

AVALIAÇÃO DE GERMOPLASMA DE ARROZ VISANDO RESISTÊNCIA A *Oryzophagus oryzae* (COSTA LIMA)

José F. da S. Martins¹ e Arlei L. S. Terres¹

ABSTRACT

Rice Germplasm Evaluation for Resistance to *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima)

The resistance of rice cultivars and lines to *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima) (Coleoptera: Curculionidae), was evaluated in three field experiments based upon leaf-feeding scars of adults, larval count, growth of larval and decrease in grain yield. The confrontation between larval infestation and yield decrease was considered the best method for resistance evaluation. Reduced larval infestation and light grain yield decrease were associated to antixenosis for adults and antixenosis/antibiosis for larvae. In contrast, light grain yield decrease under high larval infestation was attributed to plant tolerance. Cultivars BR-IRGA 413 and Dawn exhibited high tolerance and antixenosis/antibiosis, respectively.

KEY WORDS: Insecta, *Oryza sativa*, rice water weevil, plant breeding.

RESUMO

A resistência de cultivares e linhagens de arroz à *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima) (Coleoptera: Curculionidae) foi avaliada em três experimentos a campo, através dos seguintes parâmetros: número de folhas lesionadas pelo inseto adulto; número (LA) e tamanho de larvas em amostra padrão, de solo e raízes; percentual de redução na produção de grãos (RP). O confronto de LA com RP foi considerado o modo mais apropriado às avaliações. LA e RP reduzidos foram associados à antixenose para o adulto e antixenose e/ou antibiose para as larvas. RP reduzido perante LA elevado, foi atribuído à tolerância das plantas. As cultivares BR-IRGA 413 e Dawn demonstraram tolerância e antixenose/antibiose, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, arroz irrigado, gorgulho-aquático, bicheira-da-raiz, melhoramento de plantas.

Recebido em 04/01/94. Aceito em 30/08/95.

¹EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado (CPACT), Caixa postal 403, 96001-970, Pelotas, RS.

INTRODUÇÃO

Oryzophagus oryzae (Costa Lima) (Coleoptera: Curculionidae) é uma das principais pragas da cultura do arroz irrigado no Brasil (Oliveira 1987, Martins *et al.* 1988, Camargo 1991). Em lavouras implantadas através da semeadura em solo seco, o inseto adulto (gorgulho-aquático) raramente acarreta perdas econômicas (Martins *et al.* 1993). Entretanto, em lavouras onde são usadas sementes pré-germinadas, alimenta-se intensamente de plântulas, podendo afetar economicamente à cultura (Lima 1951).

Os principais danos de *O. oryzae* advêm da alimentação das larvas (bicheira-da-raiz), no sistema radicular, minimizando a absorção de nutrientes e resultando em perdas de 10 a 30% (Martins 1990, Prando & Pegoraro 1993). A expansão da praga, na região Sul do Brasil, tem sido atribuída a troca de cultivares tradicionais (supostamente mais rústicas) por cultivares modernas desenvolvidas sem avaliação da sua resistência ao inseto (Terres *et al.* 1985).

A obtenção de resistência a gorgulhos-aquáticos, considerando os resultados alcançados com *O. oryzae* no Brasil (Him Him 1980) e, principalmente, com *Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel, nos Estados Unidos (Smith & Robinson 1982, Tseng *et al.* 1987) e no Japão (Tsuzuki *et al.* 1984), é viável.

A resistência à *L. oryzophilus* está enquadrada nos tipos antixenose, antibiose e tolerância (Bowling 1980, Maxwell & Jennings 1980). A metodologia para avaliar germoplasma e mecanismos da resistência a tal espécie, descrita por Heinrichs *et al.* (1985), foi adotada como base em estudo preliminar com *O. oryzae* (Martins & Terres 1989).

MATERIAL E MÉTODOS

A resistência de genótipos de arroz a *O. oryzae* foi avaliada em três experimentos a campo (1989, 1990 e 1991), na EMBRAPA-CPACT, em Capão do Leão, RS. Cada experimento envolveu cinco grupos (1, 2, 3, 4, 5) de dez genótipos (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J), avaliados no delineamento de blocos casualizados, com parcelas subdivididas e dez repetições. Em todos os grupos constou um genótipo testemunha (Br-IRGA 410). Nesse trabalho, de cada experimento, foram considerados apenas os grupos 1 e 2, os quais incluíram genótipos antigos quase em desuso no Sul do Brasil (Caloro, Dawn, EEA-406, Farroupilha) e genótipos atuais (Bluebelle, BR-IRGA 410, BR-IRGA 412, BR-IRGA 413, BR-IRGA 414, Colombiano).

