

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ANA CLÁUDIA BUZANINI

Adição de adjuvantes ao Flumioxazin na cebola transplantada

Maringá 2017

ANA CLÁUDIA BUZANINI

Adição de adjuvantes ao Flumioxazin na cebola transplantada

Dissertação apresentada ao Programa de PósGraduação em Agronomia do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia

Área de concentração: Produção Vegetal

Orientador: Prof. Dr. Jamil Constantin

Co-Orientador: Prof. Dr. José Usan Torres
Brandão Filho

Co-Orientador: Prof. Dr. Denis Fernando Biffe

Maringá

2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR, Brasil)

B992a Buzanini, Ana Cláudia
Adição de adjuvantes ao flumioxazin na cebola
transplantada / Ana Cláudia Buzanini. -- Maringá, PR,
2017.
viii, 53 f.: il., color.

Orientador: Prof. Dr. Jamil Constantin.

Co-orientador: Prof. Dr. José Usan Torres Brandão
Filho.

Co-orientador: Prof. Dr. Denis Fernando Biffe.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento
de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em
Agronomia, 2017.

1. Cebola (*Allium cepa* L.). 2. Cebola - Produção.
3. Cebola - Cultura. 4. Herbicidas (Flumioxazin) -
Cebola. I. Constantin, Jamil, orient. II. Brandão
Filho, José Usan Torres, orient. III. Biffe, Denis
Fernando, orient. IV. Universidade Estadual de
Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento
de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em
Agronomia. V. Título.

CDD 23.ed. 635.25

Márcia Regina Paiva de Brito – CRB-9/1267

FOLHA DE APROVAÇÃO

ANA CLÁUDIA BUZANINI

Adição de adjuvantes ao Flumioxazin na cebola transplantada

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Jamil Constantin Universidade Estadual de Maringá
(Presidente)

Prof. Dr. Robinson Contiero Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Juliano Tadeu Vilela Resende Universidade Estadual do Centro-Oeste

Aprovada em: 24 de fevereiro de 2017

Local de defesa: Anfiteatro NAPD, *campus* Da Universidade Estadual de Maringá.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela força e saúde que Ele me concedeu durante esses anos da minha vida, para vencer obstáculos e presenciar muitas alegrias.

Agradeço à minha família, meu pai José Carlos Buzanini e minha irmã Rayhana Buzanini que sempre estiveram apoiando, incentivando-me, principalmente nesta etapa tão importante.

À minha MÃE, Clarice Trindade Buzanini (*in memoriam*) que mesmo não estando mais presente entre nós, com certeza esteve e está sempre ao meu lado e da minha família torcendo por nós.

Agradeço ao Prof. Dr. Jamil Constantin pela orientação, durante este trabalho.

Ao Prof. Dr. José Usan Torres Brandão filho pela orientação ao longo de toda minha graduação e co-orientação nestes dois anos de trabalho, sempre com paciência e conselhos e conhecimentos de suma importância.

Ao Prof. Dr. Denis Fernando Biffe, pela co-orientação neste trabalho, auxiliando na condução do experimento e compartilhando conhecimento.

Aos professores Robinson Contiero, Rubem Silvério de Oliveira Jr., Paulo Sérgio Lourenço de Freitas e Hugo Zeni Neto pelo apoio e informações úteis compartilhadas.

Ao Núcleo de Estudos Avançados em Ciência de Plantas Daninhas (NAPD), pela ajuda neste trabalho, em especial a Hudson Takano e Fabiano Rios.

Aos meus amigos Lívia, Samara, Vanessa, e Tiago pelo apoio e ajuda durante mais uma fase da minha vida e a todos que contribuíram direta e indiretamente para o desenvolvimento deste trabalho.

À CAPES - Coordenadoria de Aperfeiçoamento Pessoal de Ensino Superior, pela concessão da bolsa.

Adição de adjuvantes ao Flumioxazin na cebola transplantada

RESUMO

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a deposição e seletividade do herbicida Flumioxazin com ou sem adição de adjuvantes na cultura da cebola transplantada. Dois experimentos foram conduzidos (Safras 2015 e 2016) em campo no Centro de Treinamento de Irrigação (CTI) pertencente à Universidade Estadual de Maringá, na cidade de Maringá-PR. Os tratamentos obedeceram o Delineamento Inteiramente ao Acaso. Os tratamentos foram constituídos por aplicações únicas em ambas as safras do Herbicida Flumioxazin; Flumioxazin com adjuvante Assist + Corante Azul brilhante; Flumioxazin com adjuvante Lanza + Corante Azul brilhante; Flumioxazin com adjuvante Agral + Corante Azul brilhante; Flumioxazin com adjuvante Nitrofix Corante Azul brilhante, e uma testemunha capinada que recebeu aplicação de Água Corante Azul brilhante. O corante Alimentício Azul brilhante foi adicionado para a realização da determinação da deposição da calda de pulverização sobre o solo e folhas da cultura da cebola, através da análise em espectrofotômetro. Além da avaliação de deposição, também foram realizadas avaliações de Fitointoxicação utilizando Escala Conceitual da European Weed Research Community (EWRC, 1964) e avaliação de produtividade total e classificação do diâmetro de bulbos. Foi possível constatar que adição dos adjuvantes Assist e Nitrofix na calda de aplicação junto ao Herbicida Flumioxazin, aumentou a deposição sobre o solo, bem como não causou danos permanentes na cultura que tenha interferido significativamente na produtividade.

Palavras-chave: *Allium cepa* L.. Deposição. Produtividade.

Addition of adjuvants to Flumioxazin in transplanted onion

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the deposition and selectivity of the herbicide Flumioxazin with or without addition of adjuvants in the transplanted onion culture. Two experiments were conducted on the field at the Irrigation Training Center (CTI) belonging to the State University of Maringá, in the city of Maringá, Paraná, Brazil. Treatments were completely randomized. The treatments were constituted by unique applications in both crops of Flumioxazin Herbicide; Flumioxazin with Assist adjuvant + Bright blue dye; Flumioxazin with Conjugate Lava + Dye Bright blue; Flumioxazin with Agral adjuvant + Bright blue dye; Flumioxazin with adjuvant Nitrofix Bright Blue Dye, and a weeded control that received application of Bright Blue Dye Water. The bright blue food coloring was added for the determination of the deposition of the spray mixture on the soil and leaves of the onion culture, through spectrophotometer analysis. In addition to the deposition evaluation, phytotoxification evaluations using the European Weed Research Community Conceptual Scale (EWRC, 1964) and total productivity and bulb diameter classification were also performed. It was possible to verify that addition of Assist and Nitrofix adjuvants in the application flask with the Flumioxazin Herbicide increased the deposition on the soil, as well as did not cause permanent damage to the crop that has significantly interfered in productivity.

Keywords: *Allium cepa* L.. Deposition. Productivity

LISTA DE TABELAS

CAPITULO I

Tabela 1- Características dos adjuvantes adicionados ao herbicida Flumioxazin. Maringá,2017.	26
Tabela 2- Deposição resultante da aplicação dos tratamentos sobre as linhas, entrelinhas e folhas da cultura da cebola nos anos de 2015 e 2016. Maringá, 2017.	29
Tabela 3- Diâmetros das gotas quando aplicados os tratamentos e em 5 minutos após a aplicação dos tratamentos e porcentagem de dispersão das gotas em 5 minutos. Maringá, 2017.	31

CAPITULO II

Tabela 1. Índice de avaliação e sua descrição de fitointoxicação (Escala EWRC, 1964).....	41
Tabela 2. Notas Fitointoxicação, na cultura da cebola cultivar Primavera transplantada, aos 08, 14 e 21 dias após a aplicação dos tratamentos safra de 2015. Maringá – PR, 2017.....	46
Tabela 3. Notas de Fitointoxicação, na cultura da cebola cultivar Primavera transplantada, aos 03 e 08 dias após a aplicação dos tratamentos safra de 2016. Maringá – PR, 2017.....	47
Tabela 4. Produtividade de bulbos comerciais e totais da cebola cultivar Primavera, submetida à aplicação única de herbicida Flumioxazin com e sem adição de adjuvantes em pré-emergência. Safra 2016. Maringá/PR. UEM, 2017.....	49
Tabela 5. Distribuição percentual das classes comerciais (CEAGESP), do número e do peso de bulbos de cebola por tratamento. Maringá, 2017.....	49

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO I

Figura 1. Comportamento da água sobre a folha da cebola no instante da aplicação da gota e em 5 minutos após a aplicação desta.	31
Figura 2. Comportamento do Herbicida Flumioxazin sobre a folha da cebola no instante da aplicação da gota e em 5 minutos após a aplicação desta.	32
Figura 4. Comportamento do Herbicida Flumioxazin com o adjuvante Lantar sobre a folha da cebola no instante da aplicação da gota e em 5 minutos após a aplicação desta.	32
Figura 3. Comportamento do Herbicida Flumioxazin com o adjuvante Assit sobre a folha da cebola no instante da aplicação da gota e em 5 minutos após a aplicação desta.	32
Figura 5. Comportamento do Herbicida Flumioxazin com o adjuvante Agral sobre a folha da cebola no instante da aplicação da gota e em 5 minutos após a aplicação desta.	33
Figura 6. Comportamento do Herbicida Flumioxazin com o adjuvante Nitrofix sobre a folha da cebola no instante da aplicação da gota e em 5 minutos após a aplicação desta.	33

CAPITULO II

Figura 1. Estrutura montada para a classificação dos bulbos.....	42
Figura 2. Danos causados nas folhas de cebola devido ao adjuvante Lantar.....	43
Figura 3. Danos causados nas folhas de cebola pelo herbicida Flumioxazin.....	44
Figura 4. Danos causados nas folhas de cebola pelo adjuvante Agral.....	45
Figura 5. Danos causados nas folhas de cebola pelo Adjuvante Nitrofix.....	46

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	08
2. REVISÃO DE LITERATURA GERAL	11
2.1 Panorama da cebola	11
2.2 Características da cebola	11
2.3 Plantas daninhas no cultivo da cebola	13
2.4 Uso de adjuvantes para melhorar eficácia de herbicidas	14
CAPÍTULO I Deposição e comportamento do herbicida Flumioxazin com adição de adjuvantes na cultura da cebola transplantada.....	19
1 INTRODUÇÃO	22
2 MATERIAL E MÉTODOS	24
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
3.1 Avaliações deposição sobre folhas e solo na cultura da cebola transplantada	27
3.2 Avaliação comportamento de gotas.....	30
4 CONCLUSÕES.....	34
CAPÍTULO II Seletividade da adição de adjuvantes ao herbicida Flumioxazin na cultura da cebola transplantada	35
1. INTRODUÇÃO	38
2. MATERIAIS E MÉTODOS	40
3. RESULTADOS E DICUSSÃO.....	43
3.1 Fitointoxicação na cultura da cebola transplantada devido a adição de adjuvantes ao herbicida Flumioxazin.....	43
3.2 Produtividade.....	47
4. CONCLUSÕES.....	50
REFERÊNCIAS	51

1. INTRODUÇÃO GERAL

A cebola é cultivada a milhares de anos e ganhou espaço devido a sua durabilidade póscolheita. Atualmente é produzida em todo o mundo, sendo a China o maior produtor mundial, enquanto o Brasil ocupa a nona posição mundial com produtividade média de 27 t/ha.

É uma planta extremamente dependente de fotoperíodo, com isso diversas cultivares foram desenvolvidas, estas, subdivididas em três tipos: precoce, medianas e tardias. Além do fotoperíodo outros fatores podem interferir na produtividade da cebola, como pragas, doenças e plantas daninhas.

A cultura da cebola é muito sensível à interferência das plantas daninhas, em razão da disposição ereta das folhas cilíndricas, porte baixo e lento desenvolvimento inicial das plantas, características que proporcionam baixa capacidade de sombreamento do solo, com baixo poder competitivo, permitindo a germinação de plantas infestantes durante do ciclo cultural (FERREIRA, 2000).

