

EFEITO DO TAMANHO DE BLOCOS DE IMAGENS DIGITAIS NA CLASSIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE PLANTAS DE MILHO ATACADAS POR *Elasmopalpus lignosellus*

R. S. ZANDONADI¹, F. A. C. PINTO², D. G. SENA JÚNIOR³, D. M. QUEIROZ⁴

Escrito para apresentação no
II Simpósio de agricultura de precisão – SIAP 2002
UFV-12 a 14 de junho de 2002

RESUMO: No intuito de agregar novas técnicas e aperfeiçoar as tecnologias aplicadas à agricultura de precisão, estudos para o desenvolvimento de sistemas de visão artificial vêm sendo realizados. A lagarta elasma (*Elasmopalpus lignosellus*) é uma praga que ataca a planta de milho no início de seu desenvolvimento ocasionando redução na população, com reflexos na produtividade da cultura. Assim algoritmos para classificação de plantas de milho atacadas pela lagarta elasma têm sido estudados. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos tamanhos de blocos de imagens utilizados no algoritmo (classificador) para identificação de plantas atacadas pela lagarta elasma. Os blocos das imagens de tamanho 9x9 pixels apresentaram-se mais adequados para o algoritmo proposto, classificando 5 imagens incorretamente de um total de 105.

PALAVRAS CHAVE : agricultura de precisão, visão artificial , redes neuronais artificiais

EFFECT OF THE IMAGE BLOCK SIZE FOR AUTOMATIC CLASSIFICATION OF DAMAGED CORN PLANT BY *Elasmopalpus lignosellus*

ABSTRACT: The precision agriculture technology has been motivated by cost minimization, labor optimization and environmental pollution reduction. The Lesser Cornstalk Borer damages the corn plants on initial stage affecting the production because of stand reduction. Therefore, algorithms have been proposed for classifying damaged corn plants by that pest. The objective of this work was to evaluate the influence of image block size used by the algorithmic (classifier) for identifying damaged corn plants by *Elasmopalpus lignosellus*. The image block with 9x9 pixels was more adequate for the proposed algorithm. It classified incorrectly five images of a total of 105.

KEY WORDS: precision agriculture, machine vision, artificial neural networks

INTRODUÇÃO: Motivados por resultados promissores no desenvolvimento de sistemas de visão artificial (STEWART & TIAN, 1998; SENA JR et al., 2001), estudos para o desenvolvimento de novos sistemas vêm sendo realizados no intuito de agregar novas técnicas à agricultura de precisão. Com a agricultura de precisão é possível a realização de manejo localizado com economia de insumos, redução de custos e redução de poluição. O sistema de visão artificial, por meio de uma câmera, uma placa de aquisição de vídeo e um computador é capaz de coletar, processar e extrair informações necessárias para a tomada de decisão de um classificador. A lagarta elasma (*Elasmopalpus*

¹ Estudante de Graduação em Engenharia Agrícola, DEA/UFV, Viçosa, MG, CEP 36571-000, fone 31-3899 1881. E-mail: rszandonadi@bol.com.br

² Professor adjunto, DEA/UFV. E-mail: facpinto@mail.ufv.br

³ Estudante de doutorado, DEA/UFV E-mail: ms19630@correio.ufv.br

⁴ Pesq Sorgo. E-mail: evandro@cnpms.embrapa.br ruisador EMBRAPA Milho e -

lignosellus) é uma praga que ataca a planta de milho no início do ciclo, provocando prejuízos pela redução na população de plantas com reflexo na produtividade da cultura. O desenvolvimento de um sistema de visão artificial pode ser uma alternativa ao tratamento convencional (tratamento de sementes p.ex.), com inseticidas nocivos ao meio ambiente e ao ser humano. Uma das técnicas utilizadas para processamento de imagens é o uso de redes neuronais artificiais (RNA), que são compostas por elementos computacionais organizados em padrão semelhante a uma rede de neurônios biológica e que adquirem conhecimento através da experiência (LIPPMANN, 1987). A RNA trabalha analisando amostras e classificando-as de acordo com a finalidade estabelecida. O tamanho do bloco influencia o tempo de processamento e a eficiência da análise realizada pela RNA. O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência de três tamanhos de blocos a serem analisados por uma RNA de um classificador utilizado na identificação de plantas atacadas pela lagarta elasmobrâncas.

