 2007).

O picloram, muitas vezes associado ao 2,4-D são usados em aplicações diretas no tronco, imediatamente após o corte raso da planta, para o controle de plantas daninhas de folhas largas de porte arbóreo, arbustivo ou subarbustivo em áreas de pastagens (FRANCESCHI et al., 2017).

Observando o efeito dos tratamentos na altura e circunferência nas plantas de leucena, foi possível observar que aos 60 dias há diferença entre os tratamentos. Todos os tratamentos utilizando o corte se diferenciam dos tratamentos que somente foi aplicado herbicidas e testemunha. Já a avaliação aos 360 DAT para altura das plantas não existe diferença dos tratamentos da testemunha, exceto o tratamento com corte e uso de picloram+2,4D (Tratamento 6 – Figura 2). O mesmo ocorreu na avaliação da circunferência das plantas tendo uma rápida recuperação no uso dos herbicidas já aos 60 DAT, recuperando-se também as plantas que passaram pelo tratamento de corte e uso de triclopir e glifosato aos 360 DAT (Tratamentos 7 e 8 –Figura 3).

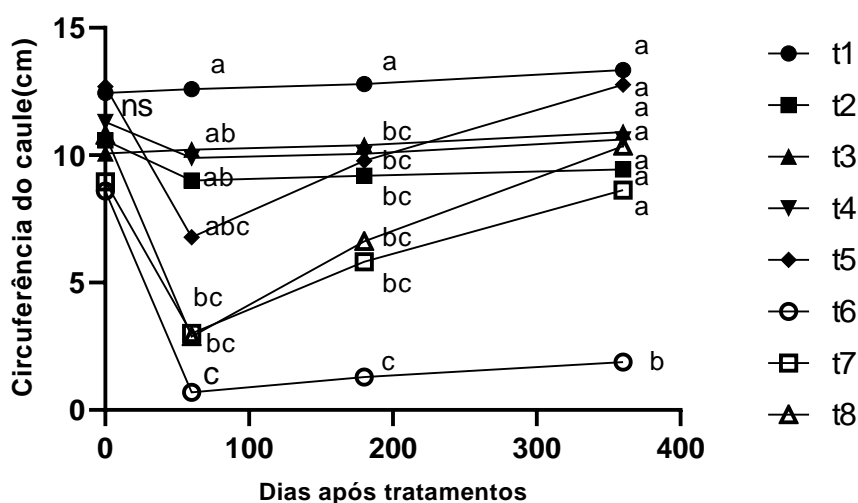
Figura 2. Medida de altura da leucena (m) em diferentes dias após os tratamentos físico-químico.



Onde: t1 – Controle, t2 –picloram + 2,4D, t3 - Triclopir; t4 –Glifosato; t5 – Corte raso, t6 – Corte + picloram + 2,4D; t7 – Corte + Triclopir; t8 – Corte + Glifosato. Médias unidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$), ns= Não significativo.

Fonte: elaborado pelo autor (ano).

Figura 3. Medida da circunferência da leucena no tronco a altura do peito (cm) em diferentes dias após os tratamentos físico-químico.



Onde: t1 – Controle, t2 –picloram + 2,4D, t3 - Triclopir; t4 –Glifosato; t5 – Corte raso, t6 – Corte + picloram + 2,4D; t7 – Corte + Triclopir; t8 – Corte + Glifosato. Médias unidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey($P > 0,05$).Ns= não significativo.

Fonte: elaborado pelo autor (ano).

L. leucocephala apresenta uma alta capacidade de reprodução vegetativa. Em uma pesquisa desenvolvida em Taiwan, Peng, Wang e Kuo (2019) verificaram que depois dos cortes da leucena, houve numerosa brotação nos tocos, tendo mais de 10 novos brotos depois que os anteriores foram cortados. Essa brotação configura uma situação de difícil controle desta espécie. Mesmo com operações de corte contínuo, o número e comprimento dos brotos não diminuiu, indicando a vitalidade de *L. leucocephala*.

Neste mesmo trabalho os autores relataram que realizaram o anelamento das plantas e injetaram glifosato, embora este tratamento tenha causado a desfolha em todas as árvores tratadas, os brotos ainda cresciam na borda inferior da área cingida. Em suma a realização do anelamento, com ou sem aplicação de glifosato não foram eficientes no controle da árvore de *L. leucocephala*.

As parcelas que sofreram corte raso sem a aplicação de herbicidas (tratamento 5), apresentaram 100% de brotação e desenvolvimento germinativo dos troncos, em concordância com os trabalhos que indicam que a leucena possui capacidade de reprodução assexuada e capacidade de rebrota sucessivas após o corte (BAKER et al., 1965).

Caldeira e Castro (2012) encontram resultado semelhante para aplicações de picloram com e sem rachaduras mecânicas direcionadas ao toco de plantas de *Tectona grandis* L.f. e observaram resultados satisfatórios de controle, mesmo nos tratamentos em que não havia sido realizado dano físico no toco das plantas.

