

Modelo de Estabilidade de Ecovalência e Eberhart & Russell na definição da dose mais sustentável de fornecimento de nitrogênio em aveia

Odenis Alessi¹
DCEEng/UNIJUÍ, Ijuí, RS
Rubia Diana Mantai²
DCEEng/UNIJUÍ, Ijuí, RS
José Antonio Gonzales da Silva³
DEAg/DCEEng/UNIJUÍ, Ijuí, RS
Laura Mensch Pereira⁴
DEAg/UNIJUÍ, Ijuí, RS
Vanessa Pansera⁵
DCEEng/UNIJUÍ, Ijuí, RS
Adriana Rosélia Kraisig⁶
DCEEng/UNIJUÍ, Ijuí, RS
Cibele Luisa Peter⁷
DCEEng/UNIJUÍ, Ijuí, RS
Cláudia Vanessa Argenta⁸
DEAg/UNIJUÍ, Ijuí, RS
Natiane Carolina Ferrari Basso⁹
DEAg/UNIJUÍ, Ijuí, RS

Resumo. Modelos matemáticos podem definir tecnologias de manejo mais estáveis e eficientes nos sistemas de cultivo. No cultivo da aveia, podem auxiliar na busca de redução de doses de adubação nitrogenada, sem impactar a produtividade de grãos. O objetivo do trabalho é empregar modelos de estabilidade para definição de uma dose mínima de nitrogênio que promova estabilidade com produtividade de grãos de aveia com maior sustentabilidade. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com quatro repetições, seguindo um esquema fatorial 4 x 2 para os fatores doses de nitrogênio, e cultivares, respectivamente, nos anos agrícolas de 2011 a 2016 e considerando dois sistemas de sucessão de cultivo. Foram utilizados regressões polinomiais para a interpolação de pontos. Os modelos de estabilidade definiram a dose de 60 kg ha^{-1} de nitrogênio como a dose mínima que promove estabilidade e alta produtividade de grãos de aveia, independente de ano e sistema de sucessão de cultivo.

Palavras-chave. Modelos Biométricos, Análise Estatística, *Avena sativa*, Sustentabilidade

¹BOLSISTA CAPES/BRASIL, odenisalessi@hotmail.com

²rdmantai@yahoo.com.br

³jagsfaem@yahoo.com.br

⁴laura.pereira@unijui.edu.br

⁵vpansera@hotmail.com

⁶maryshelei@yahoo.com.br

⁷cibele.peter2017@gmail.com

⁸claudia_argenta@yahoo.com

⁹natianeferrari@gmail.com

1 Introdução

Modelos matemáticos possuem grande aplicabilidade no estudo de sistemas agrários. Alguns destes modelos foram desenvolvidos para o estudo da característica da estabilidade, que é a capacidade de uma cultivar em apresentar um comportamento previsível de acordo com o estímulo ambiental que a mesma está sendo exposta [2,6]. Dentre estas técnicas, podemos citar o modelo de Wrike [12] conhecido também como modelo de Ecovalência e o modelo de Eberhart & Russel [3]. O modelo de Wricke, determina o parâmetro de estabilidade a partir da decomposição da soma de quadrados da interação genótipos x ambiente [1,12]. O modelo de Eberhart & Russel indica a estabilidade, a partir dos desvios de uma regressão, que inclui um coeficiente com valor codificado, dito como índice ambiental, que mede a qualidade dos ambientes avaliados [3,5]. Embora as análises de estabilidade venham sendo utilizadas para identificar cultivares de diferentes culturas com comportamento previsível, seu emprego na definição de tecnologias de manejo mais estáveis e eficientes nos sistemas de cultivo vem sendo cada vez mais empregados [5,10].

No cultivo da aveia, a adubação nitrogenada é uma técnica de manejo de grande importância durante o ciclo de cultivo do cereal, pois o nitrogênio, nutriente fornecido pelo insumo, exerce funções importantes do metabolismo vegetal, influenciando na produtividade e na qualidade nutricional dos grãos [7,13]. Contudo, doses mais adequadas de N-fertilizante devem ser exploradas, pois seu fornecimento às culturas agrícolas em demasia, além de elevar os custos de produção, provocam uma série de reações e processos prejudiciais ao ambiente e à saúde da população [8,11]. Na busca de redução de doses de adubação nitrogenada e maior sustentabilidade, sem impactar a produtividade de grãos, a variabilidade inter anual das condições meteorológicas e os sistemas de sucessão de cultivo devem ser consideradas, pois estas atuam na dinâmica de aproveitamento do nitrogênio afetando diretamente a produtividade [1,4].