MATERIAL E MÉTODOS: Foram coletadas imagens das plantas de milho atacadas e não atacadas em ambiente controlado de iluminação com uma câmara digital DUNCANTECH (MS 3100) nas dependências da Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas, MG. Para o trabalho foram utilizadas quinze imagens de plantas não atacadas e vinte imagens de plantas atacadas em três diferentes estádios de desenvolvimento (21, 24 e 27 dias após a germinação), somando 105 imagens. As imagens foram processadas com o programa MATLAB no laboratório de visão artificial e projeto de máquinas do departamento de Engenharia Agrícola da UFV. O classificador usa técnicas de aplicação de índice espectral, limiarização automática iterativa e Rede Neuronal Artificial (RNA) para discriminar blocos da imagem que representam plantas atacadas pela lagarta elasmobrâncas. O processamento com o índice espectral NDVI (índice de vegetação da diferença normalizada), buscou realçar as partes atacadas das plantas e agrupar as classes de pixels representantes de solo e folhas nas imagens infravermelho próximo falsa cor (ZANDONADI et al., 2002.). A equação abaixo expressa o índice NDVI:

$NDVI = \frac{IV - V}{IV + V}$	(1)
--------------------------------	-----

Em que *IV* significa o valor do pixel na banda do infravermelho próximo e *V* o valor do pixel na banda do vermelho. O método de limiarização iterativa (YANG et al., 2001), foi utilizado para a segmentação do solo das folhas, com o objetivo de eliminar o solo e reduzir o tempo de processamento e erros de classificação, já que o solo, devido à sua heterogeneidade, e as bordas das folhas e nervuras são fontes de erros de classificação (SENA JR. et al., 2001). A RNA foi utilizada para classificar os blocos da imagem segmentada em atacados, não atacados ou solo. Assim, a decisão final de classificação das plantas foi dada pela proporção entre blocos classificados como atacados e não atacados. O limiar dessa proporção foi estabelecido por tentativa e erro em 24 imagens representando 4 plantas atacadas e 4 plantas não atacadas, nas três diferentes estádios. A arquitetura da RNA foi do tipo n-20-10-3, isto é, um vetor de entrada de dimensão n, 20, 10 e 3 neurônios na primeira, segunda e camada de saída, respectivamente. Foram testados três diferentes tamanhos de blocos da imagem (3x3, 9x9 e 13x13) equivalentes a vetores de entrada com dimensões 9, 81 e 169. O treinamento da RNA foi realizado pelo método da retro-propagação do erro, com função de transferência tangente hiperbólica sigmóide nas duas primeiras camadas e na camada de saída a função logística sigmóide. Foram selecionadas 5 imagens de plantas atacadas no estádio de 24 dias após a germinação para coleta de amostras para treinamento da rede. Cada arquitetura foi treinada dez vezes e escolhida a que apresentou menor erro quadrático médio após o treinamento. Os parâmetros livres foram inicializados aleatoriamente e ajustados pelo método do gradiente descendente, com o treinamento interrompido após 10.000 épocas. Para treinamento das RNAs, de cada uma das 5 imagens foram coletados 10 blocos de folha atacada, 10 de folha não atacada e 10 de solo para cada bloco de imagem testado. A eficiência de classificação do algoritmo proposto foi avaliada nas 105 imagens para cada tamanho de bloco, determinando com o número de imagens classificadas incorretamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O uso do índice espectral NDVI realçou as partes atacadas das plantas e agrupou as classes de pixels representantes de solo e folhas. A limiarização iterativa foi eficaz para segmentar as folhas do solo, permitindo o descarte deste da análise pela RNA. O aumento da dimensão dos blocos não evitou que a RNA classificasse nervuras e bordas como ataque (Figuras 1 e 2). Nas dimensões 3x3 e 9x9, erros ocorreram principalmente classificando partes das nervuras e bordas como ataque, e na dimensão 13x13, alguns blocos de borda foram classificados como solo. Como tanto as plantas atacadas e não atacadas mostram parte das nervuras e as bordas classificadas como atacada, a razão entre blocos atacados e não atacados permitiu através de um limiar de proporção, a classificação final adequada das plantas. O limiar de proporção foi ajustado por tentativa e erro obtendo os valores de 0,20 , 0,35 e 0,40 para as dimensões de 3x3, 9x9 e 13x13 pixels, respectivamente. Dentre as 105 imagens das 35 plantas analisadas, 8 foram classificadas incorretamente. A Tabela 1 mostra o número de plantas classificadas incorretamente de acordo com o estágio e o tamanho de bloco.