Mendes et al. (2016) realizaram uma pesquisa semelhante com objetivo de controlar o amarelinho (*Tecoma stans* (L.) Juss.) em áreas de pastagem, aplicando herbicidas (picloram, tryclopil e outros) no tronco das plantas que foram cortadas. Todos os tratamentos com herbicidas resultaram em níveis de controle acima de 95%. Neste estudo, a realização do corte resultou em tratamentos mais eficientes do que o tratamento que utilizou apenas a roçada da parte aérea. Este resultado ocorreu em função da capacidade de rebrote das plantas, o que também é observado na leucena, em que somente o uso do corte das plantas não foi eficiente para o controle desta.

Experimentos realizados utilizando o controle químico foram eficientes no controle da leucena na fase de plântula (HAWTON et al., 1990). Porém, o uso de herbicidas na fase adulta não possibilita alcançar os mesmos resultados (Wang e Hung, 2005).

Um experimento foi conduzido para controlar *L. leucocephala* através da restauração ecológica em uma floresta costeira da Península de Hengchun em Taiwan. Após o corte das árvores, 17 espécies de nativas foi imediatamente plantada, incluindo 11 espécies de crescimento rápido. Após 2 anos de ecologia restauração, a dominância de *L. leucocephala* foi inibida, e a diversidade das espécies de árvores nativas nesta floresta continuaram a aumentar (CHEN et al., 2011).

Walton (2003) sugeriu usar um arado de lâmina para remover o sistema radicular de *L. leucocephala* e impedir que suas raízes brotando novamente. Na África do Sul, *L. leucocephala* foi completamente removida usando este método.

CONCLUSÃO

Comparando a aplicação dos três herbicidas comerciais usuais (picloram +2,4D, triclopir e glifosato) para o controle de leucena (*L. leucocephala*) com aplicações diretas sobre o tronco e após realização de corte raso do caule, conclui-se que o melhor resultado para erradicação da espécie é a aplicação de picloram +2,4D sobre os tocos (após corte) atingindo média de 80% de eficácia no controle. Mesmo em aplicações diretas, sem a realização de cortes, o picloram +2,4D foi mais eficaz que triclopir e glifosato, atingindo bons resultados de controle até aos 60DAT. Este herbicida tem persistência no solo, o aspecto ambiental positivo é o maior tempo de controle de germinação e/ou emergência da leucena.

AGRADECIMENTOS

A CSN Cimentos S/A pelo apoio técnico e autorização do acesso às áreas de estudo. Ao Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG Campus Bambuí.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. M. S.; MACHADO, R. B.; MARINHO FILHO, J. A diversidade biológica do Cerrado. In: AGUIAR, L. M. S.; CAMARGO, A. J. A. (Org.). **Cerrado: ecologia e caracterização**. Brasília, Embrapa Cerrados, v. 1, 2004, p. 17-38.
- BAKER, H. G. Characteristics and modes of origin of weeds. In: BAKER, H. G.; STEBBINS, G. L. (eds.) **The genetics of colonizing species**. New York: Academic Press. 1965, p. 147-168.
- BAKER, H. G. The evolution of weeds. **Annual Review of Ecology and Systematics**, n. 5, p. 1-24, 1974.
- BLOSSEY, B. E.; NÖTZOLD, R. Evolution and increased competitive ability in invasive nonindigenous plants: a hypothesis. **Journal of Ecology**, n. 83, p. 887-889, 1995.
- BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências.
- CALDEIRA, S. F.; CASTRO, C. K. C. Herbicidas e danos físicos em tocos de teca para controle de brotos após o desbaste. **Ciência Rural**, v. 42, n. 10, p. 1826-1832, 2012.
- CAMPBELL, S., VOGLER, W., BRAZIER, D., VITELLI, J. AND BROOKS, S. Weed leucaena and its significance, implications and control. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v. 7, n.4, p. 280–289, 2019.
- CHEN, K. F.; WU, S. H.; WANG, H. H.; KUO, Y. L. First two years' growth performances of planted tree seedlings for ecological restoration on west coast of Hengchun. **J Natl Park**, v. 21, n. 4, p. 63- 72, 2011.
- DARWIN, C. **On the origin of species**. John Murray. London. 1859.
- DRUMOND, M.A. Reflorestamento na região semiárida do Nordeste brasileiro. In: NOVAIS, A. B.; SÃO JOSÉ, A. R.; BARBOSA, A. A.; SOUZA, I. V. B. **Reflorestamento no Brasil**. Vitória da Conquista, BA: UESB, 1992. p. 28-34.
- FRANCESCHI, M.; YAMASHITA, O. M.; ARANTES, S. A. C. M.; ANDRADE, S. P. Comportamento do 2,4-D + picloram em Latossolo Vermelho Amarelo. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.16, n.3, p.238-245, 2017.

FOLKERS, A. **Management of weedy leucaena in the Mackay Whitsunday region**. Final Report, Blueprint for The Bush Project. Mackay Regional Pest Management Group, Mackay, QLD, Australia. 2010.

