

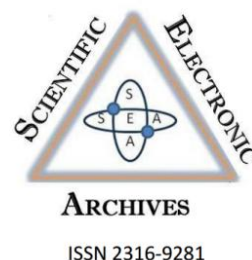
## Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 15 (12)

December 2022

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/151220221630>

Article link: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1630>



# Intoxicação de cajuacú submetida à deriva de glyphosate

## Cashew intoxication subjected to glyphosate drift

**Rubens Marques Rondon Neto**

Universidade do Estado de Mato Grosso

[rubens.marques@unemat.br](mailto:rubens.marques@unemat.br)

**Oscar Mitsuo Yamashita**

Universidade do Estado de Mato Grosso

**Valdinei Rodrigues de Oliveira**

Engenheiro Florestal Autônomo

**Resumo.** O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos fitotóxicos e o desenvolvimento inicial cajuacú (*Anacardium giganteum* W. Hancock ex Engl.), após a aplicação de subdoses de glyphosate, a fim de controlar plantas daninhas em áreas de restauração florestal. Um ano após o plantio, foram aplicadas três doses de glyphosate, sendo: T1 = 86,4, T2 = 25 172,8 e T3 = 345,6 g i.a. ha<sup>-1</sup>, na dosagem de 3,0 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial e T4 = Testemunha (sem aplicação de herbicida). Aos 7, 14, 21, 28 e 120 dias após a aplicação (DAA) do herbicida foram atribuídas notas para a fitotoxicidade visual, além da medição da altura e diâmetro do caule. Após 120 DAA foi observado que o *A. giganteum* se apresentou sensível a aplicação do herbicida. O crescimento em altura foi afetado significativamente após o contato das plantas com o glyphosate, mas o diâmetro do caule não teve efeito negativo.

**Palavras-chaves:** *Anacardium giganteum*, fitotoxicidade, herbicida, restauração florestal.

**Abstract.** The present study aimed to evaluate the phytotoxic effects and the initial development of cajuacú (*Anacardium giganteum* W. Hancock ex Engl.), after the application of sub-doses of glyphosate, in order to control weeds in forest restoration areas. One year after planting, three doses of glyphosate were applied, as follows: T1 = 86.4, T2 = 25 172.8 and T3 = 345.6 g a.i. ha<sup>-1</sup>, at a dosage of 3.0 L ha<sup>-1</sup> of the commercial product and T4 = without herbicide application. At 7, 14, 21, 28 and 120 days after application (DAA) of the herbicide, scores were assigned for visual phytotoxicity, in addition to measuring height and stem diameter. After 120 DAA, it was observed that *A. giganteum* was sensitive to herbicide application. Height growth was significantly affected after plant contact with glyphosate, but stem diameter had no negative effect.

**Keywords:** *Anacardium giganteum*, phytotoxicity, herbicide, forest restoration.

### Introdução

Durante o processo de restauração florestal de áreas degradadas, geralmente, são indicadas a utilização de espécies florestais nativas da região, devido a maior possibilidade de adaptação ao ambiente e capacidade de proporcionar a reconstituição da área com maior fidelidade em relação ambiente original.

A restauração florestal de uma área degradada pode ocorrer naturalmente (restauração passiva), e/ou através da a interferência humana (restauração florestal ativa). Em qualquer um desses métodos, a

competição inicial das espécies florestais com as plantas daninhas pode ser considerada um dos principais entraves para o sucesso da formação florestal. Essa competição por recursos do ambiente (água, luz, nutrientes e espaço) das plantas daninhas com os indivíduos arbustivos e arbóreos regenerados natural ou artificialmente pode trazer consequências para estes últimos, acarretando em prejuízos econômicos consideráveis, além do atraso na formação das florestas.