Os experimentos foram instalados duplicados, em tabuleiros adjacentes, isolados por taipas. Um dos tabuleiros foi protegido do ataque de *O. oryzae* através do inseticida carbofuram granulado (750 g/ha), enquanto o outro serviu de testemunha (sem proteção).

A subparcela, consistiu de uma fileira de plantas de 2m de comprimento no 1º experimento e de 3,5m nos demais. Para avaliar os genótipos, foram registrados os seguintes parâmetros: número de folhas (considerando apenas a mais nova nas plantas) com sintomas de ataque do inseto adulto (lesões longitudinais) no metro mediano das subparcelas, no tabuleiro não tratado, aos 15, 12 e 10 dias após a irrigação por inundação (DAI), no 1º, 2º e 3º experimento, respectivamente; e número de larvas em amostras de solo e raízes (10cm de diâmetro e 6,5cm de altura), no tabuleiro não tratado, através da técnica de Tugwell & Stephen (1981), aos 40, 35 e 33 DAI, no 1º, 2º e 3º experimento, respectivamente; as larvas foram classificadas conforme o tamanho (TL) em L_1 ($0 < TL \leq 3\text{mm}$), L_2 ($3 < TL \leq 6\text{mm}$), L_3 ($6 < TL \leq 9\text{mm}$) e L_4 , quando já transformadas em pupas, constatadas através da contagem de casulos de barro junto às raízes. O índice TL foi obtido pela fórmula $TL = (N_1L_1 + N_2L_2 + N_3L_3 + N_4L_4)/(N_1 + N_2 + N_3 + N_4)$, onde N_1 , N_2 , N_3 e N_4 representam o número de insetos nas classes L_1 , L_2 , L_3 e

L₄, respectivamente; c) peso de grãos, no metro central das subparcelas, no 1º experimento e nos 2,5m centrais, no 2º e 3º experimentos; o percentual de redução na produção de grãos (RP) foi calculado pela fórmula $RP = [(T-N)/T] \times 100$, onde T e N são, em relação a um mesmo genótipo, o peso de grãos em subparcelas tratadas com inseticidas e subparcelas testemunhas, respectivamente.

Os grupos 1 e 2 de genótipos foram analisados como experimentos independentes. A análise conjunta dos três experimentos, foi baseada no princípio de blocos incompletos (Gomes 1970), comparando apenas doze cultivares de arroz de maior destaque. Os dados originais resultantes da análise conjunta foram representados por um índice (I); o valor mínimo e máximo de cada parâmetro foi igualado a 1 e 9, respectivamente, e os intermediários ($1 < I < 9$) calculados por interpolação. Com base no índice, por convenção, foram estabelecidas três classes de reação de cultivares: resistentes ($1 \leq I \leq 2$); moderadamente resistentes ($3 \leq I \leq 6$); suscetíveis ($7 \leq I \leq 9$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constataram-se diferenças significativas entre genótipos de arroz, quanto aos parâmetros utilizados para avaliar o grau de resistência a *O. oryzae* (Tabelas 1, 2 e 3). As variações no número de folhas lesionadas pelo inseto adulto (FL) e número de larvas nas raízes (LA) indicaram diferenças no grau de resistência do tipo antixenose, ligada a fatores da planta que teriam interferido na alimentação e oviposição do inseto. As variações em LA estariam também associadas a mecanismos de antixenose e/ou antibiose indutoras de mortalidade de larvas, principalmente nos dois primeiros instares (Bowling 1980). As variações relativas ao índice de tamanho de larvas (TL) representariam diferenças no ritmo de crescimento do inseto e, simultaneamente, indicariam a velocidade de destruição de raízes em consequência de uma maior ou menor adequação nutricional do genótipo hospedeiro, evidenciando também nesse caso, um efeito de antibiose. O percentual de redução na produção de grãos (RP), usado para estimar a capacidade das plantas em suportar e/ou recuperar os danos ao sistema radicular, indicaria o grau de resistência do tipo tolerância.