Tabela 1: Número de plantas classificadas incorretamente de acordo com a idade e tamanho de blocos utilizando os limiares de proporção ajustados

	Blocos 3x3		Blocos 9x9		Blocos 13x13	
	Atacada	Não-atacada	Atacada	Não atacada	Atacada	Não atacada
21 (dias)	0	1	0	1	1	1
24 (dias)	0	1	0	1	1	1
27 (dias)	2	0	2	1	2	1

O tamanho 3x3, apresentou o menor número de plantas classificadas incorretamente e exigiu mais tempo de processamento. O tamanho 9x9 apresentou erro classificando duas plantas atacadas como sadias e uma planta sadia como atacada nas três idades exigindo menor tempo de processamento que o tamanho 3x3. O tamanho 13x13 exigiu menor tempo de processamento dos três tamanhos de bloco, no entanto maior número de erros foram cometidos. Utilizando blocos 13x13, algumas partes das bordas foram classificadas como solo, o que influenciou a proporção de ataque e não ataque, uma vez que na maioria das plantas as bordas foram classificadas como ataque. É importante ressaltar que as duas plantas classificadas incorretamente na idade 27 (dias), eram plantas com a avaliação da ocorrência do ataque dificultada mesmo visualmente (Figura 1). Apenas uma planta (nas diferentes idades) não atacada foi classificada como atacada.

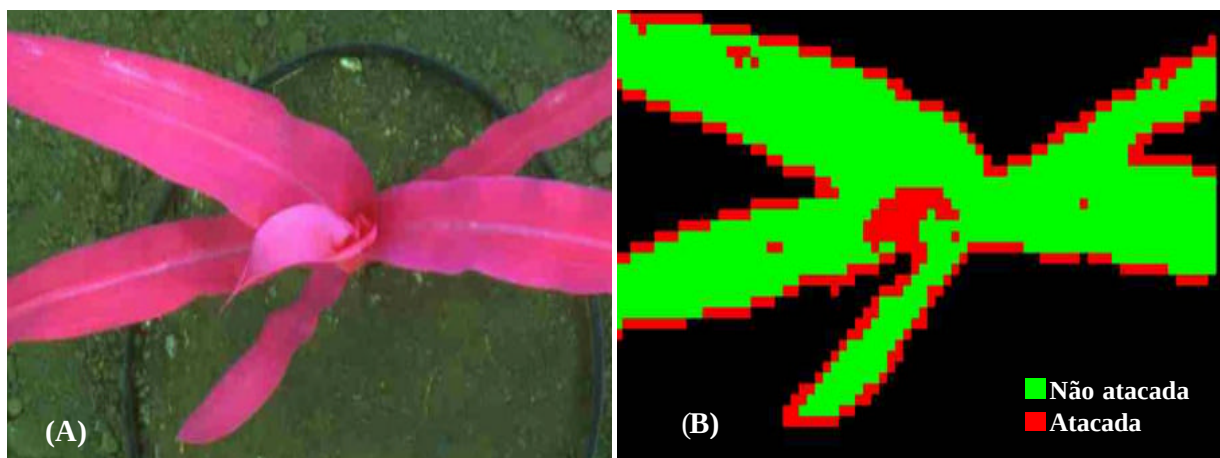


Figura 1: Imagem original de uma planta com fraco sinal de ataque (A); imagem processada da planta classificada como não atacada (B).