Dentre os métodos de controle de plantas daninhas mais eficientes na cultura da cebola está o controle químico. No sistema de mudas transplantadas, a aplicação de herbicidas é extremamente viável, devido a plantas em estágio avançado, apresentarem menos sintomas de fitotoxidez, devido as folhas apresentam maiores quantidade de cera nas folhas, deixando-as assim mais tolerantes aos herbicidas utilizados.

Há registro de alguns herbicidas para controle de plantas daninhas na cultura da cebola, entre os herbicidas pré emergentes recomendados, destaca-se o Flumioxazin, um inibidor da PROTOX, do grupo químico Ciclohexenocarboximida de ação não sistêmica, registrado para controle de gramíneas e espécies de folha larga.

A PROTOX está presente na rota de síntese da clorofila e de citocromos, também chamada de rota de síntese de porfirinas ou de tetrapirroles (Merotto & Vidal, 2001). Com a inibição da PROTOX, a protoporfirina IX se acumula muito rapidamente em células de plantas tratadas. Essa acumulação rápida se deve ao descontrole na rota metabólica de sua síntese. A consequência do descontrole é o aumento rápido do protoporfirinogênio IX, a sua saída para o citoplasma na forma protoporfirina IX, que, na presença de luz e oxigênio, produz a forma reativa do oxigênio (oxigênio singlete), com consequente peroxidação dos lipídios da membrana celular (FERREIRA et al. (2005).

Dentre os métodos utilizados para aumentar ou assegurar a eficácia dos herbicidas está o uso de adjuvantes junto a calda de aplicação. Os adjuvantes são produtos inertes que são adicionados na calda de pulverização para aumentar a eficiência biológica dos ingredientes

ativos, melhorando a aderência sobre a superfície foliar, aumentando a absorção foliar do ingrediente ativo.

Os adjuvantes são classificados em dois grupos: Adjuvantes ativadores e adjuvantes úteis ou com propósitos especiais (VAN VALKENBURG, 1982; STICKER, 1992; HAZEN, 2000; MCMULLAN, 2000; STOCK; BRIGGS 2000; TU; RANDALL, 2003). Os adjuvantes ativadores são aqueles que têm como principal objetivo melhorar diretamente a atividade do agrotóxico, principalmente aumentando a taxa de absorção, e, como resultado, maior eficiência (PENNER, 2000). Os adjuvantes ativadores incluem os surfatantes, óleos vegetais, óleos de sementes metilados, óleos minerais, derivados de silicões e, bem como fertilizantes nitrogenados (DIAS, 2005)

Os adjuvantes denominados úteis são aqueles adicionados ao tanque de mistura da pulverização, atuando como facilitadores do processo de pulverização por meio da redução dos efeitos negativos da pulverização e não influenciam diretamente na eficiência do agrotóxico (McMULLAN, 2000). Os adjuvantes úteis incluem os agentes compatibilizantes, depositantes, dispersantes, controladores de deriva ou retardantes, espumantes, condicionadores da água, acidificantes, tamponantes, umectantes, protetores de raios ultravioletas e corantes (marcadores).

2. REVISÃO DE LITERATURA GERAL

2.1 Panorama da cebola

O registro mais antigo sobre o cultivo da cebola (*Allium Cepa* L.) data de cerca de 3.200 anos a.C., sendo a região da antiga Pérsia um dos primeiros centros de domesticação. Devido as suas características de boa conservação pós-colheita, a cebola foi historicamente uma das hortaliças com maior trânsito global, estando envolvida em transações comerciais entre países de todos os continentes (EMBRAPA, 2004).

Segundo números da FAO, a produção mundial de cebola no ano de 2013 foi de 85,7 milhões de toneladas. Os dois maiores produtores mundiais são: China (26%) e Índia (22%). Juntos esses países produziram 48% da produção mundial. Outros países, como a Índia, Rússia e Paquistão se destacam entre os maiores produtores mundiais, com áreas acima de 100 mil hectares.

A cebola é considerada a terceira hortaliça de maior importância, economicamente e em volume no Brasil (KURTZ *et al.*, 2012). A produção nacional em 2014 foi de 1.646,498 toneladas em área cultivada de 59.190 hectares e produtividade de 27.817 kg ha⁻¹ (IBGE 2015). Estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul, São Paulo, Paraná, Bahia, Pernambuco e Minas Gerais são responsáveis pela quase totalidade da produção nacional (MOREIRA *et al.*, 2002; REGHIN *et al.*, 2006).

2.2 Características da cebola

A primeira classificação da cebola foi feita por Carl Van Lineus em seu livro “Species Plantarum” como pertencente à família Liliaceae e ao gênero *Allium*, sendo a espécie *A. cepa* L. A classificação mais adotada é: Subdivisão – Angiospermae; Classe – Monocotyledoneae; Sub-classe – Liliidae; Ordem – Liliales; Família – Alliaceae; Gênero – *Allium* e Espécie - *Allium cepa* L.

A cebola é uma planta herbácea que atinge em torno 60 cm de altura, de ciclo vital bienal, compreendendo uma fase vegetativa que culmina com a formação do bulbo no primeiro ano e uma fase reprodutiva, onde se dá o florescimento e, subsequentemente, a produção de sementes no segundo ano, quando a cultivar está totalmente adaptada às condições climáticas da região. As folhas, de formato tubular, são geralmente cerosas e ocas (SANTOS, *et al.*, 2012). As bainhas foliares são anéis cilíndricos que dão forma ao pseudocaule. O bulbo a parte comercializável, é formado pelo crescimento das bainhas foliares no processo chamado de

bulbificação, quando em condições climáticas favoráveis, tem formato e coloração variáveis conforme a cultivar (VENZON, 2010).

No ciclo de produção anual, o crescimento vegetativo da cebola apresenta três fases distintas. A primeira fase é definida por um período de crescimento lento, que ocorre até aproximadamente 75 dias após sua semeadura, sendo essa fase prolongada por plantios de inverno (baixas temperaturas). A segunda fase é definida pelo rápido crescimento e emissão de folhas novas, quando ocorre incremento do número de raízes adventícias. Na terceira fase ocorre o desenvolvimento do bulbo, havendo um rápido acúmulo de massa fresca (BREWSTER, 2008).

A maturação da planta de cebola é determinada pelo amolecimento da região inferior do pseudocaule, que resulta no tombamento da parte aérea sobre o solo. Este aspecto da morfologia da planta, conhecido como "estalo" tem sido utilizado como índice prático na colheita dos bulbos, porém existem variações entre as variedades quanto à taxa, uniformidade e porcentagem mínima de plantas tombadas para iniciar a colheita (SOARES et al., 2004). BREWSTER (2008) recomenda que os bulbos devam ser colhidos quando o campo apresenta entre 50% e 80% das plantas "estaladas".

O fotoperíodo é o fator ambiental mais importante envolvido no crescimento e desenvolvimento de plantas. A cebola é fisiologicamente uma espécie de dias longos para bulbificação que, de modo geral, não bulbifica em dias com duração do fotoperíodo inferior ao crítico. Sob fotoperíodos muito curtos, as plantas não mostram sinais de bulbificação mesmo após períodos longos de crescimento. Satisfeitas as exigências em fotoperíodo, tem início a formação do bulbo, independentemente do tamanho da planta. O comprimento do dia necessário para iniciar a bulbificação diminui quando a temperatura aumenta, mas nenhuma bulbificação ocorre mesmo em temperaturas altas, se o comprimento do dia for insuficiente as exigências do cultivar (EMBRAPA, 2004).

Em função do número de horas de luz diário exigido para que as plantas formem bulbos comercializáveis, as cultivares podem ser classificadas como sendo de dias curtos, intermediários e longos. As cultivares designadas de dias curtos simplesmente satisfazem-se com 11 a 12 horas diárias de luz para a bulbificação; as de dias intermediários necessitam 13 a 14 horas diárias de luz, e as de dias longos exigem comprimento de dia com 14 horas ou mais de luz (COSTA, 2015).

Satisfeita a exigência fotoperiódica da planta, haverá o desenvolvimento normal do bulbo somente se a temperatura for favorável. A temperatura deve ser amena ou fria durante a

crescimento vegetativo e ligeiramente mais elevada na bulbificação. Clima quente e seco favorece a perfeita maturação do bulbo e a colheita (FILGUEIRA, 2008). Temperaturas acima de 35°C na fase inicial de crescimento podem provocar a bulbificação precoce indesejável, e temperaturas inferiores a 10°C podem induzir o florescimento prematuro ("bolting"), que é indesejável, quando se visa à produção comercial de bulbos. (RESENDE et al., 2007).

2.3 Plantas daninhas no cultivo da cebola

Diversos fatores podem causar perdas na produtividade da cebola, como pragas, doenças e as plantas daninhas. As plantas daninhas afetam as culturas devido à competição pelos fatores de produção luz, água e nutrientes, como também pela liberação de compostos alelopáticos (ZANATTA, et al.;2006).

A cultura da cebola é muito sensível à interferência das plantas daninhas, em razão da disposição ereta das folhas cilíndricas, porte baixo e lento desenvolvimento inicial das plantas, características que proporcionam baixa capacidade de sombreamento do solo, com baixo poder competitivo, permitindo a germinação de plantas infestantes durante do ciclo cultural (FERREIRA et.al., 2000). Como consequência da interferência das plantas daninhas a produtividade da cebola decresce drasticamente, podendo atingir até 100% de perdas de bulbos comercializáveis (BOND & BURSTON, 1996).

Nos sistemas de cultivo utilizados, tanto no direto como no transplantado, o espaçamento entre plantas é pequeno, o que dificulta e encarece a capina manual e praticamente impossibilita a mecanizada. O ciclo longo desta cultura exige que sejam feitas várias capinas para evitar que as plantas sofram com interferência de plantas daninhas, logo é necessário um bom programa de controle de plantas daninhas para que o cultivo da cebola seja viável (ZAGONEL et al. 2000).

O uso de herbicidas apresenta-se como um dos métodos mais eficientes de controle de plantas daninhas em cebola, e no sistema de cultivo com transplante de mudas, as plantas de cebola são mais tolerantes aos herbicidas devido à aplicação ser feita em estágio avançado de desenvolvimento das plantas. Nessas condições, as plantas apresentam-se com maior quantidade de ceras nas folhas e com as bainhas imbricadas e relativamente protegidas do contato dos herbicidas. O período de estabelecimento das plantas transplantadas é o momento adequado para a aplicação dos herbicidas, uma vez que as plantas apresentam-se com déficit

hídrico, reduzida atividade metabólica, havendo, conseqüentemente, menor absorção e translocação dos herbicidas pelas mesmas.

Os herbicidas utilizados devem ser seletivos em relação a cultura da cebola para que não ocorra sintomas de fitotoxidez como deformações morfológicas e com isto ao invés de contribuir para melhor produção seja a causa da sua queda (ZAGONEL et al (2000).

Dentre os herbicidas pré emergentes recomendados para a cultura da cebola, destacase o Flumioxazin, um inibidor da PROTOX, do grupo químico Ciclohexenocarboximida de ação não sistêmica.

A Protox está presente na rota de síntese da clorofila e de citocromos, também chamada de rota de síntese de porfirinas ou de tetrapirroles (MEROTTO & VIDAL, 2001). O mecanismo de ação dos herbicidas inibidores da Protox está baseado na inibição da reação de transformação do protoporfirinogeno em protoporfirina. Esta reação é catalizada pela protoporfirinogeno oxidase (PROTOX). Com a inibição desta enzima, presente no cloroplasto, existe um acúmulo de protoporfirinogeno que se desloca do cloroplasto para o citoplasma e em contato com o oxigênio, na presença de luz, forma radicais livres e provoca a peroxidação de lipídeos das membranas.

2.4 Uso de adjuvantes para melhorar eficácia de herbicidas

O controle de plantas infestantes por meio da utilização de herbicidas é uma pratica de alta importância para uma elevada produtividade na cultura da cebola, contudo o modo com que será aplicado é suma importância para que sua eficiência tenha êxito.