As correlações FL x LA e LA x RP, não foram significativas. No caso FL x LA, provavelmente porque os fatores (físicos e/ou químicos) que regulam a resistência em cada genótipo, agiram isoladamente e em graus diferenciados, respectivamente, sobre o estabelecimento de adultos e larvas nas plantas. Aspectos da metodologia de avaliação, como subparcelas pequenas e próximas, podem também ter interferido na associação FL x LA. Ambos os aspectos facilitariam a alimentação de adultos nas folhas de um hospedeiro mais favorável e a oviposição em outro. A inexistência de correlação entre LA e RP, provavelmente, foi devida aos genótipos possuírem graus distintos de tolerância perante níveis diferentes de infestação do inseto e/ou de danos às raízes. Isso induziria a respostas desproporcionais quanto à produção de grãos, como ocorreu com as cultivares Br-IRGA 413 e Br-IRGA 414, no 2º experimento (Tabela 2). A 'BR-IRGA 413', com o mais elevado LA respondeu com o menor RP, enquanto o comportamento da 'BR-IRGA 414' foi oposto.

Como os fatores que influenciam a relação planta de arroz/adultos e/ou larvas de *O. oryzae* são ainda desconhecidos, o confronto do parâmetro RP com LA foi considerado o modo mais apropriado para a identificação de fontes de resistência. Através dos demais parâmetros,

Tabela 1. Infestação de adultos, população e tamanho de larvas de *Oryzophagus oryzae* e, redução na produção de grãos, em dois grupos de genótipos de arroz avaliados quanto à resistência ao inseto. 1º exp. (1989).

Genótipos	FL ^{1,2}	LA ^{1,3}	TL ^{1,4}	RP ^{1,5}
Grupo 1				
Bluebelle	11,8 b	17,4 d	2,5 a	26,6 bcd
BR-IRGA 410	5,5 bcd	24,2 bcd	2,4 a	31,9 abcd
BR-IRGA 413	1,6 d	26,9 abcd	2,5 a	10,2 d
BR-IRGA 414	6,2 bc	21,2 cd	2,6 a	42,6 ab
CL Seleção 69	2,7 cd	24,8 abcd	2,3 a	19,9 d
CL Seleção 259	4,5 cd	23,7 bcd	2,5 a	22,6 cd
RS 495-508-2CL-1BM	21,7 a	27,8 abc	2,6 a	24,7 bcd
RS 720-500-B4-29J-1	25,4 a	33,3 ab	2,5 a	46,9 a
RS 739-500-B1-16D-1-2	11,8 b	35,4 a	2,5 a	38,8 abc
RS 742-500-B1-1B-1	7,3 bc	24,8 abcd	2,4 a	23,7 bcd
Grupo 2				
BR-IRGA 409	3,5 bc	23,7 b	2,3 b	28,1 ab
BR-IRGA 410	4,7 bc	28,4 ab	2,5 ab	7,5 d
BR-IRGA 411	13,2 a	24,6 ab	2,5 a	32,6 a
BR-IRGA 412	8,5 ab	30,5 ab	2,4 ab	32,6 a
Caloro	3,9 bc	20,6 b	2,6 a	27,9 ab
Colombiano	6,4 bc	28,8 ab	2,6 a	21,4 abc
CL Seleção 56	1,5 c	37,7 a	2,6 a	17,2 bcd
Dawn	8,3 ab	21,5 b	2,5 ab	11,5 cd
EEA 406	7,3 b	25,9 ab	2,5 a	30,0 ab
Farroupilha	8,4 ab	24,8 ab	2,4 ab	6,9 d

¹Médias com letras iguais não diferem significativamente (Tukey = 10%).

²Número de folhas com lesões longitudinais causadas pelo inseto adulto.

³Número de larvas por amostra de solo e raízes.

⁴Índice representativo do tamanho de larvas.

