

## HERANÇA DO GENE DA ENZIMA ACETIL COENZIMA A CARBOXILASE (ACCASE) EM ARROZ

Alexander de Andrade<sup>1</sup>; José Alberto Noldin<sup>1</sup>; Adriana Pereira<sup>2</sup>; Ester Wickert<sup>1</sup>; Klaus Konrad Scheuermann<sup>1</sup>; Laerte Reis Terres<sup>1</sup>; Rubens Marschalek<sup>1</sup>

Palavras-chave: FOPs, resistência, dominância, acetil coenzima A carboxilase

### INTRODUÇÃO

O arroz-daninho é uma planta daninha difícil de ser controlada, devido à sua similaridade genética com o arroz cultivado, pois pertence a mesma espécie (*Oryza sativa* L.). Este fato impossibilita o uso de herbicidas seletivos para seu controle em lavouras de arroz comercial. Para o manejo do arroz-daninho em lavouras infestadas, recomenda-se o emprego de um conjunto de práticas integradas como o uso de sementes isentas de arroz-daninho, sistema de semeadura com sementes pré-germinadas, sistema de semeadura em solo seco com cultivo mínimo do solo, manejo de água, a prática do “rouguing” e o uso de herbicidas.

O desenvolvimento de cultivares de arroz resistentes aos herbicidas inibidores da enzima acetil coenzima A carboxilase (ACCCase) é uma opção estratégica para o manejo de plantas daninhas beneficiando toda a cadeia produtiva do arroz irrigado. Os herbicidas deste grupo, inibem a enzima ACCCase, e apresentam como características: a atividade sobre gramíneas, aplicação exclusivamente em pós-emergência, não apresentam atividade residual no solo, são sistêmicos (ROMAN, 2007).

A enzima da ACCCase (EC 6.4.1.2) sintetiza o malonil - CoA que é o precursor direto da biossíntese de ácidos graxos. Em plantas, ocorrem duas isoformas da ACCCase: a citosólica e a plastidial. A isoforma citosólica realiza a síntese de ácidos graxos de cadeia longa, flavonoides, antocianinas e a malonilação de metabólitos secundários (KAUNDUN, 2014). A isoforma plastidial está envolvida na síntese de ácidos graxos primários. Em gramíneas, a ACCCase cloroplástica é homodimérica, codificada por um gene nuclear e diferente daquele que codifica a isoforma citosólica. A enzima ACCCase, em gramíneas, é inibida por três classes de herbicidas: ariloxifenoxipropionatos (FOPs), ciclohexanodionas (DINs) e fenilpirazolininas (DENs). Estes herbicidas inibem a atividade da enzima ACCCase, bloqueando a transferência do grupo carboxil para acetil-CoA. Estudos de resistência a herbicidas em gramíneas demonstram que mutações na

<sup>1</sup> Eng.-Agrônomo, D.S. Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Estação Experimental de Itajaí (EEI), Itajaí, Santa Catarina, Brasil, CEP: 88301-970, C.P. 277. E-mail: alexanderandrade@epagri.sc.gov.br.

<sup>2</sup> Química. Pesquisadora da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Estação Experimental de Itajaí (EEI), Itajaí, Santa Catarina, Brasil, CEP: 88301-970, C.P. 277