A aplicação de agrotóxicos é afetada por muitas variáveis, incluindo a estabilidade do agrotóxico, solubilidade, incompatibilidade, volatilização, formação de espumas, tensão superficial, viscosidade, densidade, tamanho de gotas, deriva, cobertura, aderência, penetração, entre outras (OLIVEIRA,2011).

Dentre os métodos utilizados para aumentar ou assegurar a eficácia dos herbicidas está o uso de adjuvantes junto a calda de aplicação. Os adjuvantes são produtos inertes que são adicionados na calda de pulverização para aumentar a eficiência biológica dos ingredientes ativos, melhorando a aderência sobre a superfície foliar, aumentando a absorção foliar do ingrediente ativo (COSTA, 2009).

Os adjuvantes são classificados em dois grupos: Adjuvantes ativadores e adjuvantes úteis ou com propósitos especiais (VAN VALKENBURG, 1982; STICKER, 1992; HAZEN, 2000;

MCMULLAN, 2000; STOCK; BRIGGS 2000; TU; RANDALL, 2003). Os adjuvantes ativadores são aqueles que têm como principal objetivo melhorar diretamente a atividade do agrotóxico, principalmente aumentando a taxa de absorção, e, como resultado, maior eficiência (PENNER, 2000). Os adjuvantes ativadores incluem os surfactantes, óleos vegetais, óleos de sementes metilados, óleos minerais, derivados de silicones e, bem como fertilizantes nitrogenados (DIAS, 2005).

Dentre os adjuvantes ativadores, os surfactantes são os mais amplamente utilizados e provavelmente os mais importantes de todos os adjuvantes (MILLER; WESTRA, 1998). Eles têm a capacidade de reduzir a tensão superficial da gota, o que diminui o ângulo de contato entre as gotas e a cera cuticular da folha, proporcionando maior molhamento e espalhamento sobre a superfície alvo (HESS; FOY, 2000; WAGNER et al., 2003). Estes podem ser classificados conforme sua forma de ionização ou dissociação na água. Quando se ionizam positivamente são denominados de catiônicos, negativamente aniônicos e, quando não se ionizam são denominados de não iônicos e com ambas as cargas de anfóteros (OLIVEIRA, 2011).

Os mais antigos produtos na categoria de penetrantes são os óleos minerais e os óleos derivados dos vegetais (MANTHEY et al., 1989). Os óleos vegetais são extraídos de sementes de algodão, soja, girassol e canola e os óleos minerais que são derivados do petróleo (petróleo bruto extraído das refinarias).

Segundo MILLER e WESTRA (1998), os óleos vegetais são derivados da soja ou algodão. Estes apresentam proporções variadas de ácidos graxos, como linoleico, oleico e lineólico. Eles são menos estáveis que os óleos minerais, e menos eficientes quanto aos surfactantes no aumento do molhamento, adesão e penetração (KISSMANN (1998); OLIVEIRA (2011)).

Os óleos minerais são utilizados em vários segmentos da agricultura e, no controle fitossanitário são utilizados como adjuvantes para inseticidas, fungicidas e herbicidas. Segundo Petrobrás (2012), possuem a característica de melhorar a distribuição e a aderência na superfície da planta; retardar a evaporação da calda; acelerar a absorção; diminuir o efeito de lavagem da folha pela chuva; melhorar a eficiência da aplicação mesmo sob baixa umidade relativa do ar; diminuir riscos de deriva nas aplicações terrestres e aéreas; além de serem utilizados como adjuvantes de produtos aplicados em frutíferas de clima temperado para quebra de dormência como, por exemplo, na cultura da maçã.

Os óleos minerais emulsionáveis como o Assist podem melhorar a absorção da solução óleo-herbicida mais que o óleo sozinho devido a formação de uma emulsão, bem como na redução da tensão superficial da solução PRINGNITZ (1998).

Os fertilizantes a base de amônio ou nitrogênio são frequentemente adicionados aos herbicidas e apresentam a função de adjuvantes ativadores porque auxiliam na prevenção de formação de precipitados no tanque de mistura ou sobre a superfície das folhas. Eles também reduzem a tensão superficial, aumentando o espalhamento do herbicida sobre as folhas, neutraliza as cargas iônicas e aumenta a penetração do herbicida dentro das folhas. Os fertilizantes amônios usados como adjuvantes incluem a ureia, sulfato de amônio, nitrato de amônio e polifosfato de amônio (OLIVEIRA, 2011).

Para cada sal nitrogenado existe um limite, variável de planta a planta, além do qual ocorre causticidade ou fitotoxicidade. Assim, em alguns casos, a dose ideal para se obter um máximo de efeito potencializador da ação herbicida contra plantas invasoras, pode ser demasiada para a segurança das plantas invasoras (KISSMANN, 1998).

Os adjuvantes denominados úteis são adjuvantes adicionados ao tanque de mistura da pulverização, atuando como facilitadores do processo de pulverização por meio da redução dos efeitos negativos da pulverização e não influenciam diretamente na eficiência do agrotóxico (McMULLAN, 2000). Os adjuvantes úteis incluem os agentes compatibilizantes, depositantes, dispersantes, controladores de deriva ou retardantes, antiespumantes, condicionadores da água, acidificantes, tamponantes, umectantes, protetores de raios ultravioletas e corantes (marcadores).

Os Espalhantes são substâncias que diminuem a tensão superficial das gotículas reduzindo o ângulo de contato destas com a superfície da folha. Estes produtos proporcionam o espalhamento completo da gota sobre a superfície tratada aumentando a absorção do herbicida (VARGAS, 2006).

Os umectantes são substâncias que retardam a evaporação da água, fazendo com que a gota permaneça mais tempo na superfície tratada, aumentando a absorção do produto aplicado. Estes produtos são importantes principalmente em condições de baixa umidade relativa do ar e elevada temperatura. O secamento rápido da gota pode resultar na cristalização das moléculas do herbicida na superfície da folha e isso pode impedir a absorção deste pela planta (VARGAS, 2006). Eles geralmente são solúveis em água e aumentam o teor de água dos depósitos de pulverização retardando o tempo de evaporação e aproveitando a umidade do ambiente. Os

umectantes comumente usados incluem o glicerol, propileno glicol, dietileno glicol, polietileno glicol, ureia e sulfato de amônio (OLIVEIRA, 2011).

Aderentes: são substâncias que aumentam a aderência dos líquidos ou sólidos à superfície da planta. Estes apresentam afinidade com a água e forte adesão à cera e à cutina da superfície dos órgãos da planta. O aumento da aderência diminui o escorrimento e faz com que as gotas permaneçam na superfície das folhas e não sejam lavadas com facilidade pela água da chuva (VARGAS, 2006).

Emulsificantes são substâncias com atividade sobre a superfície do líquido, promovendo a suspensão de um líquido em outro. Estes produtos reduzem a tensão interfacial entre dois líquidos imiscíveis, proporcionando a formação de uma emulsão de um líquido em outro, como por exemplo, óleo em água através da combinação de grupos polares com apolares dos mesmos. Os emulsificantes também podem possuir atividade espalhante, adesiva e umectante (VARGAS, 2006).

Os dispersantes são substâncias que evitam a aglomeração das partículas através da redução das forças de coesão entre as mesmas, fazendo com que as suspensões mantenham-se estáveis por um determinado tempo. São muito importantes para manter estáveis as formulações de pós-molháveis, evitando que as partículas sólidas se aglomerem e precipitem (FLECK, 1993).

Acidificantes são definidos como material que pode ser adicionado ao tanque de mistura para reduzir o pH (ASTM, 1995). Tipicamente são diluídos em soluções de ácidos fortes, reduzindo rapidamente o pH de caldas extremamente alcalinas ou agrotóxicos alcalinos. Segundo Antuniassi (2009), o pH da calda e a dureza da água são fatores que podem influenciar no desempenho fitossanitário, induzindo a inativação ou degradação de alguns ingredientes ativos.

Os corantes são definidos como material usado para alterar a cor da calda no tanque de mistura (ASTM, 1995). Eles são utilizados nas aplicações para marcar onde as bordas da barra passam, reduzindo sobreposições ou falhas entre as passadas adjacentes nas aplicações e também são frequentemente utilizados como marcadores nos estudos de avaliação de pulverizações (GREEN, 2001).

Existem, atualmente, dezenas de diferentes adjuvantes cada qual com uma proposta de ação diferentes, havendo a necessidade da realização de uma pesquisa acurada para se avaliar a ação de cada um desses elementos, pois estes podem alterar o padrão das gotas de pulverização devido a mudanças nas propriedades do líquido, podendo influenciar tanto seu

processo de formação como o comportamento em relação a planta daninha, bem como alterar o risco potencial de deriva da aplicação (OZEKI (2006); MILLER & BUTLER ELLIS (2000) e CUNHA et al. (2003)).

CAPÍTULO I

Deposição e comportamento do herbicida Flumioxazin com adição de adjuvantes na cultura da cebola transplantada

Deposição e comportamento do herbicida Flumioxazin com adição de adjuvantes na cultura da cebola transplantada

RESUMO

O trabalho foi realizado com o objetivo de deposição do herbicida Flumioxazin com ou sem adição de adjuvantes na cultura da cebola transplantada. Dois experimentos foram conduzidos (Safras 2015 e 2016) em campo no Centro de Treinamento de Irrigação (CTI) pertencente a Universidade Estadual de Maringá, na cidade de Maringá-PR. Os tratamentos obedeceram o Delineamento Inteiramente ao Acaso. Os tratamentos foram constituídos por aplicações únicas em ambas as safras do Herbicida Flumioxazin; Flumioxazin com adjuvante Assist+Corante Azul brilhante; Flumioxazin com adjuvante Lanza+Corante Azul brilhante; Flumioxazin com adjuvante Agral+Corante Azul brilhante; Flumioxazin com adjuvante Nitrofix Corante Azul brilhante, e uma testemunha capinada que recebeu aplicação de Agua Corante Azul brilhante. O corante Alimentício Azul brilhante foi adicionado para a realização da determinação da deposição da calda de pulverização sobre o solo e folhas da cultura da cebola, através da análise em espectrofotômetro, regulado para leitura em 650 nm, correspondente ao Corante alimentício azul brilhante. Foi possível constatar que adição dos adjuvantes Assist e Nitrofix na calda de aplicação junto ao Herbicida Flumioxazin, aumentou a deposição sobre o solo. Diante das condições de aplicações ocorridas, o adjuvante Nitrofix se demonstrou mais estável em relação a deposição nas duas safras.

Palavras-chave: Comportamento. Estabilidade. Espectrofotômetro.

Deposition and behavior of the herbicide Flumioxazin with addition of adjuvants in the transplanted onion culture

ABSTRACT

The work was carried out with the objective of deposition of the herbicide Flumioxazin with or without addition of adjuvants in the culture of the transplanted onion. Two experiments were conducted (Safras 2015 and 2016) in the field at the Irrigation Training Center (CTI) belonging to the State University of Maringá, in the city of Maringá-PR. Treatments were completely randomized. The treatments were constituted by unique applications in both crops of Flumioxazin Herbicide; Flumioxazin with Assist adjuvant + Bright blue dye; Flumioxazin with Conjugate Lava + Dye Bright blue; Flumioxazin with Agral adjuvant + Bright blue dye; Flumioxazin with adjuvant Nitrofix Bright Blue Dye, and a weeded control that received application of Bright Blue Dye Water. The bright blue food coloring was added for the determination of the deposition of the spray mixture on the soil and leaves of the onion culture, through the spectrophotometer, regulated for reading at 650 nm, corresponding to the bright blue food colorant. It was possible to verify that addition of Assist and Nitrofix adjuvants in the application flume with the Flumioxazin Herbicide increased the deposition on the soil. In view of the application conditions, the Nitrofix adjuvant was shown to be more stable in relation to the deposition in the two harvests.