HAWTON, D. IDG; JOHNSON, D.S; LOCH, G.L.; HARVEY, J.M.T.; MARLEY, W.H.L.; HAZARD, J.; BIBO, S.R. WALKER A. guide to the susceptibility of some tropical crop and pasture weeds and the tolerance of some crop legumes to several herbicides. **Trop. Pest Manage**, v. 36, p. 147-150, 1990.

HUGHES, C. **Global Invasive Species Database Species profile: *Leucaena leucocephala***. 2020. Disponível em: <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=%2023>. Acesso em: 02 nov. 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Biomas e de Vegetação**, 2019. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>. Acesso em: 09 out. 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**, 2012. 271 p.

GISP - Programa Global de Espécies Invasoras. **América do Sul invadida**. A crescente ameaça das espécies exóticas invasoras, 2005. 80p.

LEÃO, T.C.C.; ALMEIDA, W. R. DE; DECHOUM, M. DE S.; ZILLER, S.R. **Espécies exóticas invasoras no nordeste do Brasil: contextualização, manejo e políticas públicas**. CEPAN e Instituto Hórus. 2011. 99p.

LIMA, W.P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 2. ed. São Paulo: EDUSP. 1996. 301 p.

MEGURO, M., J. R.; PIRANI, R.; MELLO-SILVA, I. C. Composição Florística e Estrutura das Florestas Estacionais Decíduas sobre Calcário a Oeste da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil. **Bol. Bot. Univ.** São Paulo, p.147-171, 2007.

MENDES, R. R.; BIFFE, D. F.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA, J.R.R.S.; ROSA, E. L.; CUBA, A.L. F.; BALADELI, R. B. Controle de amarelinho (*Tecoma stans*) em pastagem com aplicações localizadas de herbicidas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.15, n.4, p.303-312, 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Diretrizes para a Política de Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Mata Atlântica**. Brasília-DF, 1998. 26p.

NOBLE, I. R. Attributes of invaders and the invading process: terrestrial and vascular plants. In: DRAKE, J.A.; DI CASTRI, F.; GROVES, R.H.; KRUGER, F.J.; MOONEY, H.A.; REJMÁNEK, M.; WILLIAMSON, M.H. (eds.) **Biological Invasions: a global perspective**. New York: Willey. 1989. p.301-313.

OLCKERS, T. Biological control of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (Fabaceae) in South Africa: a tale of opportunism, seed feeders and unanswered questions. **African Entomology**, v.19, n.1, p.356-365, 2011. DOI: 10.4001/003.019.0219.

OKIGBO, B. N. Nitrogen-fixing trees in Africa: priorities and research agenda in multiuse exploitation of plant resources. **Pesq Agropec Bras**, v.19, p.325–330, 1984.

PENG, S. H.; WANG, H. H.; KUO, Y. L. Methods for preventing the invasion of *Leucaena leucocephala* in coastal forests of the Hengchun Peninsula, Taiwan. **Taiwan Journal of Forest Science**, v. 34, n. 2, p. 99-112, 2019.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. - The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forests distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141-1153, 2009.

ROUSE, J.W.; HAAS, R.H.; SCHELL, J.A.; DEERING, D.W. - Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE1 SYMPOSIUM, 3, 1973. **Proceedings**. Washington, v.1, Sec.A, p. 309-317, 1973.

SAMPAIO, A. B.; SCHMIDT, I. B. Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais do Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 3, n. 2, p. 32 – 49, 2013.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Mapeamento semi detalhado do uso da terra do bioma cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 153-156, 2008.

- SANTOS, J. B.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; PROCÓPIO, S. O.; PIRES, F. R. Fitorremediação de áreas contaminadas por herbicidas. In: SILVA, A. A.; SILVA J. F. (Eds.) **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, Editora UFV. 2007. p. 210-329.
- SILVA, A. A.; VIVIAN, R.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. Herbicidas: Comportamento no solo. In: SILVA, A. A.; SILVA J. F. (Eds.) **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, Editora UFV. 2007. p. 156-209.
- VITELLI J. S.; PITT J. L. Assessment of current weed control methods relevant to the management of the biodiversity of Australian rangelands. **The Rangeland Journal**, n. 28, p.37-46, 2006. <https://doi.org/10.1071/RJ06016>.
- VIDAL, R. A. **Herbicidas: Mecanismos de ação e resistência de plantas**. Porto Alegre, RS, Brasil, 1997. 165p.
- WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas.**, Brasília, 2006, 389 f. Tese (Doutorando em Ecologia) Universidade de Brasília. Brasília, 2006.
- WALTON, C. **Leucaena (*Leucaena leucocephala*) in Queensland**. Queensland, Australia: Department of Natural Resources and Mines. 2003. 51 p.
- WANG, H.H, S.F HUNG. The effect of herbicide injection on leucaena control and techniques of forest restoration. (in Chinese with English abstract). **Weed Sci. Bull.** v.26, p. 15-32, 2005.
- ZELAZOWSKI, V. H. **Revegetação do Refúgio Biológico de Santa Helena-Pr**, Itaipu Binacional. Santa Helena: Prefeitura Municipal, 1990.
- ZILLER, S. R. Opinião. **Revista Ciência Hoje**, São Paulo, v. 30, n. 178, p. 78, 2001.