Os principais métodos de controle de plantas daninhas em povoamentos florestais em

fase de restauração florestal são o mecânico, o cultural e o químico (Resende & Leles, 2017). O controle mecânico é realizado através de capinas e roçadas, as quais elevam os custos em função dos baixos rendimentos operacionais, o que é confirmado por Santos et al. (2020). Além disso de dependendo da região pode haver dificuldades para encontrar mão de obra disponível para a realização desta prática de manejo, que requerem muito esforços físicos dos trabalhadores.

As práticas de manejo são relacionadas às escolhas de espécies florestais adequadas ao local de plantio, às fertilizações de plantio e coberturas, a escolha do espaçamento de plantio e o consórcio com coberturas verdes. Tais iniciativas têm como propósito principal incrementar o ritmo de cobertura da área degradada com as copas dos indivíduos do componente florestal. Dessa forma, espera-se reduzir o mais rápido possível o potencial de competição das plantas daninhas com as espécies arbustivas e arbóreas que se encontram regenerando na área de restauração ecológica.

O método químico de controle das plantas daninhas é realizado através da utilização de herbicidas, com destaque ao glyphosate. Conforme Solano Neto et al. (2020) trata-se de um herbicida pós-emergente e sistêmico largamente utilizado, apresentando custo menor que as capinas manuais, grande eficiência no controle de gramíneas e latifoliadas, desde que aplicados em jato dirigido. As aplicações de herbicidas são realizadas no início do preparo da área para plantio e pós-plantio durante as práticas de manutenções da área em restauração florestal. Nesse último caso, é aplicado ao longo das linhas de plantio em jato dirigido ou apenas na forma de coroamento das plantas de interesse da restauração, a fim de livrá-las da competição proporcionada pela presença de plantas daninhas.

Durante as aplicações dos herbicidas pode ocorrer deriva da calda sobre as partes aéreas das espécies florestais, causando possíveis fitointoxicações nas plantas de interesse. Essa situação pode provocar danos no metabolismo e desenvolvimento das plantas, ocasionando atraso no crescimento e, dependendo da dose, até a morte destas. Assim sendo, torna-se importante o conhecimento dos efeitos fitotóxicos das doses crescentes de glyphosate sobre as espécies florestais nativas regeneradas natural ou artificialmente nas áreas em pleno processo de restauração florestal.

Dentre as inúmeras espécies florestais nativas da região amazônica que apresentam potencial para uso em programas de restauração florestal de áreas degradadas, tem-se o cajuaçu (*Anacardium giganteum* W. Hancock ex Engl.). Segundo Lorenzi (2017), essa espécie é considerada como semidecídua, mesófila e seletiva higrófila, presente em floresta primária, mas é capaz de se desenvolver em áreas abertas. Apresenta frequência elevada, porém descontínua. A produção

anual de sementes viáveis é moderada, que são disseminadas pela avifauna.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos fitotóxicos e o desenvolvimento de cajuaçu (*Anacardium giganteum* W. Hancock ex Engl.), após à aplicação de subdoses de glyphosate, simulando deriva, cuja finalidade seria de controlar as plantas daninhas em áreas de restauração florestal.

## Material e Métodos

O experimento foi instalado na área experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado (UNEMAT), Campus Universitário de Alta Floresta, localizada na cidade de Alta Floresta – extremo norte do Estado de Mato Grosso. O ponto central da área do estudo apresenta as coordenadas geográficas de latitude 10°06'53" S e longitude 56°12'02" W e 284 m de altitude.

Pela classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Am, clima tropical úmido ou subúmido, com duas estações bem definidas, verão chuvoso e inverno seco, temperatura média anual em torno de 26 °C e precipitação média anual na faixa de 2.800 a 3.100 mm (Alvares et al., 2013). No local do experimento, a classe de solo dominante é classificada como Argissolo Vermelho Amarelo.

A vegetação presente na área experimental era o capim-braquiário (*Urochloa brizantha* (Hoechst. ex A. Rich.) R.D. Webster), o qual foi eliminado durante o preparo do solo, através da realização de quatro gradagens na profundidade de aproximadamente 0,20 m. As mudas de *A. giganteum* utilizadas para o plantio foram produzidas em tubetes com capacidade de 50 cm<sup>3</sup>, sendo plantadas em campo quando apresentavam altura média de 0,30 m.