Keywords: Behavior. Stability. Spectrophotometer

1 INTRODUÇÃO

O controle das plantas daninhas na cultura da cebola é geralmente efetuado através do controle químico, considerando-se que é uma cultura de ciclo relativamente longo com pequeno espaçamento entre plantas, o que dificulta a capina manual ou mecanizada. O controle químico proporciona melhores resultados na região da linha da cultura, não danifica o sistema radicular e economiza mão de obra, entre outras vantagens (DURIGAN, 2005)

Dentre os herbicidas recomendados para a cultura da cebola, destaca-se o Flumioxazin, um inibidor da PROTOX, do grupo químico Ciclohexenocarboximida de ação não sistêmica.

A Protox está presente na rota de síntese da clorofila e de citocromos, também chamada de rota de síntese de porfirinas ou de tetrapirroles (MEROTTO & VIDAL, 2001). O mecanismo de ação dos herbicidas inibidores da Protox está baseado na inibição da reação de transformação do protoporfirinogênio em protoporfirina. Esta reação é catalizada pela protoporfirinogênio oxidase (PROTOX). Com a inibição desta enzima, presente no cloroplasto, existe um acúmulo de protoporfirinogênio que se desloca do cloroplasto para o citoplasma e em contato com o oxigênio, na presença de luz, forma radicais livres e provoca a peroxidação de lipídeos das membranas.

A aplicação de herbicidas é afetada por muitas variáveis, incluindo a sua estabilidade, solubilidade, incompatibilidade, volatilização, formação de espumas, tensão superficial, viscosidade, densidade, tamanho de gotas, deriva, cobertura, aderência, penetração, entre outras (OLIVEIRA, 2011).

Dentre os métodos utilizados para aumentar ou assegurar a eficácia dos herbicidas está o uso de adjuvantes junto a calda de aplicação. Os adjuvantes são produtos inertes que são adicionados na calda de pulverização para aumentar a eficiência biológica dos ingredientes ativos, melhorando a aderência sobre a superfície foliar, aumentando a absorção foliar do ingrediente ativo (COSTA, 2009).

Os adjuvantes são divididos em dois grupos: os surfactantes que são modificadores das propriedades de superfície dos líquidos (espalhantes, umectantes, dispersantes e aderentes) e os aditivos (óleo mineral, óleo vegetal, sulfato de amônio e ureia) que agem diretamente sobre a cutícula das plantas aumentando a absorção dos produtos.

Para avaliação do depósito de calda de pulverização, existem diversas opções de metodologias, que podem ser através da utilização de alvos artificiais (tiras de papel, lâminas de vidro) colocados próximos aos alvos reais (folhas, caules, solo etc.), uso de papéis sensíveis, que mostram as gotas apenas em função da sensibilidade à umidade. A utilização de corantes

especiais como traçadores, como os corantes fluorescentes (sensíveis sob luz ultravioleta), possibilitando a observação da distribuição, ou corantes solúveis em água, para determinação das quantidades depositadas através de lavagem do material coletado, e o uso da condutividade elétrica, para determinação de concentrações de defensivos agrícolas, que permitem a utilização de alvos reais (RUVÉR, 2005).

Para PALLADINI et al. (2005), o estudo da deposição da pulverização com o uso dos traçadores Azul Brilhante e Saturn Yellow tem-se demonstrado vantajoso devido a sua estabilidade na luz solar e por não serem absorvidos pelas folhas, permitindo, assim, determinações quantitativas e qualitativas, através da quantidade depositada no alvo e a visualização da distribuição, além de ser uma alternativa econômica e fácil de ser usada como traçador, pois apresenta fidelidade para a remoção e quantificação.

Assim sendo o presente trabalho teve como objetivo avaliar a os efeitos da adição de adjuvantes na deposição sobre solo e folhas, na cultura da cebola transplanta.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi dividido em dois experimentos conduzidos a campo nos períodos de julho a novembro de 2015 (safra 1) e abril a outubro de 2016 (safra 2), localizados no Centro Técnico de Irrigação (CTI), pertencente ao Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, Campus sede, sob as coordenadas 23°23'46.42" S de latitude, 53°57'0.0" W de longitude e 509 m de altitude.

A classe de solo da área experimental é Nitossolo vermelho distroférico (EMBRAPA, 2013), a análise textural apresenta granulometria de 122,6 g kg⁻¹ de areia, 120,6 g kg⁻¹ de silte, 756,8 g kg⁻¹ de argila e densidade média do solo de 1,34 mg m⁻³ (TRINTINALHA, 2005).

Com relação às características químicas no ano de 2015, apresentou pH de 6,4 em água; saturação de bases de 75,85%, solo com ausência de Alumínio; 34, 49 g.dm⁻³ de Matéria Orgânica; Fósforo em Melching 95,60 mg. dm⁻³; 4,20% de Potássio.

Com relação às características químicas no ano de 2016, apresentou pH de 7,1 em água; saturação de bases de 83,71%; solo com ausência de Alumínio; 33, 72g.dm⁻³ de Matéria Orgânica, Fósforo em Melching 85,42 mg. dm⁻³; 5,62% de Potássio.

A cultivar utilizada foi a Primavera, cujo o ciclo médio no inverno é de 150 dias, está apresenta bulbos de coloração amarela do tipo globular com diâmetro comercial variando de 60 a 80 mm. Esta tem como recomendação de semeadura entre os meses de abril a julho para a região sul do Brasil.

O delineamento experimental utilizado, foi o Inteiramente ao acaso (DIC), os tratamentos foram aplicados 3 dias após o transplante da muda, sendo estes constituídos de uma Testemunha (apenas água e corante Azul Brilhante na dose de 5g); Herbicida Flumioxazin na dose de 120 g p.c. 100 L⁻¹ + Corante Azul Brilhante (5g), Herbicida Flumioxazin na dose de 120 g p.c. 100 L⁻¹ + Oleo Mineral Assist na dose de 0,5% v/v+ Corante Azul Brilhante (5g); Herbicida Flumioxazin na dose de 120 g p.c. 100 L⁻¹ + Óleo Mineral Lantar na dose de 0,5% v/v+ Corante Azul Brilhante (5g); Herbicida Flumioxazin na dose de 120 g p.c. 100 L⁻¹ + Surfactante Agral na dose de 0,1% v/v+ Corante Azul Brilhante (5g); Herbicida Flumioxazin na dose de 120 g p.c. 100 L⁻¹ + Fertilizante Nitrogenado Nitrofix na dose de 100 mL. 100 L⁻¹ + Corante Azul Brilhante (5g). As informações referentes a ingredientes ativo e classificação de adjuvantes se localiza na Tabela 1.

No ano de 2015 a aplicação dos tratamentos ocorreu no dia 01/09 com início às 09 horas da manhã e temperatura de 29,5°C e umidade relativa de 41%, esta foi finalizada as 11 horas

da manhã com temperatura de 32,2°C e umidade relativa de 40,7%, ao longo da aplicação o vento esteve em média 2,5 km/hora de velocidade.

No ano de 2016, a aplicação dos tratamentos ocorreu no dia 30/06 com início às 10 horas da manhã e temperatura de 21,0°C e umidade relativa de 69 %, esta foi finalizada as 11 horas da manhã com temperatura de 24,1°C e umidade relativa de 59%, ao longo da aplicação o vento esteve em média 12 km/hora de velocidade.

Neste experimento foram avaliadas, a deposição dos tratamentos sobre o solo e sobre as folhas da cultura da cebola e o comportamento destas sobre folhas de cebola no momento e 5 minutos após sua aplicação.

Para avaliações da deposição sobre o solo, foram dispostos dois recipientes por parcela, com 81 cm² de área cada, um dos recipientes foi posto na linha e o outro na entrelinha ao acaso de cada parcela, após a aplicação de cada um dos tratamentos estes eram retirados do local, tampados e levados ao laboratório para análise posterior.

No laboratório, estes recipientes foram abertos, e com 100 mL de água destilada, foi realizada lavagem destes, o conteúdo (solução) desta lavagem foi transferida para potes identificados e então encaminhados para análise no espectrofotômetro para determinar a quantidade de calda depositada ($\mu\text{ cm}^{-2}$).

Para a avaliação da deposição dos tratamentos sobre área foliar das plantas, foram coletadas 5 plantas de cada parcela (corte rente ao solo da planta por inteiro) e estas armazenadas em sacos plásticos identificados com número do tratamento. Em laboratório cada planta foi lavada com 100 mL de água destilada por cerca de 1 minuto, e então como ocorreu com solução dos recipientes do solo, o conteúdo resultante desta lavagem foi armazenado para avaliação no espectrofotômetro. As folhas de cada planta, foram submetidas a análise de área foliar, medidor de área foliar de bancada da marca LI-COR Bosnienses, pertencente ao NAPD (Núcleo de Estudos Avançados em Ciência das Plantas daninhas).

No laboratório de plantas medicinais, as análises no espectrofotômetro foram realizadas, cabibrando este para a faixa de 650 nanômetros, faixa que o corante adicionado aos tratamentos é identificado conforme especificações do fabricante, com isso foi possível determinar a quantidade de calda de cada tratamento presente nas folhas de cebola e o solo, o valor de cada amostra foi anotado em uma planilha e convertidos em volume de calda por área foliar ($\mu\text{L cm}^{-2}$) e volume de calda por área de solo.

Além destas avaliações também foi realizada em laboratório, uma avaliação do comportamento da gota de cada um dos tratamentos sobre a folha da cebola, para isso foram coletadas folhas antes da aplicação dos tratamentos em campo, e sobre estas com auxílio de um conta gotas, foi colocada uma gota de cada um dos tratamentos analisados sobre a lentes da Lupa Leica EZ4HD para que o comportamento desta pudesse ser analisado com maior precisão, através do software de medidas embutido na Lupa Leica EZ4HD .

Tabela 1. Características dos adjuvantes adicionados ao herbicida Flumioxazin. Maringá,2017.

Composição adjuvante (i.a.)	Indicação de Uso	Formulação	Dose (%v/v)
Óleo Mineral (756 g /L) –Nome Comercial Assist	Dispersante Adesivo	Concentrado Emulsionavel	0,5
Alquil ester etoxilado do ácido fósfórico (280 g/L)- Nome Comercial: Lanzar	---	---	0,5
Nonil fenoxi poli (etilenoxi) etanol (200 g/L)-Nome comercial: Agral	Dispersante Adesivo	Concentrado Solúvel	0,1
Sulfato de amônio (1150 g/L) - Nome comercial: Nitrofix	---	---	0,1

Os dados de deposição e produtividade foram primeiramente submetidos aos testes de homogeneidade de variâncias e normalidade dos erros, em seguida dados foram submetidos ao teste T (LSD) a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliações deposição sobre folhas e solo na cultura da cebola transplantada

Analisando as variáveis estudadas, pode-se observar diferenças significativas entre a deposição da calda de pulverização nas linhas de plantio nos dois anos de experimentos, em que o a adição do adjuvante Assist se destacou com a maior deposição. No ano de 2015 o adjuvante Nitrofix, foi equivalente ao adjuvante Assist em relação a deposição na linha de plantio.

Ainda analisando a deposição sobre o solo, quando aplicado o teste de médias na variável entre linha, pode-se observar que no ano de 2016, o adjuvante Assist se destacou-se novamente com uma deposição superior à dos demais tratamentos testados, apresentando $4,83 \mu\text{L cm}^{-2}$ e os demais tratamentos apresentaram valores médios de $3,12$ a $3,24 \mu\text{L cm}^{-2}$ e a testemunha (água+corante) valor médio de $2,85 \mu\text{L cm}^{-2}$. Em geral, aumentando a quantidade de herbicida depositado sobre o organismo alvo ou melhorando a uniformidade da pulverização sobre o dossel tem-se como resultado o melhor controle da planta daninha (McMULLAN, 2000).

Assist é um óleo mineral composto de uma mistura de hidrocarbonetos parafínicos, ciclo parafínicos e aromáticos saturados e insaturados provenientes da destilação do petróleo, com em média 17% de surfactantes não iônicos. Este tipo de adjuvante, segundo KOGAN (2003) pode ajudar a diminuir volatilidade e a fotodegradação de alguns herbicidas. Pensando nestas características, pode-se correlacionar que possivelmente a calda deste tratamento, sofreu uma menor volatilização e conseqüentemente, maior tempo de vida ativa o que refletiu em uma maior deposição sobre o solo.