Neste contexto, o uso de técnicas de avaliação da interação de genótipos x ambiente pelos parâmetros de estabilidade pode auxiliar na indicação de uma dose mínima de adubação nitrogenada, promovendo redução dos impactos ambientais, nos custos de produção e que mantenha elevada produtividade de grãos. Logo, o objetivo do trabalho é empregar modelos de estabilidade para determinação de uma dose mínima de nitrogênio na promoção de estabilidade com elevada produtividade de grãos de aveia e diminuição dos impactos ambientais pela utilização do insumo, considerando diferentes anos agrícolas e diferentes sistemas de sucessão de cultivo. Desta forma, ao longo do trabalho é demonstrado que pela utilização do modelo de Wricke e do modelo de Eberhart & Russel é possível identificar a dose de 60 kg ha^{-1} de nitrogênio como sendo a dose mínima que promove estabilidade do cultivo da aveia com elevados valores de produtividade.

2 Metodologia

O trabalho foi desenvolvido nos anos agrícola de 2011 a 2016 na área experimental do Instituto Regional de Desenvolvimento Rural (IRDeR) pertencente ao Departamento de Estudos Agrários (DEAg) da UNIJUÍ. O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados com quatro repetições, seguindo um esquema fatorial 4 x 2 para os fatores doses de nitrogênio, e cultivares, respectivamente. Os níveis do fator doses de nitrogênio foram assim determinados: 0 kg ha^{-1} , 30 kg ha^{-1} , 60 kg ha^{-1} e 120 kg ha^{-1} ; e foram consideradas duas cultivares de aveia: Barbarasul e Brisasul. A adubação nitrogenada sucedeu em uma única aplicação na condição de terceira folha expandida. O momento de colheita de grãos ocorreu aproximadamente aos 120 dias de período de cultivo, em que os grãos apresentavam umidade próxima de 15%. A colheita dos experimentos para a estimativa da produtividade de grãos ocorreu de forma manual pelo corte das três linhas centrais de cada parcela, que após trilhadas com colheitadeira estacionária, foram direcionadas ao laboratório para correção da umidade de grãos para 13% e posterior pesagem para estimativa

da produtividade por hectare. Após a coleta dos dados experimentais, foi realizada análise de variância para a detecção dos efeitos principais e de interação, para assim viabilizar a continuidade do estudo. Visando estimar a dose ou intervalo de doses de nitrogênio que promovem a estabilidade sobre a produtividade de grãos, foram utilizadas regressões polinomiais com intuito de interpolar as doses 15 kg ha⁻¹, 45 kg ha⁻¹, 75 kg ha⁻¹, 90 kg ha⁻¹ e 105 kg ha⁻¹ de nitrogênio, determinando um rol que varia a cada 15 kg ha⁻¹ do nutriente. A análise da estabilidade de produtividade de grãos foi obtida pelo modelo de Wricke e de Eberhart & Russell. O modelo de Wricke denominado ecovalência (ω), considera a dose estável quando se observam os mais reduzidos valores de ω_i ou ω_i (%) e é dado pela seguinte equação:

$$\omega_i = \sum_j (Y_{ij} - \bar{Y}_i - \bar{Y}_j + \bar{Y}_{..})^2 \quad (1)$$

em que: Y_{ij} é a média do genótipo i no ambiente j , \bar{Y}_i é a média do genótipo i , \bar{Y}_j é a média do ambiente j e $\bar{Y}_{..}$ é a média geral.

O modelo de Eberhart & Russell baseia-se na regressão linear agregada a um índice ambiental, dado por:

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i}I_j + \delta_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (2)$$

em que: Y_{ij} é a média do genótipo i no ambiente j , β_{0i} é a média geral do genótipo i , β_{1i} é o coeficiente de regressão linear, que mede a resposta do i -ésimo genótipo à variação dos ambiente, I_j é o índice ambiental codificado, δ_{ij} é o desvio da regressão e ε_{ij} é o erro experimental médio. Neste modelo a característica da estabilidade é avaliada pelo componente de variância atribuído aos desvios da regressão (δ_{ij}^2), em que uma condição é considerada estável se $\delta_{ij}^2 = 0$ e instável se $\delta_{ij}^2 > 0$. Para classificação das médias de produtividades de grãos, realizou-se o agrupamento de médias por Scott & Knott [9]. Os procedimentos estatísticos e de estabilidade por Wricke e Eberhart & Russell foram realizados com o auxílio do *software* livre GENES.