O plantio foi feito no espaçamento 1,00 x 1,00 m, em covas de 0,20 x 0,20 x 0,20 m abertas com auxílio de enxada. No momento do plantio, foram aplicados 0,3 litros de solução de hidrogel por cova, preparada na proporção de 3,0 g L<sup>-1</sup> de água. Durante o período de seca na região (maio a setembro), as mudas foram irrigadas quinzenalmente com aproximadamente 2,0 L de água muda<sup>-1</sup>. O controle das plantas daninhas foi realizado manualmente, com o auxílio de enxada, capinando-se o entorno das plantas (coroamento), sempre que necessário.

O experimento foi instalado no delineamento de blocos ao acaso com sete repetições. Cada unidade experimental era composta por quatro plantas. Um ano após o plantio, as mudas foram tratadas com subdoses de glyphosate, as quais constituíram os tratamentos testados, sendo: T1 = 86,4, T2 = 172,8; T3 = 345,6 g i.a. ha<sup>-1</sup> e T3 = Testemunha (sem aplicação). O herbicida utilizado foi o Gliz 480 SL<sup>®</sup>, com composição de glyphosate sob forma sal de isopropilamina (480 g L<sup>-1</sup> do equivalente ácido).

As aplicações das subdoses do herbicida foram realizadas com auxílio de pulverizador costal

regulado para pressão constante mantida por CO<sub>2</sub> comprimido, munido de barra de pulverização contendo uma ponta de jato plano tipo XR 110.02. O equipamento foi calibrado para pressão de trabalho de 2,0 kgf cm<sup>-2</sup>, proporcionando um volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>. A aplicação do herbicida foi realizada no período matutino, entre 8:00 e 9:00 h, quando a temperatura ambiente era de 28 °C, umidade

relativa do ar em torno de 80% e ausência de ventos.

Após a aplicação do herbicida foram realizadas avaliações dos níveis de fitointoxicação das plantas aos 7, 14, 21, 28 e 120 dias (DAA), através da atribuição de notas a partir de observação visual, seguindo padrão indicado pela SBCPD (1995) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Escala de notas para avaliação visual do nível de fitointoxicação de plantas de *Anacardium giganteum* submetidas a diferentes subdoses de glyphosate.

Nota	Característica
0	Sem injúrias. Sem efeito sobre a cultura.
1	Injúrias leves ou redução de crescimento com rápida recuperação. Efeitos insuficientes para promover redução de produtividade.
2	Injúrias moderadas ou reduções de crescimento com lenta recuperação ou definitivas. Efeitos intensos o suficiente para promover pequenas reduções de produtividade.
3	Injúrias severas ou reduções de crescimento não recuperáveis ou reduções de estande. Efeitos intensos o suficiente para promover drástica redução de produtividade.
4	Destruição completa da cultura ou somente algumas plantas vivas.

**Fonte:** SBCPD – Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (1995)

Aos 12 e 24 meses, foram realizadas as determinações de altura total das plantas e diâmetro do colo, com o uso de uma vara graduada e paquímetro digital, respectivamente. Os dois últimos dados foram transformados em  $\sqrt{x} + 0,5$ . Posteriormente, os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### Resultados e discussão