Em relação a deposição sobre as folhas o adjuvante Nitrofix, se demonstrou o mais estável em relação a deposição nos dois anos de experimento, mesmo ocorrendo diferentes condições climáticas entre as aplicações. O modo de ação dos adjuvantes nitrogenados ainda não é totalmente esclarecido. MACISAAC et al. (1991) comentam que a adição de sulfato de amônio à calda promove alteração na morfologia das gotas e atrasa ou previne a cristalização do glifosato na superfície foliar.

A adição do adjuvante Assist apresentou-se equivalente a adição do adjuvante Lanza e com o herbicida Flumioxazin, apresentando as menores deposições sobre as folhas no ano de 2016.

Relacionando as condições climáticas que ocorreram durante a aplicação dos tratamentos nos dois anos de experimentos, convém associar a menor deposição no ano de 2016

com a deriva. Pois os fatores temperatura e umidade relativa do ar no ano de 2016 estavam mais adequadas para a aplicação de acordo com Nuyttens et al. (2006) constataram, a partir de 27 aplicações simuladas de agrotóxicos realizadas a campo, que o aumento da umidade relativa e na diminuição na temperatura resultaram na redução da deriva. Enquanto que uma maior velocidade do vento tem uma relação direta com aumento da deriva (Miller 1993, 2004)

A deriva representa um dos problemas mais sérios que podem ocorrer durante as aplicações de defensivos agrícolas. As gotas de pulverização, ao percorrer a distância entre o pulverizador e o alvo, podem ser arrastadas pelo vento e pelas correntes aéreas ascendentes. Pode-se identificar como uma das causas de tal diferença entre as deposições entre os anos, a velocidade do vento, em que no ano de 2016 estava em torno de 10km/hora superior ao ano de 2015, assim o produto que devia ser depositado sobre a parcela pode ter sido na verdade depositado sobre as cortinas laterais no momento da aplicação.

Tabela 2. Deposição resultante da aplicação dos tratamentos sobre as linhas, entrelinhas e folhas da cultura da cebola nos anos de 2015 e 2016. Maringá, 2017.

Tratamentos	Dose	Deposição sobre solo nas linhas ($\mu\text{L cm}^{-2}$)		Deposição sobre solo nas entrelinhas ($\mu\text{L cm}^{-2}$)		Deposição sobre as folhas da cebola ($\mu\text{L cm}^{-2}$)	
		2015	2016	2015	2016	2016	2016 ¹
Nome Comum	(g p.c./ 100 L)						
1-Testemunha capinada	---	9,42 ab	1,63	28,44 a	18,23 ab	2,85 a	1,63
2-Flumioxazin	120	8,74 ab	1,88 ab	32,32 a	4,97 c	3,13 a	1,88 ab
3- Flumioxazin + Assist	120 + 0,5 %	10,84 b	2,02 b	23,66 a	4,29 c	4,83 b	2,02 b
4- Flumioxazin + Lanzar	120 + 0,5%	7,58 a	1,91 ab	28,91 a	5,20 c	3,12 a	1,91 ab
5- Flumioxazin + Agral	120+ 0,1%	7,13 a	1,91ab	15,50 a	5,81 bc	3,24 a	1,91ab
6- Flumioxazin + Nitrofix	120+ 0,1%	11,32 b	1,62 a	24,25 a	20,54 a	3,16 a	1,62 a
F _{calculado}		2,97	1,09 ^{NS}	0,643 ^{NS}	2,67*	4,48*	1,85
CV%		26,25	26,24	156,90	252,86	24,14	16,34
DMS		2,84	2,57	20,40	12,70	0,96	0,35

* Médias seguidas na linha pela mesma letra não diferem entre si pelo teste *t* a 5% de probabilidade (p 0,05).

3.2 Avaliação comportamento de gotas

Para auxiliar o entendimento do comportamento das gotas provenientes das caldas dos tratamentos, foram realizadas observações do diâmetro das gotas sobre as folhas até 5 minutos após a aplicação destas.

O que foi possível observar que quando aplicado apenas água e água com o herbicida Flumioxazin a dispersão da gota sobre a folha foi mínima, enquanto que com a adição de adjuvantes foi clara a dispersão das gotas sobre a folha após cinco minutos da aplicação.

A maior dispersão das gotas quando aplicado adjuvantes em conjunto com herbicida deve-se, principalmente, a alteração da tensão superficial, o que influencia na porcentagem de gotas que são retidas pelas folhas e o espalhamento dessas gotas sobre a superfície vegetal (SANTOS, 2007). Em todos os casos, a adição de adjuvante apresentou gotas com uma maior área de contato do que quando aplicado o herbicida de forma isolada, o que confirma a alteração da tensão superficial da calda pulverização. O óleo mineral Assist foi o que visualmente apresentou maior dispersão da gota sobre a folha da cebola (Figura 3). O que está de acordo com NALEWAJA et al. (1994), que afirma que os óleos minerais melhoram o desempenho dos herbicidas devido ao maior espalhamento do produto, face a menor tensão superficial proporcionada por surfactantes presentes em sua formulação, conseqüentemente está calda não permaneceu tempo suficiente nas folhas para que ocorresse a absorção do herbicida pela cultura, e este foi depositado em maior quantidade no solo.

Outro adjuvante de destaque em relação a variação do diâmetro das gotas, é o adjuvante Nitrogenado Nitrofix, que apresentou uma variação de 65% (Tabela 3), e como ocorreu com o óleo mineral Assist, e esta possivelmente resultou em uma maior deposição no solo, devido ao escorrimento da calda, mesmo que estes adjuvantes apresentem composições e modos de ação diferentes.

Tabela 3. Diâmetros das gotas quando aplicados os tratamentos e em 5 minutos após a aplicação dos tratamentos e porcentagem de dispersão das gotas em 5 minutos. Maringá, 2017.

Tratamentos	Dose	Diâmetro gotas		Porcentagem de variação (%)
		Momento da aplicação	5 minutos após a aplicação	
Nome Comum	(g p.c./ 100 L)			
1-Testemunha capinada	---	5,25	5,80	10,5
2-Flumioxazin	120	4,58	4,40	0
3- Flumioxazin + Assist	120 + 0,5 %	6,79	13,51	99,00
4- Flumioxazin + Lanzar	120 + 0,5%	7,83	8,81	12,5
5- Flumioxazin + Agral	120+ 0,1%	7,32	9,77	33,5
6- Flumioxazin + Nitrofix	120+ 100 ml/100L	5,30	8,77	65,5

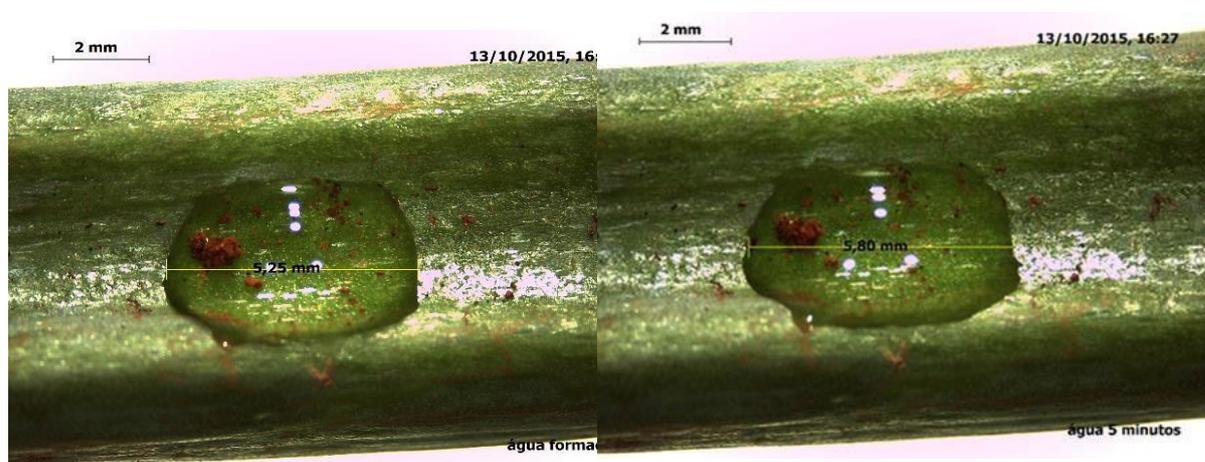


Figura 1. Comportamento da água sobre a folha da cebola no instante da aplicação da gota e em 5 minutos após a aplicação desta.

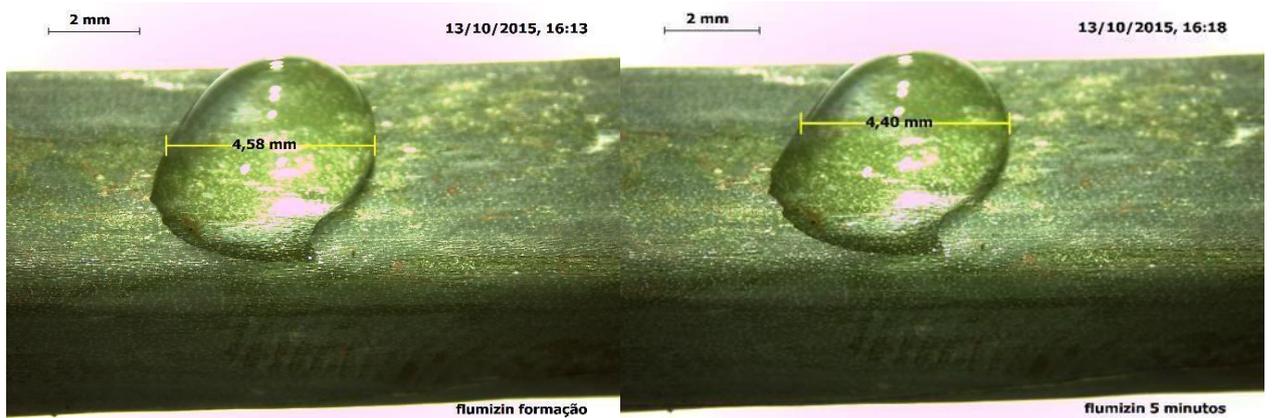


Figura 2. Comportamento do Herbicida Flumioxazin sobre a folha da cebola no instante da aplicação da gota e em 5 minutos após a aplicação desta.



Figura 3. Comportamento do Herbicida Flumioxazin com o adjuvante Lanza sobre a folha da cebola no instante da aplicação da gota e em 5 minutos após a aplicação desta.

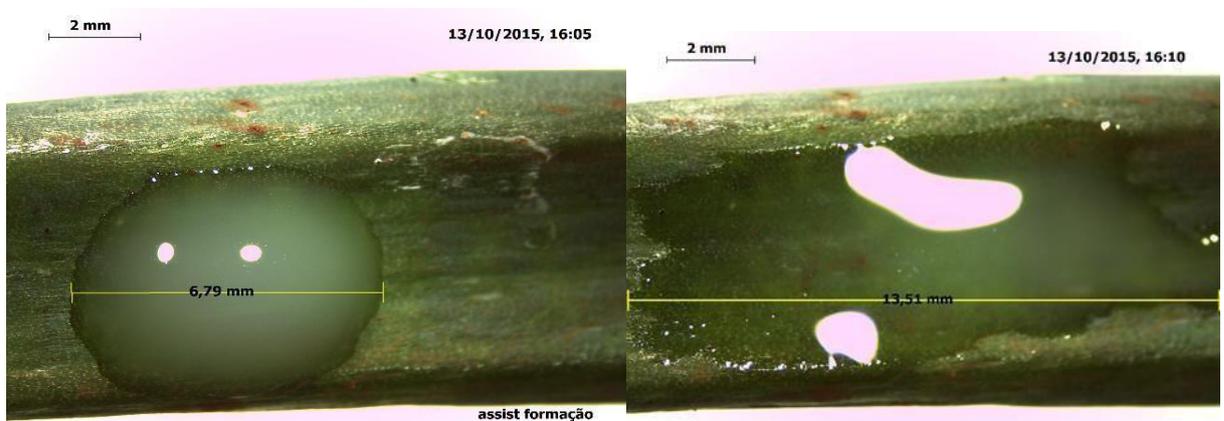


Figura 4. Comportamento do Herbicida Flumioxazin com o adjuvante Assit sobre a folha da cebola no instante da aplicação da gota e em 5 minutos após a aplicação desta.