3 Resultados e Discussão

A Tabela 1, apresenta informações da temperatura, precipitação e produtividade de grãos de aveia nos distintos anos agrícolas e sistemas de cultivo. Os anos de 2011 e 2013 foram marcados por chuvas bem distribuídas durante o ciclo de cultivo da aveia. Este fato favoreceu a absorção do nitrogênio no momento de sua aplicação, que favorecido por temperaturas mais amenas reduziu possíveis perdas do nutriente pela volatilização. A produtividades de grãos obtida foi acima da expectativa (3000 kg ha⁻¹), tanto em sistema com rápida liberação de N-residual (soja/aveia) como em sistema de lenta liberação de N-residual (milho/aveia). Por tais condições, classificamos os anos de 2011 e 2013 como anos favoráveis (AF) à produtividade de grãos de aveia. Os anos de 2012 e 2014 as chuvas foram mais presentes e com maior acumulado ao final do ciclo, momento em que a planta requeria precipitação mínima. Para ambos os anos a produtividade de grão foi inferior a expectativa desejada de 3000 kg ha⁻¹, principalmente no sistema de lenta decomposição de N-residual. Estas condições, justificam a classificação dos anos 2012 e 2014 como anos desfavoráveis (AD) à produtividade de grãos de aveia. Em 2015, a precipitação acumulada se mostrou próxima a média observada de 25 anos. Entretanto, altas temperaturas ocorridas durante a antese da planta (período de desenvolvimento das peças florais em que a flor se mostra apta para a polinização), momento em que o desenvolvimento do pólen é particularmente sensível ao estresse hídrico e altas temperaturas, pode ter prejudicado o cultivo. O ano de 2016 foi marcado por baixas precipitações, principalmente no período de enchimento de grãos, entretanto, fortes chuvas ocorreram na fase final do ciclo, momento em que a produtividade de grãos já está decidida, porém a qualidade do grão ainda é influenciada. As temperaturas se mostraram adequadas e estáveis. Nestas condições de ano

(2015 e 2016), podemos identificar a influência do sistema de baixa relação C/N, que possivelmente pelo aporte do N-residual, fez com que a produtividade de grãos superasse a expectativa de 3000 kg ha⁻¹, fato não ocorrido em sistema de alta relação C/N. Por estes fatos, classificamos o ano 2015 e 2016 como anos intermediários (AI) à produtividade de grãos de aveia.

Tabela 1: Valores médios da proteína total, fibra total e do amido, junto à dados meteorológicos da temperatura, soma térmica e precipitação pluviométrica

Ano	Mês	Temperatura (°C)			Precipitação (mm)		$PG_{\bar{x}S}$ kg ha ⁻¹	$PG_{\bar{x}M}$ kg ha ⁻¹	Classe
		Min	Max	Md	Média de 25 anos*	Ocorrida			
2011	Maio	10,5	22,7	16,6	134	100	3686a	3122a	AF
	Junho	7,9	18,4	13,1	136	191			
	Julho	8,3	19,2	13,7	134	201			
	Agosto	9,3	20,4	14,8	122	234			
	Setembro	9,5	23,7	16,6	165	46			
	Outubro	12,2	25,0	18,6	236	211			
	Total	-	-	-	927	983			
2012	Maio	10,4	26,6	18,5	134	17	2378c	1984c	AD
	Junho	8,8	22,0	15,4	136	57			
	Julho	6,4	19,7	13,0	134	180			
	Agosto	12,9	23,4	18,1	122	61			
	Setembro	12,0	23	17,5	165	195			
	Outubro	15,0	25,5	20,2	236	287			
	Total	-	-	-	927	797			
2013	Maio	10,0	22,6	16,3	134	108	3731a	3269a	AF
	Junho	8,9	20,0	14,5	136	74			
	Julho	7,0	20,6	13,8	134	103			
	Agosto	6,6	19,8	13,2	122	169			
	Setembro	9,6	21,0	15,3	165	123			
	Outubro	13,2	27,1	20,2	236	144			
	Total	-	-	-	927	721			
2014	Maio	10,8	23,6	17,2	134	382	2181d	1765d	AD
	Junho	9,2	20,7	16,1	136	412			
	Julho	9,7	21,8	15,7	134	144			
	Agosto	8,8	23,7	16,2	122	78			
	Setembro	13,3	23,5	18,4	165	275			
	Outubro	16,0	27,7	21,8	236	231			
	Total	-	-	-	927	1522			
2015	Maio	13,1	22,7	17,9	134	181	3451b	2732b	AI
	Junho	9,7	21,1	15,4	136	228			
	Julho	10,2	18,7	14,4	134	212			
	Agosto	13,4	24,6	19,0	122	87			
	Setembro	12,4	19,6	16,0	165	127			
	Outubro	16,1	24,8	20,4	236	162			
	Total	-	-	-	927	997			
2016	Maio	11,1	20,9	16,0	134	56	3335b	2782b	AI
	Junho	4,7	19,3	12,0	136	12			
	Julho	8,2	21,2	14,7	134	81			
	Agosto	9,4	22,5	15,9	122	169			
	Setembro	8,4	23,8	16,1	165	56			
	Outubro	13,2	26,8	20,0	236	326			
	Total	-	-	-	927	700			