região carboxil -transferase do gene da ACCase pode torna-la resistentes a herbicidas inibidores da ACCase (LI et al., 2014). Desta forma, o objetivo do trabalho foi estudar o tipo de herança, que confere a resistência em arroz aos herbicidas inibidores da ACCase.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Epagri - Estação Experimental de Itajaí, SC, durante a safra 2018/19, em casa de vegetação. Para realizar os cruzamentos, utilizou-se como genitor homozigoto resistente a linhagem SC 965 (ANDRADE et al., 2018) e como genitor homozigoto suscetível a cultivar SCSBRS Tio Taka (RANGEL et al., 2003). A linhagem SC 965 derivada de mutação induzida pela Epagri e possui resistência aos herbicidas (FOPs) os quais inibem a enzima da ACCase. Através da emasculação manual da cultivar SCSBRS Tio Taka e seu cruzamento com a linhagem SC 965 foram geradas as sementes  $F_1$ . As sementes  $F_1$  foram semeadas em vasos, mantidas em casa de vegetação, e foram autofecundadas para obtenção da  $F_2$ . Através do sequenciamento do gene da ACCase na geração  $F_1$  foi confirmada a heterozigose. O sequenciador utilizado foi um ABI 3130 Genetic Analyzer da Applied Biosystems. As sementes  $F_2$  foram semeadas em caixas contendo 10 kg de solo. Quando as plantas atingiram o estágio  $V_2$ - $V_3$  (COUNCE et al., 2000), foi realizada a aplicação de 60 g i.a.  $ha^{-1}$  do herbicida quizalofop-P-ethyl. Como o herbicida não apresenta registro para a cultura do arroz, utilizou-se como referência a dose registrada para o controle de gramíneas na cultura da soja. As aplicações foram realizadas com um pulverizador costal pressurizado a  $CO_2$ , munido de barra com quatro pontas de jato plano modelo 110.015, pressão de trabalho de 207 kPa, velocidade de deslocamento de 1,0  $m s^{-1}$ , altura de barra de 0,5 m e taxa de aplicação de 150 L  $ha^{-1}$ . As aplicações foram realizadas com condições meteorológicas favoráveis (temperatura do ar de 25°C, umidade relativa de 60% e velocidade do vento de 2,5  $km h^{-1}$ ). As avaliações foram realizadas 15 dias após a pulverização da população  $F_2$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No cruzamento suscetível x resistente (S x R), a população  $F_1$  apresentou-se totalmente resistente, demonstrando que a resistência é transmitida hereditariamente e, é dominante. A população  $F_2$  apresentou segregação resistente/suscetível 3,05:1, com teste qui-quadrado fornecendo probabilidade entre 80 a 90% de esta ser 3:1 (Tabela 1). A escolha do genótipo SCSBRS Tio Taka susceptível no cruzamento, gerou filhos com resistência demonstrando que a resistência não é

transmitida hereditariamente pela planta-mãe e, novamente, que a resistência é uma característica dominante. Trabalhos anteriores demonstraram que as plantas com resistência ao herbicida quizalofop-P-ethyl, apresentaram uma mutação de substituição na posição 2027 (Rice Genome Annotation Project: Os05g22940.1) do gene responsável por codificar a enzima acetil coenzima A carboxilase (ACCase) (EC 6.4.1.2).

Tabela 1 – Avaliação da segregação de cruzamentos, entre arroz resistente e susceptível ao herbicida quizalofop-P-ethyl inibidor da enzima da ACCase

Fenótipo F <sub>2</sub>	Frequência		Desvios	(Desvios) <sup>2</sup>	$\chi^2$
	Observada	Esperada			
Resistente	616	613,5	-2,5	6,25	0,0102
Susceptível	202	204,5	2,5	6,25	0,0305
<b>Total</b>					<b>0,0407</b>

O valor de  $\chi^2$  fornece a probabilidade de as diferenças entre as relações esperada e observada serem devidas ao acaso. Graus de liberdade = 1.

## CONCLUSÃO

A resistência aos herbicidas inibidores de ACCase em arroz é controlada por um alelo nuclear dominante.

## AGRADECIMENTOS

Aos Assistentes de Pesquisa da Epagri-Estação Experimental de Itajaí, Samuel Batista dos Santos e Geovani Porto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A., TULMANN-NETO, A., TCACENCO, F. A., MARSCHALEK, R., PEREIRA, A., OLIVEIRA NETO, A. M., SCHEUERMANN, K. K., WICKERT, E., NOLDIN, J. A. Development of rice (*Oryza sativa*) lines resistant to aryloxyphenoxypropionate herbicides through induced mutation with gamma rays. PLANT BREEDING, v. 137, p. 364-369, 2018.

COUNCE, P.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. Crop Science, Madison, v.40, n.2, p. 436-443, 2000.

KAUNDUN, S. S. Resistance to acetyl-CoA carboxylase-inhibiting herbicides. Pest. Manag. Sci., v.70, n.9, p.1405-17, 2014.

LI, L., DU, L., LIU, W., YUAN, G. & WANG, J. Target-site mechanism of ACCase-inhibitors resistance in American sloughgrass (*Beckmannia syzigachne* Steud.) from China. Pesticide Biochemistry and Physiology 110: 57–62, 2014.

RANGEL, P.H.N., BRONDANI, C., MORAIS O.P.D.E., SCHIOCCHET, M.A., BORBA, T.C.O., RANGEL,

P.N., BRONDANI, R.P.V., YOKOYAMA, S., BACHA, R.E. and ISHIY, T. Establishment of the irrigated rice cultivar SCSBRS Tio Taka by recurrent selection. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 7:103-110, 2007.

ROMAN, E. S. Como funcionam os herbicidas da biologia à aplicação. São Paulo: Berthier, 2007. P.159.