⁵Percentual representativo da redução na produção de grãos.

transformados em índice (I), foram detectadas diferenças marcantes entre as cultivares antigas e atuais (Tabela 4). Exemplificando, a 'BR-IRGA 409' teria resistência moderada. A 'BR-IRGA 413' seria resistente, provavelmente com alta tolerância visto apresentar baixo RP perante elevado LA. A 'BR-IRGA 414', ao contrário, mesmo submetida a baixas infestações, seria suscetível, devido ao elevado RP. Na cultivar Dawn, a existência de antixenose e/ou antibiose justificaria o baixo LA e, conseqüentemente, o baixo RP. O comportamento da 'BR-IRGA 410', e 'Farroupilha' seria de resistência, perante índices moderados de infestação larval. No contexto desses resultados, é importante salientar o comportamento das cultivares

Tabela 2. Infestação de adultos, população e tamanho de larvas de *Oryzophagus oryzae* e, redução na produção de grãos, em dois grupos de genótipos de arroz avaliados quanto à resistência ao inseto. 2º exp. (1990).

Genótipos	FL ^{1,2}	LA ^{1,3}	TL ^{1,4}	RP ^{1,5}
Grupo 1				
BR-IRGA 410	3,8 cd	20,0 abc	2,4 a	10,1 d
Caloro	3,9 cd	15,2 c	2,1 a	23,1 bcd
CL Seleção 56	4,8 cd	24,8 a	2,3 a	13,1 cd
CL Seleção 69	1,9 d	20,4 abc	2,3 a	5,4 d
CL Seleção 259	3,8 cd	21,8 abc	2,3 a	35,7 abc
Dawn	9,9 abc	16,6 bc	2,1 a	0,5 d
RS 495-508-2CL-1BM	13,0 ab	21,0 abc	2,2 a	12,3 d
RS 720-500-B4-29J-1	17,9 a	23,0 ab	2,3 a	56,8 a
RS 739-500-B1-16D-1-2	7,7 bc	22,6 ab	2,2 a	44,2 ab
RS 742-500-B1-1B-1	1,7 d	18,6 abc	2,4 a	20,4 cd
Grupo 2				
Bluebelle	11,9 a	16,8 b	2,3 a	14,2 bc
BR-IRGA 409	5,9 ab	19,6 ab	2,4 a	20,9 abc
BR-IRGA 410	7,9 ab	21,6 ab	2,3 a	6,8 bc
BR-IRGA 411	11,0 a	21,0 ab	2,3 a	14,0 bc
BR-IRGA 412	9,9 ab	25,0 ab	2,2 a	25,4 ab
BR-IRGA 413	5,8 ab	26,0 a	2,2 a	2,8 c
BR-IRGA 414	6,2 ab	17,4 b	2,2 a	40,9 a
Colombiano	4,0 b	22,4 ab	2,2 a	2,1 c
EEA 406	8,0 ab	20,6 ab	2,2 a	19,8 bc
Farroupilha	8,1 ab	23,2 ab	2,2 a	4,2 bc

¹Médias com letras iguais não diferem significativamente (Tukey = 10%).

²Número de folhas com lesões longitudinais causadas pelo inseto adulto.

³Número de larvas por amostra de solo e raízes.

⁴Índice representativo do tamanho de larvas.

⁵Percentual representativo da redução na produção de grãos.

Farroupilha e Dawn que apresentaram os mais baixos valores de RP. A 'Farroupilha' (quase em desuso) serviria de indicativo que alguns materiais antigos são mais resistentes a *O. oryzae*. A 'Dawn', pouco infestada por *O. oryzae* em avaliações anteriores (Him Him 1980), é reconhecida como fonte de resistência a *L. oryophilus* (Smith & Robinson 1982, Heinrichs *et al.* 1985).

Apesar da correlação entre a duração do ciclo biológico e o índice de RP dos genótipos

Tabela 3. Infestação de adultos, população e tamanho de larvas de *Oryzophagus oryzae* e, redução na produção de grãos, em dois grupos de genótipos de arroz avaliados quanto à resistência ao inseto. 3º exp. (1991).