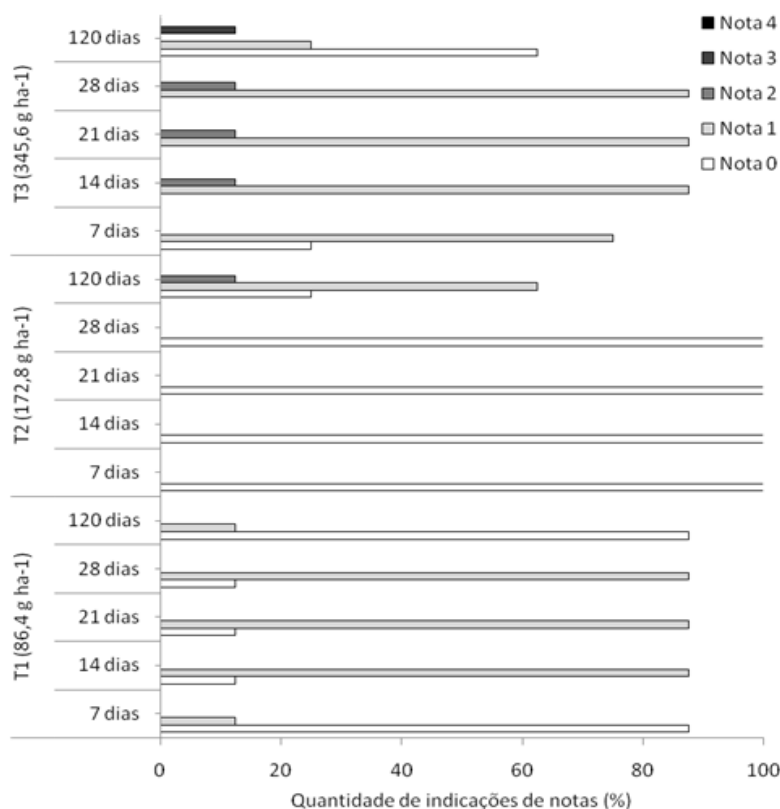
Na avaliação dos níveis de fitointoxicação das doses de glyphosate nas plantas de *A. giganteum*, verificou-se que aos 7 DAA no T1 (86,4 g i.a. ha<sup>-1</sup>) mais de 87% dos indivíduos não apresentaram danos visíveis decorrentes da aplicação do herbicida, obtendo nota zero (Figura 1). No entanto, ainda nesse período avaliado foi constatado que pouco mais de 12% das plantas apresentavam injúrias leves, caracterizadas por pequenas manchas cloróticas no limbo foliar (nota 1). Aos 14, 21 e 28 DAA, foi observada uma evolução nos sintomas de fitointoxicação, atingindo quase 90% dos indivíduos, os quais passaram a receber nota 1 na avaliação. Aos 120 DAA, as plantas do T1 apresentaram progressiva recuperação das injúrias observadas nas quatro avaliações anteriores.

No tratamento 2 (172,8 g i.a. ha<sup>-1</sup>), as plantas apresentaram danos equivalentes nas quatro primeiras avaliações do grau de fitointoxicação das doses de glyphosate (7 a 28 DAA), ocorrendo em todos os indivíduos apenas injúrias leves nas folhas (nota 1). Entretanto, aos 120 DAA houve evolução dos sintomas de fitointoxicação em 12,5% das plantas, as quais tiveram injúrias moderadas, caracterizadas por manchas irregulares nas folhas mais velhas, seguidas por necroses (nota 2). Cerca de 25% dos indivíduos apresentaram recuperação efetiva das injúrias anteriormente existentes, recebendo nota 0. No final dos 120 DAA, 62,5% das plantas ainda

apresentavam injúrias leves, caracterizadas por pequenas manchas no limbo foliar correspondentes à nota 1.

Para a maior subdose de herbicida (345,6 g i.a. ha<sup>-1</sup>), aos 7 DAA aproximadamente 75,0% das plantas apresentavam injúrias leves (nota 1), isto é, manchas irregulares no limbo foliar, iniciando pelas folhas mais velhas, e o restante não apresentaram nenhum tipo de dano. Aos 14, 21 e 28 DAA, os sintomas de fitointoxicação evoluíram para a nota 2 em 12,5% de plantas, sendo essas lesões caracterizadas por necroses, que provocaram a queda de folhas, reduzindo a produtividade, mas podendo se recuperar de forma lenta. Das plantas avaliadas, 87,5% permaneceram no mesmo estado de intoxicação anteriormente constatado com nota 1. Aos 120 DAA, foi verificado a recuperação total de 62,5% das plantas, permanecendo em 25,0% dos indivíduos injúrias leves (nota 1), no entanto, em 12,5% das plantas os sintomas evoluíram para injúrias severas (nota 3), com aparecimento de necroses nas folhas.