Min= mínima; Max= máxima; Md= média; $PG_{\bar{x}S}$ = produtividade média de grãos do sistema soja/aveia; $PG_{\bar{x}M}$ = produtividade média de grãos do sistema milho/aveia; * = Média de precipitação pluviométrica obtida dos meses de maio a outubro de 1989 a 2016; Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si na probabilidade de 5% de erro pelo teste de Scott & Knott; AI= Ano intermediário; AF= Ano favorável; AD= Ano desfavorável

Na Tabela 2 estão apresentados os valores médios de produtividade de grãos de aveia para as diferentes doses de adubação nitrogenada, as equação polinomiais encontradas para a produtividade de grãos da aveia e os valores de interpolação encontrados entre os pontos reais estudados, para cada sistema de sucessão.

Tabela 2: Valores médios e regressão para interpolação de pontos da variável produtividade de grãos de aveia no sistema soja/aveia e milho/aveia.

Ano	Dose de N				$y = a + bx + cx^2$	R^2	Interpolação N				
	0	30	60	120			15	45	75	90	105
Produtividade de grãos sistema soja/aveia											
2011	2989	3694	4124	3938	$2983 + 29,6x - 0,2x^2$	99	3385	3913	4081	4030	3889
2012	1745	2361	2751	2654	$1739 + 25,7x - 0,2x^2$	99	2080	2491	2542	2432	2233
2013	3036	3721	4174	3994	$3025 + 29,5x - 0,2x^2$	99	3423	3948	4113	4060	3918
2014	1645	2132	2426	2522	$1647 + 18,8x - 0,1x^2$	99	1907	2291	2495	2529	2519
2015	2746	3361	3825	3871	$2734 + 26,1x - 0,1x^2$	99	3101	3706	4129	4273	4372
2016	2461	3279	3884	3717	$2440 + 36,1x - 0,2x^2$	99	2937	3660	4023	4069	4026
Produtividade de grãos sistema milho/aveia											
2011	1956	2956	3590	3984	$1962 + 37,8x - 0,2x^2$	99	2484	3258	3672	3744	3726
2012	1313	1893	2229	2499	$1322 + 21,0x - 0,1x^2$	99	1615	2065	2335	2402	2425
2013	2100	3144	3650	4183	$2131 + 35,7x - 0,2x^2$	98	2622	3333	3684	3724	3675
2014	1020	1631	2097	2313	$1012 + 24,8x - 0,1x^2$	99	1362	1926	2310	2434	2514
2015	1729	2552	3167	3479	$1721 + 33,0x - 0,2x^2$	99	2171	2801	3071	3071	2981
2016	1647	2598	3371	3512	$1623 + 40,8x - 0,2x^2$	99	2190	3054	3558	3675	3702

2011 e 2013 = ano favorável; 2012 e 2014 = ano desfavorável; 2015 e 2016 = ano intermediário; R^2 = coeficiente de determinação (%)

Os valores médios de produtividade de grãos apresentados na Tabela 2 mostram uma tendência de estabilidade, originando equações polinomiais de grau 2. Além disto, os resultados obtidos pelos pontos reais e de interpolação, mostram uma tendência de estabilidade a partir de 45 kg ha^{-1} de nitrogênio, independente da condição de ano agrícola.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados da análise de estabilidade pelo modelo de Ecovalência e pelo modelo de Eberhart & Russell, dependente do sistema de cultivo e independente de ano agrícola.