Genótipos	FL ^{1,2}	LA ^{1,3}	TL ^{1,4}	RP ^{1,5}
Grupo 1				
Bluebelle	14,2 a	18,4 a	2,7 ab	15,0 abc
BR-IRGA 409	7,0 bc	19,4 a	2,8 ab	18,1 ab
BR-IRGA 410	3,7 bc	19,5 a	2,8 ab	4,1 c
BR-IRGA 411	8,2 abc	17,6 a	3,1 a	10,7 abc
BR-IRGA 412	9,6 ab	22,6 a	2,8 ab	13,4 abc
BR-IRGA 413	2,8 c	19,4 a	2,6 b	9,5 bc
BR-IRGA 414	5,0 bc	18,2 a	2,8 ab	19,7 ab
BR-IRGA 415	7,2 bc	16,4 a	3,0 ab	21,0 a
CL Seleção 61	7,6 bc	20,4 a	3,0 ab	9,8 bc
CL Seleção 281	8,5 abc	19,5 a	2,9 ab	18,2 ab
Grupo 2				
BR-IRGA 410	3,9 a	17,0 a	3,0 a	5,7 ab
CL Seleção 90	7,6 a	21,2 a	2,5 b	9,8 ab
CL Seleção 107	6,8 a	22,2 a	2,8 ab	8,7 ab
CL Seleção 121	7,4 a	23,8 a	3,0 a	7,0 ab
CL Seleção 307	6,0 a	20,1 a	2,5 b	8,1 ab
Caloro	3,0 a	18,8 a	2,7 ab	10,1 ab
Colombiano	6,4 a	20,0 a	2,5 b	9,1 ab
Dawn	9,4 a	18,2 a	2,6 ab	4,9 b
EEA 406	8,4 a	19,8 a	2,6 ab	11,2 a
Farroupilha	4,6 a	16,0 a	2,9 ab	5,8 ab

¹Médias com letras iguais não diferem significativamente (Tukey = 10%).

²Número de folhas com lesões longitudinais causadas pelo inseto adulto.

³Número de larvas por amostra de solo e raízes.

⁴Índice representativo do tamanho de larvas.

⁵Percentual representativo da redução na produção de grãos.

(Tabela 4) não ter sido significativa ($N=12$; $r = -0,4190^3$), a situação das cultivares Bluebelle e BR-IRGA 414, com valores baixos de LA, entretanto, com os maiores valores da relação RP/LA, de 5:1 e 9:3, respectivamente, estaria de acordo com a hipótese de que genótipos de ciclo precoce teriam menor capacidade de manifestar o mecanismo de tolerância através da recuperação do sistema radicular danificado pelas larvas. Isso ocorreria, devido ao período de crescimento (fase vegetativa) dos genótipos precoces ser mais curta e, em grande parte,

Tabela 4. Análise conjunta do nível de população larval de *Oryzophagus oryzae* e do percentual de redução na produção de grãos, em doze genótipos de arroz, avaliados quanto à resistência ao inseto em 1989, 1990 e 1991.

Genótipos ¹	Ciclo biológico ² (dias)	Larvas/amostra ^{3,4}		Redução na prod. grãos ^{3,5}	
		(N ^o)	(I) ⁶	(%)	(I) ⁶
Bluebelle (A)	115	17,2 c	1	20,6 abc	5
BR-IRGA 409 (A)	135	21,0 bc	4	23,8 abc	6
BR-IRGA 410 (A)	130	20,6 bc	4	11,5 bc	2
BR-IRGA 411 (A)	135	21,9 abc	5	22,4 abc	5
BR-IRGA 412 (A)	135	26,8 a	9	26,0 ab	6
BR-IRGA 413 (A)	130	24,6 ab	7	8,2 bc	2
BR-IRGA 414 (A)	115	19,4 bc	3	36,5 a	9
Caloro (A)	135	18,6 c	2	22,3 abc	5
Colombiano (A)	125	24,8 ab	7	13,5 bc	3
Dawn (D)	130	19,3 bc	3	7,1 c	1
EEA (D)	135	22,9 abc	6	20,7 abc	5
Farroupilha (D)	145	22,1 abc	5	5,9 c	1

¹Cultivares quase em desuso (D) e atuais (A), na região Sul do Brasil.

²Número de dias entre a emergência de plantas e a maturação dos grãos.

³Médias com letras iguais não diferem significativamente (Tukey = 10%).

⁴Número de larvas por amostra de solo e raízes.

⁵Percentual representativo da redução na produção de grãos.

⁶Índice (I) representativo dos dados originais ($1 < I < 9$).

coincidir com o período em que a população larval é mais elevada no campo. Com base nessa hipótese e considerando que a incorporação da precocidade em novas cultivares é uma das prioridades do melhoramento genético de arroz no Sul do Brasil, a meta principal dos trabalhos de resistência a *O. oryzae* é identificar genótipos precoces, com reduzidos índices de infestação larval ("antixenose/antibiose"), e que manifestem também comportamento de "tolerância", caso submetidos a danos drásticos às raízes.