Figura 5. Comportamento do Herbicida Flumioxazin com o adjuvante Agral sobre a folha da cebola no instante da aplicação da gota e em 5 minutos após a aplicação desta.



Figura 6. Comportamento do Herbicida Flumioxazin com o adjuvante Nitrofix sobre a folha da cebola no instante da aplicação da gota e em 5 minutos após a aplicação desta.

4 CONCLUSÕES

Neste trabalho, conforme as condições estudadas, equipamentos utilizados, resultados e discussões apresentadas permitiram concluir que, a Adição dos adjuvantes Assist (óleo mineral) e Nitrofix (sulfato de amônio) aumentaram de forma significativa a deposição da calda sobre o solo em relação a adição de outros adjuvantes, ao herbicida Flumioxazin utilizado de forma isolada, bem como a testemunha. E dentre estes dois adjuvantes o Nitrofix se demonstrou mais estável quanto a deposição em diferentes condições climáticas ocorridas durante a aplicação dos tratamentos nos dois anos de experimento.

CAPÍTULO II

Seletividade da adição de adjuvantes ao herbicida Flumioxazin na cultura da
cebola transplantada

Seletividade da adição de adjuvantes ao herbicida Flumioxazin na cultura da cebola transplantada

RESUMO

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a seletividade da adição de diferentes adjuvantes ao herbicida Flumioxazin na cultura da cebola transplantada. Dois experimentos foram conduzidos (Safras 2015 e 2016) em campo no Centro de Treinamento de Irrigação (CTI) pertencente a Universidade Estadual de Maringá, na cidade de Maringá-PR. Os tratamentos obedeceram o Delineamento Inteiramente ao Acaso. Os tratamentos foram constituídos por aplicações únicas em ambas as safras do Herbicida Flumioxazin; Flumioxazin com adjuvante Assist+Corante Azul brilhante; Flumioxazin com adjuvante Lanza+Corante Azul brilhante; Flumioxazin com adjuvante Agral+Corante Azul brilhante; Flumioxazin com adjuvante Nitrofix Corante Azul brilhante, e uma testemunha capinada que recebeu aplicação de Água Corante Azul brilhante. Para avaliação de fitointoxicação foram feitas avaliações visuais conforme a Escala Conceitual da European Weed Research Community (EWRC, 1964), sendo finalizadas quando as folhas mais novas da cultura não apresentaram mais sintomas visuais de fitointoxicação devido a aplicação dos tratamentos. As injúrias foram observadas com a auxílio da Lupa Leica EZ4HD, sob diferentes aumentos, para que houvesse maior compreensão da ação dos tratamentos sobre a cultura. Através dos dados obtidos, conclui-se que a adição de adjuvantes Assist, Agral e Nitrofix apresentaram injúrias com a mesma intensidade que o herbicida, todos apresentando recuperação após 21 (2015) e 07 (2016) dias após a aplicação dos tratamentos.

Palavras-chave: *Allium cepa* L. Injúrias. Intensidade.

Selectivity of addition of adjuvants to the herbicide Flumioxazin in transplanted onion

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the selectivity of the addition of different adjuvants to the herbicide Flumioxazin in the transplanted onion culture. Two experiments were conducted (Safras 2015 and 2016) in the field at the Irrigation Training Center (CTI) belonging to the State University of Maringá, in the city of Maringá-PR. Treatments were completely randomized. The treatments were constituted by unique applications in both crops of Flumioxazin Herbicide; Flumioxazin with Assist adjuvant + Bright blue dye; Flumioxazin with Conjugate Lava + Dye Bright blue; Flumioxazin with Agral adjuvant + Bright blue dye; Flumioxazin with Nitrofix adjuvant Bright blue dye, and a weed control that received application of Bright Blue Dye Water. For visual evaluation of phytotoxications, visual evaluations were made according to the Conceptual Scale of the European Weed Research Community (EWRC, 1964), being finalized when the leaves of the culture did not present any more visual symptoms of phytotoxication due to the application of treatments. The insults were observed with the help of the Leica EZ4HD Lupa, under different magnifications, so that there was greater understanding of the action of the treatments on the culture. Through the data obtained, it was concluded that the addition of Assist, Agral and Nitrofix adjuvants presented insults with the same intensity as the herbicide, all of them recovering after 21 (2015) and 07 (2016) days after the application of the treatments.

Keywords: *Allium cepa* L. Injury. Intensity.

1. INTRODUÇÃO

Diversos fatores podem causar perdas na produtividade da cebola, como pragas, doenças e as plantas daninhas. As plantas daninhas em especial podem comprometer a produtividade drasticamente, podendo atingir até 100% de perdas de bulbos comercializáveis (BOND & BURSTON, 1996 e SOUZA, 2016).

A cultura da cebola é muito sensível à interferência das plantas daninhas, em razão da disposição ereta das folhas cilíndricas, porte baixo e lento desenvolvimento inicial das plantas, características que proporcionam baixa capacidade de sombreamento do solo, com baixo poder competitivo, permitindo a germinação de plantas infestantes durante do ciclo cultural (FERREIRA et.al., 2000).

Dentre os métodos utilizados para o controle de plantas daninhas na cultura da cebola, está o uso de herbicidas, estes devem ser seletivos em relação a cultura para que não ocorra sintomas de fitotoxicidez como deformações morfológicas e com isto ao invés de contribuir para melhor produção seja a causa da sua queda (ZAGONEL et al 2000).

Flumioxazin é um dos herbicidas registrados para a cultura da cebola, este tem como modo de ação a inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) presente nos cloroplastos, causando a peroxidação de lipídios das membranas, levando à necrose e à morte das plantas. Esse produto atua por contato quando aplicado em préemergência, devido a sua baixa solubilidade e a alta adsorção na matéria orgânica, forma uma barreira na superfície do solo, na qual as plântulas que emergem acabam entrando em contato com o produto (MARTINS, 2012).

Dentre referencias consultadas, autores como Durigan (2005), utilizando o herbicida Flumioxazin em pré-emergência na cultura da cebola em doses de 0,080 a 0,180 kg. ha⁻¹, observaram leves necroses nos ponteiros, com recuperação até os 49 dias após a aplicação.

Dentre os métodos utilizados para aumentar ou assegurar a eficácia dos herbicidas está o uso de adjuvantes junto a calda de aplicação. Os adjuvantes são produtos inertes que são adicionados na calda de pulverização para aumentar a eficiência biológica dos ingredientes ativos, melhorando a aderência sobre a superfície foliar, aumentando a absorção foliar do ingrediente ativo.

Desta forma, o aumento na deposição de gotas e da absorção pode proporcionar melhores níveis de controle das plantas daninhas e contribuir para a redução da dose do herbicida (SOUZA et al., 2007; MACIEL et al., 2010). Em contra partida, a tolerância da cultura ao herbicida pode ser reduzida pela a ação dos adjuvantes, uma vez que, a determinação

da seletividade pode ser dependente da dose absorvida do herbicida e da capacidade da planta em metabolizar o ingrediente ativo.

Assim, objetivou-se avaliar a seletividade do herbicida Flumioxazin aplicado com diferentes adjuvantes na cultura da cebola transplantada.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi dividido em dois experimentos conduzidos a campo nos períodos de julho a novembro de 2015 (safra 1) e abril a outubro de 2016 (safra 2), localizados no Centro Técnico de Irrigação (CTI), pertencente ao Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, Campus sede, sob as coordenadas 23°23'46.42" S de latitude, 53°57'0.0" W de longitude e 509 m de altitude.

No local de instalação do experimento o solo foi classificado como Nitossolo Vermelho Distroférico. Com relação às características químicas no ano de 2015, apresentou pH de 6,4 em água; saturação de bases de 75,85%, solo com ausência de Alumínio; 34,49 g.dm⁻³ de Matéria Orgânica; Fósforo em Melching 95,60 mg. dm⁻³; 4,20% de Potássio.

Com relação às características químicas no ano de 2016, apresentou pH de 7,1 em água; saturação de bases de 83,71%; solo com ausência de Alumínio; 33, 72g.dm⁻³ de Matéria Orgânica, Fósforo em Melching 85,42 mg. dm⁻³; 5,62% de Potássio.

A cultivar utilizada foi a Primavera (Isla Sementes), cujo o ciclo médio no inverno é de 150 dias, está apresenta bulbos de coloração amarela do tipo globular com diâmetro comercial variando de 60 a 80 mm, com recomendação de semeadura entre os meses de abril a julho para a região sul do Brasil.

O transplante das mudas foi realizado quando estas se encontravam com 2 a 3 folhas verdadeiras e cerca de 20 cm de altura, mantendo espaçamento entre linhas de 0,25 m, e 0,07 m entre plantas. Ambas as safras foram transplantadas manualmente em 29/08/2015 e 27/06/2016.

O delineamento experimental utilizado foi o Inteiramente ao acaso (DIC). Três dias após o transplante das mudas, foi realizada a aplicação dos tratamentos, este sendo constituídos de uma Testemunha (apenas água e corante Azul Brilhante na dose de 5g); Herbicida Flumioxazin na dose de 120 g p.c. 100 L⁻¹ + Corante Azul Brilhante (5g), Herbicida Flumioxazin na dose de 120 g p.c. 100 L⁻¹ + Óleo Mineral Assist na dose de 0,5% v/v+ Corante Azul Brilhante (5g); Herbicida Flumioxazin na dose de 120 g p.c. 100 L⁻¹ + Óleo Mineral Lantar na dose de 0,5% v/v+ Corante Azul Brilhante (5g); Herbicida Flumioxazin na dose de 120 g p.c. 100 L⁻¹ + Surfactante Agral na dose de 0,1% v/v+ Corante Azul Brilhante (5g); Herbicida Flumioxazin na dose de 120 g p.c. 100 L⁻¹ + Fertilizante Nitrogenado Nitrofix na dose de 100 mL. 100 L⁻¹+ Corante Azul Brilhante (5g).

No ano de 2015 a aplicação dos tratamentos ocorreu no dia 01/09 com início às 09 horas da manhã e temperatura de 29,5°C e umidade relativa de 41%, esta foi finalizada as 11 horas

da manhã com temperatura de 32,2°C e umidade relativa de 40,7%, ao longo da aplicação o vento esteve em média 2,5 km/hora de velocidade.

No ano de 2016, a aplicação dos tratamentos ocorreu no dia 30/06 com início às 10 horas da manhã e temperatura de 21,0°C e umidade relativa de 69 %, esta foi finalizada as 11 horas da manhã com temperatura de 24,1°C e umidade relativa de 59%, ao longo da aplicação o vento esteve em média 12 km/hora de velocidade.

Para avaliar seletividade e controle foram realizadas avaliações visuais aos 07, 14 e 21 dias após a aplicação dos tratamentos no ano de 2015, 03 e 07 dias no ano de 2016. A atribuição de notas foi acordo com os sintomas apresentados pelas plantas, sendo utilizada a escala de EWRC, 1964 (Tabela 2), As avaliações foram finalizadas quando plantas não demonstraram mais sinais de toxicidade nas folhas novas.

Tabela 1. Índice de avaliação e sua descrição de fitointoxicação (Escala EWRC, 1964).

Índice de avaliação	Descrição da fitointoxicação
1	Sem dano
2	Pequenas alterações (descoloração, deformação) visíveis em algumas plantas
3	Pequenas alterações visíveis em muitas plantas (clorose e encarquilhamento)
4	Forte descoloração ou razoável deformação, sem ocorrer necrose
5	Necrose em algumas folhas, acompanhada de deformação em folhas e brotos
6	Redução no porte das plantas, encarquilhamento e necrose de folhas
7	Mais de 80% de folhas destruídas
8	Danos extremamente graves. Sobrando pequenas áreas verdes nas plantas
9	Morte na planta

Fonte: Escala Conceitual da European Weed Research Community (EWRC, 1964).