Tabela 3: Parâmetros de estabilidade da produtividade de grãos de aveia em diferentes doses de nitrogênio nos sistemas soja/aveia e milho/aveia

y	Dose de N kg ha^{-1}	Sistema Soja/Aveia				Sistema Milho/Aveia					
		\bar{y}	Ecovalencia		Regressão		\bar{y}	Ecovalencia		Regressão	
			ω_i	$\omega_i(\%)$	δ_{ij}^2	R^2		ω_i	$\omega_i(\%)$	δ_{ij}^2	R^2
(2011+2012+2013+2014+2015+2016)											
Produtividade de grãos	0	2437e	394444	24,9	8735ns	96	1628g	139619	43,6	4851*	96
	15	2810d	146380	9,3	647ns	98	2078f	502778	15,5	-612ns	99
	30	3091c	81531	6,1	-2240ns	99	2462e	110949	3,4	-129ns	99
	45	3352b	85926	5,4	-3866ns	99	2773d	79185	2,5	-2126ns	99
	60	3531a	78591	4,9	-3510ns	99	3017c	71419	2,2	3980ns	98
	75	3595a	86807	5,4	-4762ns	99	3198b	180904	5,6	-693ns	99
	90	3605a	136831	9,7	-3661ns	99	3309a	263958	8,2	-1468ns	99
	105	3540a	145066	12,1	1728ns	98	3352a	299208	9,2	-2370ns	99
120	3449a	433534	22,2	15773*	95	3328a	317434	9,8	-899ns	99	

y = variável; \bar{y} = valor médio da variável; Ecovalência (ω_i) = Wricke; Regressão = Eberhart & Russell; δ_{ij}^2 = desvio da regressão; R^2 = coeficiente de determinação (%); * significativo a 0,05% de probabilidade de erro pelo teste F; ns = não significativo. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott em nível de 5% de probabilidade de erro.

A dose de 60 kg ha^{-1} de nitrogênio mostra estabilidade independente do modelo adotado (Tabela 3). Apesar desta dose não apresentar a maior média de produtividade no sistema milho/aveia,

o valor obtido ainda encontra-se superior a expectativa. Dessa forma, considerando o preço do insumo e do produto, o ponto de 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio, mostra resultados mais significativos sobre a perspectiva de produção, custo do insumo e estabilidade, além de perspectiva de redução da utilização do insumo.

Na Tabela 4 são apresentadas as médias e parâmetros dos modelos de estabilidade pela análise conjunta dos anos agrícolas e sistemas de cultivo.

Tabela 4: Parâmetros de estabilidade da produtividade de grãos de aveia em diferentes doses de nitrogênio independente de ano agrícola e do sistema de sucessão de cultura

Y	Dose de N KG	\bar{y}	Wricke		Eberhart & Russell	
			ω_i	$\omega_i(\%)$	δ_{ij}^2	$R^2(\%)$
(2011+2012+2013+2014+2015+2016+sistema soja/aveia+milho/aveia)						
PG (kg ha ⁻¹)	0	2032e	1354354	45,1	2709 ^{ns}	97
	15	2444d	419075	13,9	-2222 ^{ns}	99
	30	2777c	238970	7,9	-2522 ^{ns}	99
	45	3062b	221238	7,3	-4120 ^{ns}	99
	60	3274a	121922	4,0	-1561 ^{ns}	99
	75	3396a	48254	1,6	-3385 ^{ns}	99
	90	3457a	187595	6,2	-3570 ^{ns}	99
	105	3446a	187986	6,2	-3136 ^{ns}	99
	120	3363a	235645	7,8	-230 ^{ns}	99

y= variável; \bar{y} = valor médio da variável; ω_i = parâmetro do modelo de Wricke; δ_{ij}^2 = desvio da regressão de Eberhart & Russell; R^2 = coeficiente de determinação; PG= produtividade de grãos; * = significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F; ns= não significativo. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott em nível de 5% de probabilidade de erro.