LITERATURA CITADA

- Bowling, C.C. 1980. Breeding for host plant resistance to rice field insects in the U.S.A., p. 329-354. In M.K. Harris (ed.), Biology and breeding for resistance to arthropods and pathogens in Agricultural plants. College Station, Texas A & M Univ. 605p.

- Camargo, L.O.C. de A.** 1991. Gorgulhos aquáticos do arroz, caracterização e controle. *Lavoura Arrozeira* 44: 7-14.
- Gomes, F.P.** 1970. Curso de estatística experimental. 4a. ed., São Paulo, Nobel, 430p.
- Heinrichs, E.A., F.G. Medrano & H.R. Rapusas.** 1985. Genetic evaluation for insect reistance in rice. Los Baños, Philippines, International Rice Research Institute, 356p.
- Him Him, P.V.** 1980. Teste de resistência à bicheira-da-raiz (*Oryzophagus oryzae*, Lima, 1936) em genótipos de arroz (*Oryza sativa* L.), para fins de melhoramento. Dissertação de mestrado, UFPEL-FAEM, Pelotas, 68p.
- Lima, A.D.F.** 1951. O bicho do arroz. *Bol. Fitossanit.* 5: 49-53.
- Martins, J.F. da S.** 1990. Problemática da bicheira-da-raiz no Rio Grande do Sul, p. 29. In *Resumo Reunião Nacional de Pesquisa de Arroz*, 4, Goiânia, 125p.
- Martins, J.F. da S. & A.L.S. Terres.** 1989. Avaliação de germoplasma de arroz visando resistência à bicheira-da-raiz (1989), p. 315-320. In *Anais Reunião da Cultura do Arroz Irrigado*, 18, Porto Alegre, 641p.
- Martins, J.F. da S., A.L.S. Terres & M. Botton.** 1993. Alternativas de controle da bicheira-da-raiz visando a um menor impacto ambiental. *Lavoura Arrozeira* 46: 12-14.
- Martins, J.F. da S., J.V. de Oliveira & L.A. Valente.** 1988. Informações preliminares sobre a situação de insetos na cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul, p. 215-223. In *Anais Reunião da Cultura do Arroz*, 17, Pelotas, 413p.
- Maxwell, F.G. & P.R. Jennings.** 1980. *Breeding plant resistant to insects.* New York, John Wiley & Sons. 683p.
- Oliveira, J.V.** 1987. Caracterização e controle dos principais insetos do arroz irrigado. *Lavoura Arrozeira* 40: 17-24.
- Prado, H.F. & R.A. Pegoraro.** 1993. Controle da bicheira-da-raiz do arroz *Oryzophagus oryzae* (Lima, 1936) (Col.: Curculionidae) com tratamento de sementes, p. 220-221. In *Reunião da Cultura do Arroz Irrigado*, 20, Pelotas, 305p.
- Smith, C.M. & J.F. Robinson.** 1982. Evaluation of rice cultivars grown in North America for resistance to the rice water weevil. *Environ. Entomol.* 11: 334-336.
- Terres, A.L.S., J. Galli & F.L. Gastal.** 1985. Cultivares. p.57-82. In *Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas de Clima Temperado* (ed.), *Fundamentos para a cultura do arroz irrigado.* Campinas, Fundação Cargill, 317p.
- Tseng, S.T., C.W. Johnson, A.A. Grigarich, J.N. Rutger & H.L. Carnahan.** 1987. Registration of short stature, early maturing, and water weevil tolerant germoplasm lines of rice. *Crop Science* 27: 1320-1321.

- Tsuzuki, H., T. Asayama, T. Amano, K. Orishi, M. Takimoto, Y. Isogawa, T. Koumura, I. Syaku, M. Takamatsu, S. Kudo, K. Ito, M. Taniguchi, T. Inove, T. Izawa, Y. Kato, H. Kojima, M. Fukumaga, K. Mori, M. Sawada, H. Iwata, T. Kato, Y. Uebayashi & N. Ozaki. 1984.** Studies on biology and control of the newly invaded insect rice water weevil *Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel. Res. Bull. Aichi. Agric. Res. 15: 1-135.
- Tugwell, N.P. & F.M. Stephen. 1981.** Rice water weevil seasonal abundance, economic levels, and sequential sampling plans. Fayetteville, Agric. Exp. Sta., Bull. 849, 16p.
-