UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº17.228 de 25/11/2016
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS
SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2021

MODELO DE REGRESSÃO BINOMIAL NA ANÁLISE DOS DADOS DE UM EXPERIMENTO *IN VITRO* COM *COMANTHERA MUCUGENSIS*

Lucas Farias Almeida dos Santos[1]; Maurício Santana Lordelo [2];
1. Bolsista PIBIC/CNPq, Graduando em Agronomia, Universidade Estadual de Feira de Santana, lucasfariasalmeidadossantos@gmail.com
2. Orientador, Departamento de nome Ciências exatas, Universidade Estadual de Feira de Santana, mslordelo@uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: binomial; modelos lineares generalizados; indução *in vitro*
.

INTRODUÇÃO

A ausência das suposições básicas nos modelos clássicos de regressão implica na obtenção de resultados e interpretações muitas vezes inadequadas para o pesquisador. Dessa forma, uma alternativa é o uso dos modelos lineares generalizados. Estes modelos são uma extensão dos modelos lineares clássicos, em que uma série de técnicas comumente estudadas separadamente foram reunidas em uma única teoria (Nelder e Wedderburn, 1972). Permitem modelar dados em situações onde a distribuição de probabilidade da variável resposta pertence a uma família de variáveis, definida como família exponencial, da qual fazem parte a distribuição Normal, Binomial, Poisson, Gama, dentre outras.

Utiliza-se a distribuição Binomial quando um determinado experimento possui um número limitado de repetições, e cada repetição só tem dois resultados possíveis (sucesso e fracasso). Os experimentos denominados “dose-resposta”, consistem em administrar uma determinada droga em diferentes doses ou concentrações a indivíduos, obtendo-se como resposta, após um determinado período, indivíduos que mudam de estado (Demétrio, 2002). Neste contexto, diferentes concentrações do regulador vegetal 6-benzilaminopurina – BAP foram ministradas em um experimento planejado para indução *in vitro* de brotos da espécie *Comanthera mucugensis*. Uma das variáveis respostas extraídas deste experimento foi a porcentagem de explantes responsivos a formação de broto, classificada como binária, do tipo sim/não, que segue uma distribuição Binomial. O objetivo foi encontrar a dose que proporciona uma resposta de 50% e 90% de explantes responsivos a formação de broto, justificando o uso dos modelos lineares generalizados para obtenção desses resultados.

MATERIAL E MÉTODOS

Nos experimentos denominados de “dose-resposta”, um dos objetivos é modelar a probabilidade de sucesso como função de variáveis explicativas e então determinar concentrações efetivas que causam mudança de estado em uma determinada proporção

de indivíduos. Uma curva que tem as propriedades matemáticas para modelar a relação entre *proporção* e *dose* tem formas sigmoidais típicas (simétrica ou assimétricas). As mais usuais são os modelos: *probit*, *logit* e complemento *log-log*. Como são modelos não-lineares nos parâmetros, realiza-se uma transformação tal que essa curva sigmóide se transforme em uma reta e assim, procedimentos comuns de regressão possam ser usados para estimar os parâmetros.

Um experimento foi desenvolvido para avaliar o efeito de diferentes concentrações de um regulador na indução *in vitro* de brotos da espécie *Comanthera mucugensis*. Plântulas desta espécie, germinadas *in vitro*, foram utilizadas como explante e inoculadas em tubos de ensaio contendo 10 ml de meio de cultura MS acrescido de *15* $g.L^{-1}$ de sacarose, *7* $g.L^{-1}$ de ágar, e diferentes concentrações do regulador vegetal 6-benzilaminopurina – BAP (0,00; 1,10; 1,32; 1,54; 1,76). O delineamento foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, cada um composto por 18 unidades experimentais. Cada unidade representa um tubo contendo uma plântula. Após 60 dias foram avaliadas a porcentagem de explante responsivo a formação de broto (%ER) em cada repetição dos tratamentos (doses). As condições de cultivo foram estabelecidas de modo que o experimento foi mantido em sala de crescimento sob condições controladas, com temperatura de 25 ± 1 °C, fotoperíodo de 16h e radiação fotossinteticamente ativa de 60 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$.

A proposta então foi encontrar qual das curvas sigmóides (*probit*, *logit* e complemento *log-log*) que se ajusta bem aos dados e a partir dela obter as proporções estimadas. Foi adotado o critério de informação de Akaike (*Akaike Information Criterion - AIC*) que é uma importante medida usada para avaliar a qualidade do ajuste de modelos e também os valores para a *Deviance*, medida que sintetiza as diferenças encontradas entre os valores observados e ajustados pelos modelos. Em seguida, foi possível encontrar as doses que proporcionam percentuais de explantes responsivos de 50% e 90%.

Todos estes métodos foram implementados no *software* R (R CORE TEAM, 2019) que é livre e de código aberto, portanto acessível e sem restrições de uso.

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO

Para as cinco concentrações administradas do regulador BAP foram encontrados os percentuais de explantes responsivos. A Figura 1 apresenta estes resultados.