Em média 3 dias a aplicação dos produtos, foram coletadas 3 folhas aleatórias das plantas centrais de cada parcela e estas foram levadas ao laboratório para análise dos sintomas de fitointoxicação de cada um dos tratamentos com auxílio da Lupa Leica EZ4HD com aumentos variando de 12 a 25.

A avaliação de produtividade foi realizada, quando 60% das plantas de cebola apresentar o chamado “estalo”, o que indica o ponto de colheita e assim garantia de melhor produtividade. Após a colheita as cebolas foram postas para realização da cura em ambiente protegido, para que não houvesse a interferência da chuva, após uma semana, os bulbos foram submetidos ao processo de limpeza (toalete), pesagem e classificação, de acordo com o diâmetro transversal (CEAGESP, 2001), em classe 5 (diâmetro maior que 9 cm), classe 4 (diâmetro entre 7 e 9 cm), classe 3 (diâmetro entre 7 e 5 cm), classe 2 (diâmetro entre 5 e 3,5 cm) e refugo (diâmetro menor que 3,5 cm),

Foi montado um classificador com caixas de papelão, sendo utilizadas no total 5 caixas, cada caixa com 4 furos circulares no fundo com diâmetros de classificação, sendo cada caixa com diâmetro da classe específica (Figura 1), formando assim um sistema de peneiras. Para a classificação iniciou-se com caixa de maior diâmetro (9,0 cm) até chegar no menor diâmetro (3,5 cm), as cebolas que ficavam em cada caixa eram pesadas em uma balança de precisão.



Figura 1. Estrutura montada para a classificação dos bulbos.

Os dados de deposição e produtividade foram primeiramente submetidos aos testes de homogeneidade de variâncias e normalidade dos erros, em seguida dados foram submetidos ao teste T (LSD) a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DICUSSÃO

3.1 Fitointoxicação na cultura da cebola transplantada devido a adição de adjuvantes ao herbicida Flumioxazin.

Em ambos os experimentos, foram observados sintomas de fitointoxicação nas folhas das plantas de cebola, estes apresentaram-se variáveis em duração e intensidade entre os dois anos de experimento, isto pode ser atribuído as diferenças climáticas na hora da aplicação dos tratamentos entre os anos, principalmente em relação a velocidade do vento, 2,5 km. hora⁻¹ em 2015 e 12 km. hora⁻¹ em 2016. Logo em uma maior velocidade vento pode ter ocorrido à deriva durante aplicação o que inferiu sobre a quantidade de calda que foi depositada sobre a folhas de cebola.

No ano de 2015, os sintomas de fitointoxicação foram visíveis até 21 dias após a aplicação dos tratamentos, enquanto que no ano de 2016, sintomas obtiveram inicialmente as mesmas características em relação a intensidade mas estes não eram mais visíveis a partir de 7 dias após a aplicação dos tratamentos.

Entre os tratamentos, a adição do adjuvante Lanza ao herbicida flumioxazin apresentou a maior quantidade e intensidade de injúrias nas plantas até 14 dias após aplicação dos tratamentos no ano de 2015 e até 03 dias no ano de 2016, sendo visíveis amarelecimentos, necroses e encarquilhamentos nas folhas, e em maior parte das plantas de cada parcela. Lanza é um óleo mineral com cerca de 40% de surfactantes não iônicos, diferente do Assist pela qual esta porcentagem é de 17%. A maior porcentagem de surfactantes não iônicos pode ser umas das razões pela qual a intensidade da fitointoxicação foi maior quando aplicado o adjuvante Lanza, pois, surfactantes não iônicos promovem uma maior absorção da calda.



Figura 2. Danos causados nas folhas de cebola devido ao adjuvante Lanza.

Os demais tratamentos com adição de adjuvantes apresentaram notas de fitointoxicação semelhantes as notas do tratamento apenas com o herbicida Flumioxazin, entretanto, nas amostras de folhas coletadas as injúrias causadas pela adição de adjuvantes se demonstraram diferentes, em questão de formato e severidade.

O observado na avaliação do comportamento das gotas, e na avaliação das injúrias em laboratório (**Figura 3**), os resultados para o herbicida Flumioxazin vão de acordo com o relatado por Dias (2015), os inibidores da Protox, causam necroses foliares no formato das gotículas de pulverização, devido a estes herbicidas terem pouca ou nenhuma translocação nas plantas.



Figura 3. Danos causados nas folhas de cebola pelo herbicida Flumioxazin.

Quando adicionado o adjuvante Assist a calda de pulverização junto ao herbicida Flumioxazin, foram observadas em campo amarelecimento das folhas e algumas necroses principalmente nas pontas das folhas, e em laboratório foram observadas injúrias de tamanho variado.

Em relação a adição de adjuvante Agral, as injúrias causadas por este quando adicionado a calda de pulverização junto ao herbicida Flumioxazin, deve-se a sua característica de ser um espalhante adesivo. Em campo os sintomas de fitointoxicação eram necroses de tamanho

variado mas sempre com formatos mais alongados do que quando aplicado apenas o herbicida Flumioxazin, as plantas também apresentavam amarelecimento das folhas e algumas necroses nas pontas das folhas.

Espalhantes adesivos tem entre suas características a maior propagação e biodisponibilidade dos ingredientes ativos, que alteram a cera das cutículas das plantas, ou outros componentes da área alvo, permitindo uma maior molhabilidade (MENDONÇA, 2007). Isto justifica, a presença de necroses de formato mais oblongo (Figura 4), do que em comparação com a necroses causadas pelo uso do herbicida sozinho em que as dispersões das gotículas da calda de pulverização são mínimas.



Figura 4. Danos causados nas folhas de cebola pelo adjuvante Agral.

O modo de ação dos adjuvantes com base em nitrogênio sobre o comportamento da calda de pulverização quando aplicados junto com herbicida ainda não é totalmente explicado, acredita-se que estes facilitam a penetração foliar, mediante ao um mecanismo diferente da redução da tensão superficial, bem como prologam o umedecimento da superfície foliar e assim diminuindo o secamento das gotas (SANTOS, 2007). Muitos autores correlacionam o aumento da eficiência de herbicidas como glifosato quando se adiciona sulfato de amônio com a acidificação da calda. Pois, o pH da calda interfere na atividade herbicida e na facilidade de penetração cuticular e solubilidade das moléculas (MCCORMICK, 1990; GREEN e CAHILL, 2003). Para herbicidas ácidos fracos, como é o caso do glifosato, a redução do pH resulta em melhor eficácia, visto que moléculas menos ionizadas atravessam a cutícula e a membrana plasmática com maior facilidade (NALEWAJA e MATYSIAK, 1993). Entretanto, não foi verificada redução do pH da calda quando adicionado o adjuvante Nitrofix, este se manteve estável. Carvalho (2010), atribuiu a redução do pH da calda de pulverização a ação tamponante do herbicida glifosato.

Em campo os sintomas eram de amarelecimento e algumas necroses, em laboratório com auxílio da Lupa Leica EZ4HD foi possível observar que as necroses formadas ao longo das folhas (Figura 5) eram significativamente maiores em relação a causada pelo o Herbicida Flumioxazin de forma isolada.

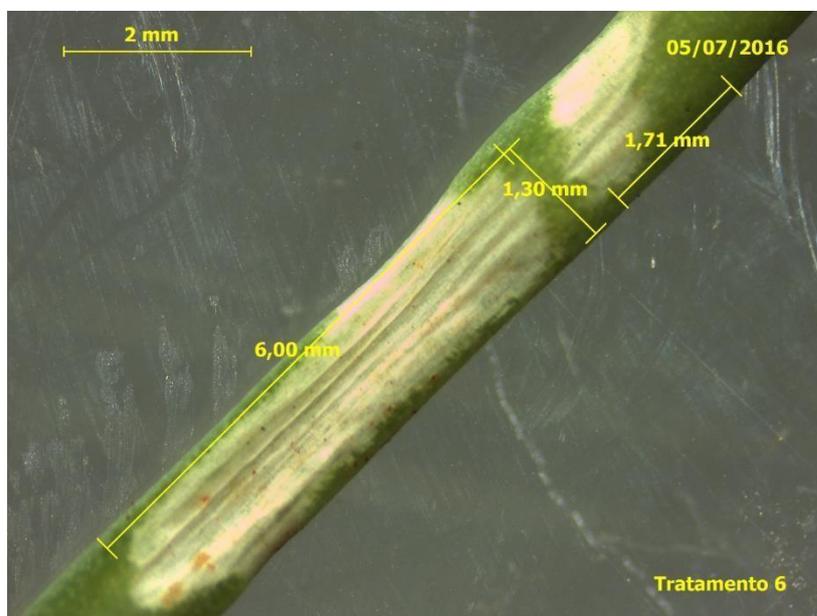


Figura 5. Danos causados nas folhas de cebola pelo Adjuvante Nitrofix

Pensando em escala de maior fitointoxicação para o menor, o adjuvante Lanza foi o que causou maior número de injúrias, nas plantas de cebola, enquanto que os tratamentos com os adjuvantes Assist, Agral e Nitrofix se assemelharam ao herbicida Flumioxazin quando usado de forma isolada.

Tabela 2. Notas Fitointoxicação, na cultura da cebola cultivar Primavera transplantada, aos 08, 14 e 21 dias após a aplicação dos tratamentos safra de 2015. Maringá – PR, 2017.

Tratamentos	Dose	Fitointoxicação (Escala EWRC)		
		08 DAA	14 DAA	21 DAA
Nome Comum	(g p.c./ 100 L)			
1-Testemunha capinada	---	0,0	0,0	0,0
2-Flumioxazin	120	5,0	4,3	1,8
3- Flumioxazin + Assist	120 + 0,5 %	5,5	4,3	1,8
4- Flumioxazin + Lanza	120 + 0,5%	6,0	5,3	1,5
5- Flumioxazin + Agral	120+ 0,1%	5,5	4,6	1,0
6- Flumioxazin + Nitrofix	120+ 100 ml/100L	5,5	4,6	1,8

+ = mistura em tanque; i.a. = ingrediente ativo.

Tabela 3. Notas de Fitointoxicação, na cultura da cebola cultivar Primavera transplantada, aos 03 e 08 dias após a aplicação dos tratamentos safra de 2016. Maringá – PR, 2017.

Tratamentos	Dose	Fitointoxicação (Escala EWRC)	
		03 DAA	07 DAA
Nome Comum	(g p.c./ 100 L)		
1-Testemunha capinada	---	0,0	0,0
2-Flumioxazin	120	4,8	2,0
3- Flumioxazin + Assist	120 + 0,5 %	5,0	2,2
4- Flumioxazin + Lanzar	120 + 0,5%	6,0	2,6
5- Flumioxazin + Agral	120+ 0,1%	4,6	2,5
6- Flumioxazin + Nitrofix	120+ 100 ml/100L	4,8	2,5

+ = mistura em tanque; i.a. = ingrediente ativo.

3.2 Produtividade

No ano de 2015, não foi possível a realização da classificação dos bulbos conforme a CEAGESP, em virtude da alta pluviosidade que ocorreu no mês de novembro, chegando a 309 mm, em decorrência do excesso de água e as altas temperaturas, muitas das plantas foram infectadas pela bactéria *Pectobacterium carotovorum* subsp *carotovorum*, esta é o agente causador da Podridão mole, que deixa o tecido infectado com uma aparência vitrificada e encharcada, com uma cor creme. É comum a podridão ficar isolada em algumas escamas, com as escamas vizinhas permanecendo saudáveis. Com o passar do tempo, a infecção avança para uma podridão mole característica, escurece e emite mal cheiro, muito em função da invasão de bactérias saprófitas. Como ação protetiva contra esta bactéria foram realizadas aplicações Kazugamicina + oxiclreto de cobre nas proporções 100:100 g/L semanalmente, entretanto não foi o suficiente para evitar perdas nas qualidade e tamanho dos bulbos.