Os sintomas apresentados pelas plantas consistiram em amarelecimento, necrose e posterior queda das folhas mais velhas, inicialmente. Tuffi Santos et al. (2006), observaram sintomas semelhantes em plantas de eucalipto em contato com glyphosate, os quais atribuíram os sintomas à quantidade do produto em contato com as plantas, observando, entretanto, recuperação das plantas tratadas aos 45 DAA, com emissão de novos brotos, mas com sintomas de fitointoxicação nas partes mais velhas. Corroborando com esses resultados apresentados, Yamashita et al. (2006) atribuem o amarelecimento à degradação dos cloroplastos das plantas submetidas ao tratamento com glyphosate, sendo esses sintomas diretamente proporcionais a quantidade de produto utilizada.



**Figura 1.** Notas do nível de fitointoxicação dadas às plantas de *Anacardium giganteum* aos 7, 14, 21, 28 e 120 dias após serem submetidas a tratamento com subdoses de glyphosate, simulando deriva.

De acordo Yamashita e Guimarães (2013), em geral, após a aplicação de doses comerciais de glyphosate, os sintomas desenvolvem-se lentamente e, em condições de clima quente e úmido, como o ocorrido neste experimento, características como amarelecimento são facilmente observados somente a partir de 10 dias. Isso se deve primeiramente à necessidade de consumo dos aminoácidos essenciais (fenilalanina, tirosina e triptofano), em reserva nos tecidos vegetais, para em seguida, devido à impossibilidade de reposição destes, a planta manifestar, em diferentes intensidades (dependendo da concentração absorvida), esse dano causado pelo herbicida.

O incremento em altura das plantas aos 120 DAA foi afetado significativamente pelas três doses de glyphosate aplicadas, diferindo estatisticamente em relação ao incremento em altura do tratamento

testemunha (Tabela 2). Para essa variável dendrométrica, o tratamento testemunha foi 70,1, 83,6, 82,5% superior aos T1, T2 e T3, respectivamente. Através dos resultados obtidos, permite-se afirmar que não houve redução do incremento em altura de forma proporcional ao aumento das doses do glyphosate testadas.

Os resultados obtidos neste estudo corroboram com Yamashita et al. (2009), que constataram redução no crescimento em altura de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, após a aplicação da subdose de 360 g i.a. ha<sup>-1</sup> de glyphosate. Conforme Pereira et al. (2015), a sensibilidade ao glyphosate é variável com a espécie florestal e a dose utilizada, podendo até agir em alguns casos como um estimulante para o crescimento ou causador de injúrias e morte da planta.

**Tabela 2.** Incremento em altura total e diâmetro do caule das plantas de *Anacardium giganteum* 120 dias após serem submetidas a tratamento com subdoses de glyphosate, simulando deriva acidental.

Incremento	Subdoses de glyphosate (g i.a. ha <sup>-1</sup> )				C.V. (%)
	T1 (86,4)	T2 (172,8)	T3 (345,6)	T4 (Testemunha)	
Altura total (m)	9,12 a	5,00 a	5,34 a	30,5 b	16,76
Diâmetro do caule (cm)	0,42 a	0,60 a	0,42 a	0,80 a	8,84

**Obs.:** Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação ao incremento diamétrico do caule das plantas de *A. giganteum* verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos testados. A superioridade de

incremento em diâmetro das plantas testemunhas (sem aplicação de herbicida) em relação aos tratamentos com a presença de glyphosate foi de 47,5; 25,0 e 47,5% superior que T1, T2 e T3,

respectivamente. Dessa forma, é possível afirmar que as doses de glyphosate não prejudicaram o desenvolvimento do diâmetro de tronco das plantas.