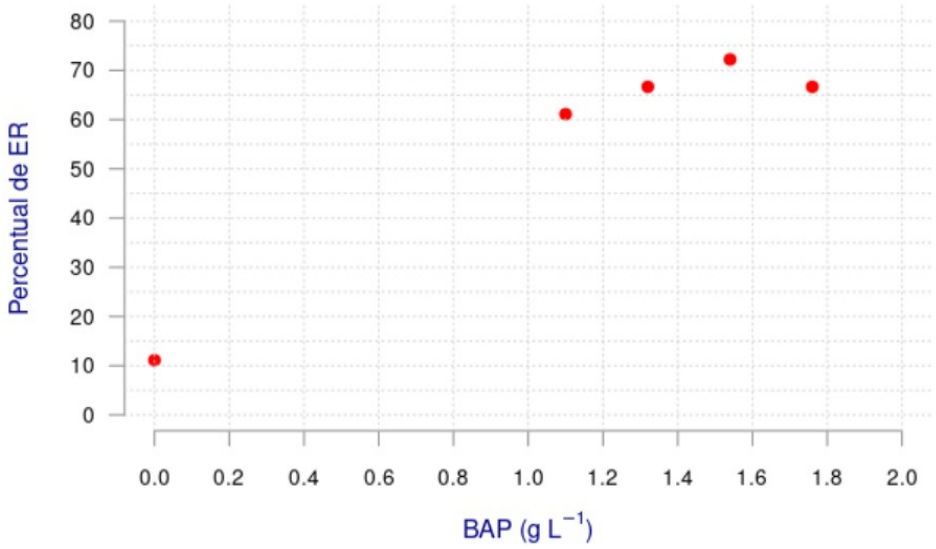

Figura1: Percentual de explantes com as respectivas doses de BAP.

Em seguida, os modelos *probit*, *logit* e complemento *log-log* foram ajustados com o propósito de encontrar os percentuais estimados. Como critério de escolha, foram calculadas as medidas *AIC* e *Deviance* de cada um destes modelos (Tabela 1).

Modelo	AIC	Deviance
Logit	21,482	1,9924
CLog-Log	22,587	3,0971
Probit	21,458	1,9682

Tabela 1: Valores do *AIC* e *Deviance* para cada modelo avaliado

Observa-se que os valores para essas medidas foram próximas para os modelos *logit* e *probit*, com uma pequena vantagem para o último. Mesmo observando essas diferenças, optou-se por representar graficamente os percentuais estimados para a cada um destes modelos (Figura 2). Por fim, os resultados para as doses de BAP que proporcionam percentuais de 50% e 90% de explantes responsivos estão apresentados na Tabela 2.

Para proporcionar um percentual de 50%, o modelo *probit*, o que apresentou melhores resultados para *AIC* e *Deviance*, estimou uma dose de BAP de aproximadamente 1,025 gL^{-1}, resultado também obtido pelo modelo *logit*. Já para 90%, a dose estimada foi 2,300 gL^{-1} .

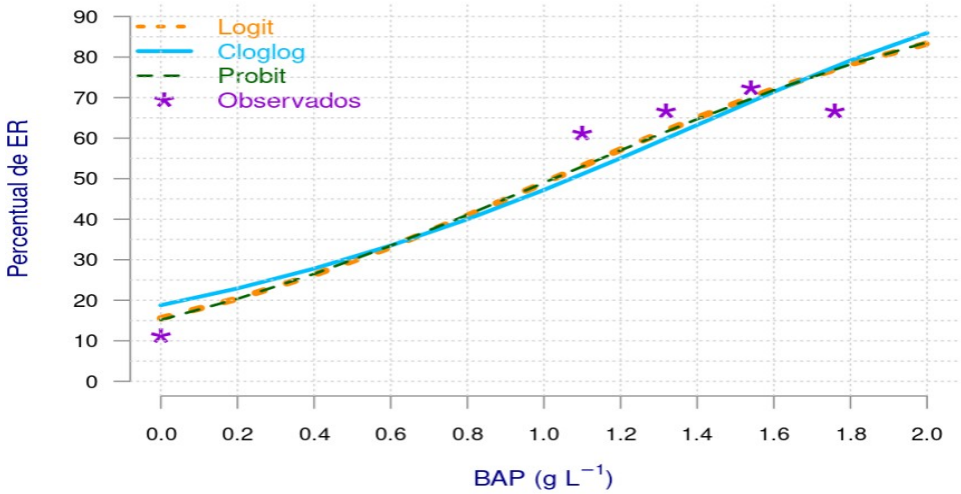

Figura 2: Curvas dos valores ajustados dos modelos avaliados.

Modelo	Dose para 50%	Dose para 90%
Logit	1,025	2,356
CLog-Log	1,072	2,143
Probit	1,025	2.300

Tabela 2: Dose estimadas de BAP para os três modelos avaliados

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos por essa análise demonstram a importância de avaliar diferentes opções de modelagem para estimar proporções provenientes de um

experimento dose-resposta. Os critérios de escolha do melhor modelo aqui adotados, *AIC* e *Deviance*, proporcionam evitar a obtenção de resultados e interpretações muitas vezes inadequadas para o pesquisador. A estimação da dose de uma forma mais precisa, por meio do melhor modelo escolhido, implica em uma coerente condução de experimentos dessa natureza.

REFERÊNCIAS

DEMÉTRIO, C.G.B. **Modelos Lineares Generalizados em Experimentação Agronômica**. Piracicaba: USP/ESALQ. 2002. 113 p.

NELDER, J.A.; WEDDERBURN, R.W. **Generalized linear models**. Journal of the Royal Statistical Society, , London, v. 135, p. 370-384, 1972.

R CORE TEAM, **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2019. DisponÍvel em: <http://www.r-roject.org>.