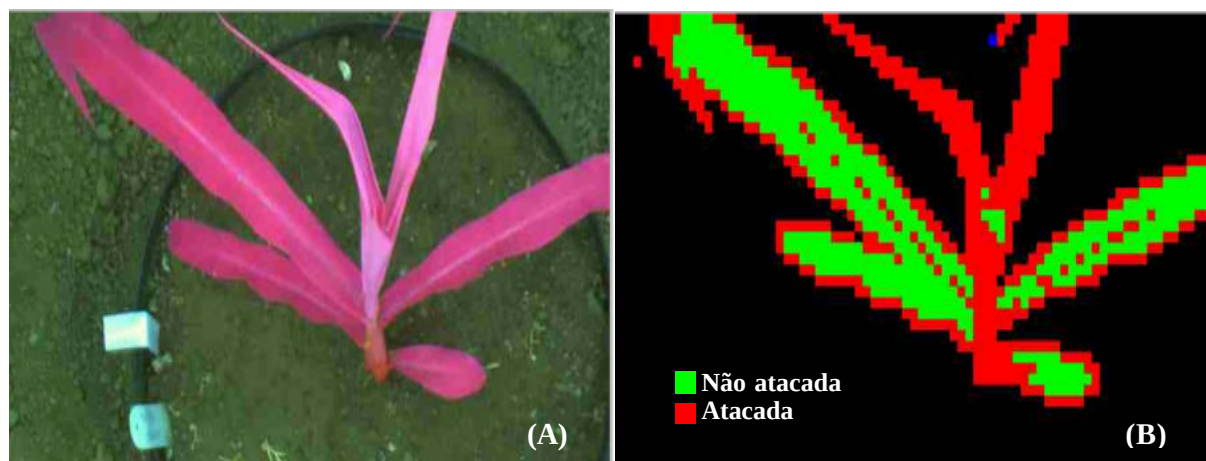


Figura 2: Imagem original de uma planta com forte sinal de ataque (A), e uma imagem processada da planta classificada corretamente como atacada (B).

Com o aumento do tamanho dos blocos o tempo de processamento e exigência computacional ficam menores. O tamanho de bloco 9x9 exige menor tempo para processamento feito com tamanho 3x3, por isso, apesar de apresentar erro um pouco maior, recomenda-se usá-lo no classificador. É comum ocorrer perfilhamento em plantas com estágios avançados de ataque, sendo que nestas plantas o sintoma típico (coração morto) não é muito claro. Esse fato pode levar à classificação de plantas atacadas como plantas saudáveis, embora a única planta perfilhada deste trabalho tenha sido classificada corretamente.

CONCLUSÕES: O uso do índice espectral e a limiarização automática foram suficientes para a segmentação das folhas do solo, eliminando o solo da análise feita pela rede.

Dos três tamanhos de blocos, os de 9x9 apresentaram-se mais adequados para uso no classificador avaliando-se tempo e erros.

Os blocos de 13x13 pixels exigem menor tempo para processamento, mas os erros cometidos nas bordas podem comprometer a proporção de ataque e não ataque levando o classificador a cometer erros.

AGRADECIMENTOS: Ao Banco Mundial e Embrapa, pelos recursos para esta pesquisa, por meio do Projeto de Apoio ao Desenvolvimento de tecnologia Agropecuária para o Brasil (PRODETAB Projeto 030-01/99).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- LIPPMANN, R.P. An Introduction to Computing with Neural Nets. IEEE ASSP Magazine. April, 1987.
- SENA JR. D.G.; PINTO, F.A.C.; QUEIROZ, D.M.; MANTOVANI, E.C. Algoritmo para classificação de plantas de milho atacadas pela lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) utilizando imagens coloridas digitais. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.5, n.3, p.502-509, 2001
- STEWART, B.L. & TIAN, L.F. Real-time machine vision weed-sensing. ASAE paper 98 - 3033, ASAE, 1998. CD Rom
- YANG, L.; ALBREGTSEN, F.; LONNASTAD, T.; GROTTUM, P. A supervised approach to the evaluation of image segmentation methods. Computer Analysis of Images and Patterns, Prague p.759-765, 1995
- ZANDONADI, R.S.; PINTO, F.A.C.; SENA JR., D.G.; QUEIROZ, D.M. Avaliação de índices para identificação de plantas de milho atacadas pela lagarta elasmobrânquia em imagens digitais. XI Simpósio de Iniciação Científica SIC 2002: resumos UFV, Viçosa, 2002.