Em plantas de cacauzeiro, Solano Neto et al. (2020) também perceberam que subdoses de glyphosate não afetaram o diâmetro destas durante as duas primeiras avaliações (7 e 14 DAA). Corroborando com os resultados do presente estudo, Yamashita et al. (2006) também não verificaram alterações significativas no diâmetro do caule em mudas de varjão (*Parkia multijuga*), após serem tratadas com glyphosate.

Os efeitos fitotóxicos do glyphosate nas plantas de *A. giganteum* podem ser evitadas ou minimizadas mediante a sua aplicação em jato dirigido nas áreas em processo de restauração florestal. Para tanto, é necessário realizar treinamentos com os aplicadores do herbicida, a fim de evitar que a solução atinja alguns componentes dos indivíduos florestais não-alvo, causando deriva accidental. As plantas fitointoxicadas podem apresentar retardamento no seu desenvolvimento ou até mesmo levar a sua morte.

### Conclusão

As plantas de *A. giganteum* apresentam sensibilidade à deriva de glyphosate, indicando a necessidade de aplicação de forma dirigida nas áreas de restauração florestal.

O crescimento em altura é afetado significativamente após o contato das plantas com o glyphosate, mas sobre o diâmetro do caule não houve efeito negativo das doses testadas.

### Referências

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v.22, n.6, p.711-728, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 5 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2017. v.2. 384p.

PEREIRA, M. R. R.; SOUZA, G. S. F.; FONSECA, E. D.; MARTINS, D. Subdoses de glyphosate no desenvolvimento de espécies arbóreas nativas. Bioscience Journal, v.31, n.2, p.326-332, 2015. DOI: <https://doi.org/10.14393/bj-v31n2a2015-21924>

RESENDE, A. S.; LELES, P. S. S. O problema do controle de plantas daninhas na restauração florestal. In: RESENDE, A. S.; LELES, P. S. S. Controle de plantas daninhas em restauração florestal. (Editores). Brasília: Embrapa, 2017. p.13-27.

SANTOS, F. A. M.; LELES, P. S. S.; RESENDE, A. S.; NASCIMENTO, D. F.; SANTOS, G. R. Estratégias de controle de braquiárias *Urochloa* spp.

na formação de povoamento para restauração florestal. Ciência Florestal, v.30, n.1, p.29-42, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509825559>

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas. Londrina: SBCPD, 1995. 42p.

SOLANO NETO, A.; YAMASHITA, O. M.; CARVALHO, M. A. C.; FELITO, R. A.; ROCHA, A. M.; RABELO, H. O. Efeito de doses de glyphosate em deriva simulada em plantas jovens de cacau. Revista Principia, n.56, p.134-143, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.18265/1517-0306a2021id4367>

TUFFI SANTOS, L. D.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; DUARTE, W. M.; TIBURCIO, R. A. S.; SANTOS, M. V. Intoxicação de espécies de eucalipto submetidas à deriva do glyphosate. Planta Daninha, v.24, n.2, p.359-364, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582006000200020>

YAMASHITA, O. M.; BETONI, J. R.; GUIMARÃES, S. C.; ESPINOSA, M. M. Influência do glyphosate e 2,4-D sobre o desenvolvimento inicial de espécies florestais. Scientia Forestalis, v.37, n.84, p.359-366, 2009. <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br:80/handle/123456789/16786>

YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. Simulated drift of glyphosate in cotton crop: dose effect, cultivation and development levels. Planta Daninha, v.24, n.4, p.821-826, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582006000400024>

YAMASHITA, O. M.; ORSI, J. V. N.; RESENDE, D. D.; MENDONÇA, F. S.; CAMPOS, O. R.; MASSAROTO, J. A.; CARVALHO, M. A. C.; KOGA, P. S.; PERES, W. M.; ALBERGUINI, A. L. Deriva simulada de herbicidas em mudas de *Coffea canephora*. Scientia Agraria Paranaensis, v.12, n.2, p.148-156, 2013. DOI: <https://doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v12n2p148-156>