No ano de 2016 foi possível realizar a avaliação de classificação e produtividade, pois o clima foi o mais adequado para a cultura a ocorrência da *P. carotovorum* subps *carotovorum* não causou perdas significativas como ocorreu no ano anterior. Foi então possível analisar que não houveram diferenças estatisticamente significativas quando analisada a produtividade total e nem quando analisada as classes separadamente com exceção da classe 2. Na classe 2 em que os bulbos apresentam tamanho de 35 a 50 mm a adição do adjuvante Assist foi significativamente superior em relação a adição do adjuvante Agral (Tabela 4).

Na Tabela 5 são apresentadas as porcentagens de bulbos de diferentes classes em relação ao peso total da produção de cada tratamento. Pensando comercialmente para venda in natura da cebola, as classes de maior importância e maior valor agregado são as classes 3 (60 a 70 mm) e 4 (70 a 90 mm), dentro dos tratamentos estudados os que apresentaram maiores porcentagens de bulbos nestas classes, foram os com adição dos adjuvantes Lanza e Agral e quando aplicado o herbicida de forma isolada, com porcentagens de 20,02%, 22,83% respectivamente.

Entretanto é importante analisar que uma maior porcentagem referente a estes adjuvantes pode vir a interferir na produtividade total e conseqüentemente a não refletir economicamente para o produtor o benefício de aplicar estes em relação ao adjuvante Assist por exemplo, apresentou uma produtividade final semelhante à quando o herbicida Flumioxazin foi aplicado de forma isolada e apresentou 3,72 toneladas dentro da sua produtividade final , enquanto que Agral e Lanza em média apresentaram 2,50 toneladas.

Analisando, as porcentagens entre as classes 3 e 4, as de maior valor comercial, o uso do adjuvante Nitrofix não se mostrou interessante, pois mesmo apresentando uma produtividade final elevada, apenas 13,53% dos bulbos apresentam-se nas classes de maior valor agregado.

Tabela 4. Produtividade de bulbos comerciais e totais da cebola cultivar Primavera, submetida à aplicação única de herbicida Flumioxazin com e sem adição de adjuvantes em pré-emergência. Safra 2016. Maringá/PR. UEM, 2017.

Produtividade média (t.ha ⁻¹) por classe e total						
Tratamento	Classe 0	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Total
1-Testemunha capinada	0,49 a	7,98 a	5,74 ab	2,63 a	0,00 a	16,84 a
2-Flumioxazin	0,34 a	6,22 a	4,89 ab	3,38 a	0,22 a	15,06 a
3- Flumioxazin + Assist	0,24 a	5,57 a	7,02 a	1,78 a	0,34 a	14,94 a
4- Flumioxazin + Lanzar	0,26 a	6,25 a	3,81 ab	1,93 a	0,65 a	12,89 a
5- Flumioxazin + Agral	0,34 a	6,96 a	3,44 b	2,32 a	0,86 a	13,91 a
6- Flumioxazin + Nitrofix	0,54 a	6,58 a	6,29 ab	1,80 a	0,30 a	15,50 a
F _{calculado}	1,08 ^{NS}	0,306 ^{NS}	1,47*	0,70 ^{NS}	0,46 ^{NS}	0,77 ^{NS}
CV%	78,84	55,05	55,24	85,42	197,53	25,47
DMS	0,34	4,28	3,38	2,32	0,92	4,46

- Médias seguidas na linha pela mesma letra não diferem entre si pelo teste *t* a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

*Nível de probabilidade em que haveria diferenças significativas em cada classe

Tabela 5. Distribuição percentual das classes comerciais (CEAGESP), do número e do peso de bulbos de cebola por tratamento. Maringá, 2017.

Porcentagem de bulbos por classe					
Tratamento	Classe 0	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
1-Testemunha capinada	2,90	47,40	34,08	15,62	0,00
2-Flumioxazin	2,27	41,33	32,50	22,44	1,46
3- Flumioxazin + Assist	1,55	36,71	46,25	13,26	2,21
4- Flumioxazin + Lanzar	1,98	48,44	29,56	14,99	5,03
5- Flumioxazin + Agral	2,43	50,00	24,75	16,66	6,17
6- Flumioxazin + Nitrofix	3,46	42,46	40,55	11,59	1,94

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, dentro das especificidades do experimento pode-se concluir que, a adição dos adjuvantes Assist, Agral e Nitrofix ao herbicida Flumioxazin causaram sintomas de fitointoxicação em níveis de severidade próximos aos danos do próprio herbicida quando utilizado de forma isolada. Estes apresentaram notas de severidades muito próximas nas duas safras, sendo a maior diferença na duração com que os sintomas foram observados, está podendo ser atribuída as diferentes condições climatológicas de aplicação.

Em relação a produtividade, os danos observados após a aplicação dos tratamentos com adição de adjuvantes não a reduziram significativamente, em relação a testemunha capinada e ao tratamento apenas com herbicida Flumioxazin, demonstrando assim uma recuperação da cultura após 21 dias após aplicação no ano de 2015 (temperaturas mais amenas) e 07 dias no ano de 2016 (temperaturas mais elevadas).

REFERÊNCIAS

- BOND, W. AND S. BURSTON. 1996. Timing the removal of weeds from drilled salad onions to prevent crop losses. *Crop Prot.* 15:205-211.
- BREWSTER, J.L. Onions and other vegetable Alliums. Wallingford, UK: CAB International, 236p. 2008.
- COSTA, C.C. Apostila cebola. Disciplina Produção de hortaliças, UFCG, 2015. 56 pg.
- CUNHA, J. P. A. R. et al. Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. *Planta Daninha*, v. 21, n. 2, p. 325-332, 2003.
- DIAS, L.S.A. Sintomas de intoxicação de culturas por herbicidas. UFV Viçosa-MG, 2015. 67 pg.
- DURIGAN, J. C.; SILVA, M. R. M.; AZANIA, A.A.P.M. Eficácia e seletividade do herbicida Flumioxazin aplicado em pré-emergência na cultura transplantada da cebola. *Revista Brasileira de Herbicidas*, Passo Fundo – RS, N.º 3, p. 11-17, 2005.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Cultivo da cebola no Nordeste. 2007. Disponível em:
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cebola/CultivoCebolaNordeste_cultivares.htm> Acesso em: 20/11/2016.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Cultivo da cebola no Nordeste. 2007. Disponível em:
<http://www.cpatia.embrapa.br:8080/sistema_producao/spcebola/botanica.htm> Acesso em: 01/11/2016.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema de produção de Cebola. 2004. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/cebola/autores.htm>> Acesso em: 20/12/2016.
- FILGUEIRA, F. A. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna para a produção de hortaliças. In: FILGUEIRA, F. A. (Org.). 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 421p.
- JUNIOR, P.J.T; VENZON, M. 101 culturas, Manual de tecnologias agrícolas. EPAMIG, 1ª edição, p. 243 a 252., 2010
- HAZEN, J. L. Adjuvants: terminology, classification, e chemistry. *Weed Technology*, Champaign, v. 14, p. 773-784, 2000.

HESS, F.D. Adjuvants In: Herbicide action course 1997. Purdue University: West Lafayette. p.38-61 1997.

HESS, F.D.; FOY, C. L. Interaction of surfactants with plant cuticles. *Weed Technology*, Champaign, v. 14, p. 807-813, 2000.

HUNGER, H. Produtividade e análise econômica da cultura da cebola sob diferentes densidades de plantio e níveis de adubação. Dissertação de mestrado, Universidade do CentroOeste, Guarapuava-PR, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

KISSMANN, K.G. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários. In Guedes, J.V.C. & DORNELLES, S.B. (Org). *Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias*. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitaria, Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p. 39-51.

KURTZ, C.; ERNANI, P.R.; COIMBRA, J.L.M.; Petry, E. Rendimento e conservação de cebola alterados pela dose e parcelamento de nitrogênio em cobertura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* v. 36, p. 865-876, 2012.

MCMULLAN, P. M. Utility adjuvants. *Weed Technology*, Champaign, v. 14, p. 792797, 2000.

MENDONÇA, G.C. Efeito de óleos minerais e vegetais nas propriedades físicoquímicas das caldas de pulverização e suas interações com superfícies foliares. UNESP Botucatu-SP, 2003. 103 pg.

MEROTTO JR, A.; VIDAL, R.A. Herbicidas inibidores de PROTOX. *Herbicidologia/Vidal, R.A., Merotto Jr, A.(Editores) –Porto Alegre: 2001. p.69 – 86. MILLER, P. C. H.; BUTLER ELLIS, M. C. Effects of formulation on spray nozzle performance for applications from ground-based boom sprayers. *Crop Protec.*, v. 19, n. 8-9, p. 609-615, 2000. MILLER, P.; WESTRA, P. How surfactants work. *Bulletin 0.564, Crop Series Colorado State University Cooperative Extension, Crop Fact. 1998.**

MOREIRA, N.A., et al. Avaliação de produtos no controle de tripes na cultura da cebola. *Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, v. 12, p. 79-86, 2002.

NUYTTENS, D. et al. Influence of nozzle type and size on drift potential by means of different wind tunnel evaluation methods. *Biosystems Engineering, London*, n. 3, p. 271-280, 2009.

OLIVEIRA, R.B. Caracterização funcional de adjuvantes em soluções aquosas. UNESP – Botucatu-SP, 2011. 134 pg. PRINGNITZ, B. Clearing up confusion on adjuvants and additives.

Iowa of University Extension Agronomy. 1998. Disponível em:<<http://www.weeds/iastate.edu/mgmt/qtr98-2/cropoils.htm>>. Acesso em: 05/12/2016.

REGHIN, M.Y.; OTTO, R.F.; OLINIK, J.R.; JACOBY, C.F.S. Produção de cebola sobre palhada a partir de mudas obtidas em bandejas com diferente número de células Horticultura Brasileira, Brasília, v.24, p.414-420, 2006.

REZENDE, G. M. DE; COSTA, N. D. Plantas Daninhas. In: Costa, N. D.; Rezende, G. M. de (Ed.). Cultivo da cebola no Nordeste. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. (Sistemas de Produção, 3). Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br/sistema_producao/spcebola/adubacao.htm>. Acesso em: 10/11/2016

SANTOS O.R. Níveis de deposição de produtos líquidos com aplicação aérea utilizando adjuvantes. Lavras: UFLA, 2007. Pg. 83.

SOARES, V. L.; FINGER, F. L.; MOSQUIM, P. R. Influência do Genótipo e do Estádio de Maturação na Colheita sobre a Matéria Fresca, Qualidade e Cura dos Bulbos de Cebola. Horticultura Brasileira, Brasília,v.22, n.1, p.18-22, 2004.

STOCK, D.; BRIGGS, G. Physiochemical properties of adjuvants: values and applications. Weed Technology. Champaign, v.14, p. 798-806, 2000.

TU, M.; RANDALL, J. M. Adjuvants. In: TU, M. et al. Weed control methods handbook the nature conservancy. Davis: TNC, 2003. p. 1-24

VAN VALKENBURG, J. W. Terminology, classification, and chemistry. In: Adjuvants for herbicides. Champaign: WSSA, 1982. p. 1-9.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Conceitos e aplicações dos adjuvantes. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 10 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 56). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do56.htm> 12/11/2016.

WAGNER, P. et al. Quantitative assessment to the structural basis of water repellency in natural and technical surfaces. Journal of Experimental Botany, Oxford, v. 54. n. 385, p. 1295-1303, 2003.

ZAGONEL, J.; REGHIN, M.Y.; VENÂNCIO, W.S. Avaliação de herbicidas de pós-mergulho na cultura da cebola. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 18, n. 3, p. 229-231, novembro 2000.

ZANATTA, J. F. et al. Interferência de plantas daninhas em culturas olerícolas. R. FZVA, v. 13, n. 2, p. 39-57, 2006.

SANTOS, M. G. P. dos et al. Vernalização e corte do terço apical dos bulbos na produção e qualidade de sementes de cebola. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 33, n. 3, p. 989-996, maio/jun. 2012