Observando os dados da Tabela 4, as doses de 60 e 75 kg ha⁻¹ de nitrogênio se destacam como as menores doses que detém a maior média de produtividade aliada a estabilidade frente aos anos de cultivo, independente do modelo utilizado. Entretanto, como as médias de produtividade de grãos para essas duas doses recebem a mesma letra de agrupamento, a dose de 60 kg ha⁻¹ pode ser considerada a dose mínima para promover estabilidade com produtividade de grãos, independente de condição de ano de cultivo e de sistema de sucessão.

4 Conclusões

Dentre as doses de nitrogênio consideradas no estudo, os modelos de estabilidade definem a dose de 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio como aquela que promove estabilidade, pois para está dose é encontrado o menor valor de ecovalência pelo modelo de Wricke e valor não significativo para o desvio da regressão pelo modelo de Eberhart & Russel, com elevados valores médios de produtividade de grãos de aveia. A partir disto, o uso de modelos de estabilidade por Ecovalência e de Eberhart & Russel auxiliam na indicação de uma dose mínima de adubação nitrogenada, que promove menor impacto ambiental, com maior estabilidade de produtividade de grãos de aveia por alteração das condições ambientais e de sistema de sucessão de cultura.

Agradecimentos

Ao CNPq, à CAPES, à FAPERGS e à UNIJUÍ pelos recursos financeiros, estrutura física e materiais necessários para realização da pesquisa.

Referências

- [1] Arenhardt, E. G., Silva, J. A. G. da, Gewehr, E., Oliveira, A. C. de, Binello, M. O., Valdiero, A. C., Gzergorczyk, M. E., Lima, A. R. C. de. The supply of nitrogen in wheat yield by year condition and succession system in southern Brazil. *African Journal of Agricultural Research*, 10:4322-4330, 2015.
- [2] Bergez, J. E., Charron, M. H., Leenhardt, D., Poupa, J. C. A generic dynamic plot-based biodecisional model. *Computers and Electronics in Agriculture*, v.82, p.8-14, 2012.
- [3] Eberhart, S. A., Russell, W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop science*, 6:36-40, 1966.
- [4] Kelling, K. A., Fizen, P. E. Soil and nutrient requirements for oat production. In: MARSHALL HG, SORRELIS ME (Eds). *Oat science and technology*. Madison: ASA/CSSA. 6:165-190, 1992.
- [5] Kruger, C. M. B. Rapeseed population arrangement defined by adaptability and stability parameters. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 20:36-41, 2016.
- [6] Lara, L. M., Neto, M. E., Neto, H. Z., Braccini, A. L., Anghinoni, F. B. G., Santos, R. F., Lima, L. H. S., Garcia, A. Methods of Soybean Genotypes Selection in Paraná State, Brazil. *Journal of Agricultural Science*, v.11, n.2, 2019.
- [7] Marolli, A., Silva, J. A. G., Romitti, M. V., Mantai, R. D., Scremin, O. B., Frantz, R. Z., Sawicki, S., Arenhardt, E. G., Gzergorczyk, M. E., Lima, A. R. C. Contributive effect of growth regulator Trinexapac-Ethyl to oats yield in Brazil. *African Journal of Agricultural Research*, 12:795-804, 2017.
- [8] Martinelli, L. A. Os caminhos do nitrogênio - do fertilizante ao poluente. *Informações agronômicas*, 2007.
- [9] Scott, A. J., Knott, M. A. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometric*, 30:507-512, 1974.
- [10] Silva, J. A. G., Wohlenberg, M. D., Arenhardt, E. G., Oliveira, A. C., Mazurkiewicz, G., Muller, M., Arenhardt, L. G., Binello, M. O., Arnold, G., Pretto, R. Adaptability and stability of yield and industrial grain quality with and without fungicide in Brazilian oat cultivars. *American Journal of Plant Sciences*, 6:1560-1569, 2015.
- [11] Silva, J. A. G., Goi Neto, C. J., Fernandes, S. B. V., Mantai, R. D., Scremin, O. B., Pretto, R. Nitrogen efficiency in oats on grain yield with stability. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 20:1095-1100, 2016.
- [12] Wrike, G. Zur berechnung der okovalenz bei sommerweizen und hafer, *Zeitschrift fur Pflanzenzuchtung*, 52:127-138, 1965.
- [13] Zilio, M., Campioni, D. D., Mantovani, A., Dias, K. M., Pereira, T. Agronomic performance of wheat BRS Tarumã under different sowing densities, nitrogen fertilization and cutting managements. *Científica*, 46:1-7, 2018.