Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia
ISSN: 1982-1263 www.pubvet.com.br

Planejamento de experimento a pasto: Revisão

Gonçalo Mesquita da Silva[1], Fabiano Ferreira da Silva[2], Eli Santana de Oliveira Rodrigue[1], Cassyo de Araújo Rufino[3], Leidiane Reis Pimentel[1], Pablo Teixeira Viana[1], José de Souza Abreu Júnior[3], Emerson Batista Silva[5], Júlio César Chagas Paiva[4], Carlos Magno Santos Clemente[3]

[1]*Doutorando em Zootecnia na Universidade Estadual do Sudoeste Bahia*
[2]*Professor da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Campus Itapetinga-BA*
[3]*Professor da Faculdade Guanambi – Campus Guanambi - BA*
[4]*Aluno de Graduação em Zootecnia na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB*
[5]*Aluno de Graduação em Engenharia Civil na Faculdade Guanambi – FG*
** E-mail para correspondência: gon_zootecnia23@hotmail.com*

RESUMO. Os ensaios sobre sistema de pastejo são necessários para o melhor entendimento das variáveis estudadas, mais são sem dúvidas, os mais complexos da experimentação zootécnica por envolver dados referentes ao solo-planta-animal, os quais contribuem para aumentar a possibilidade de obter erros nessa categoria de experimentação. Os princípios básicos da experimentação são adotados quando estabelecemos quais os delineamentos serão aplicados no experimento, estes são classificados como: repetição, casualização e controle local. Os experimentos com pastagens geralmente envolvem grandes áreas, o que diminui a precisão dos dados avaliados, sendo recomendo, muita atenção no planejamento prévio do experimento, o qual requer maior atenção e dedicação de raciocínio, tendo, que fazer uma análise aprofundada dos objetivos que pretendem alcançar e as hipóteses a serem testadas. Desta forma, objetivou-se demonstrar os procedimentos básicos para condução de ensaios experimentais sobre pastejo, enfatizando os desenhos e alocação dos mesmos, em função dos delineamentos experimentais pré-estabelecidos.

Palavra chave: Delineamento, hipótese, unidades experimentais

Experiment planning a pasture: Review

Abstract. Tests on grazing system are necessary for better understanding of the variables studied, most are undoubtedly the most complex of zootechnical trial by involving data on the soil-plant-animal, which contribute to increase the possibility of getting errors in this category experimentation. The basic principles of experimentation are adopted when established which designs will be used in the experiment, which are classified as: repetition, randomization and local control. The experiments with pasture often involve large areas, which reduces the accuracy of data collected, and recommend, much attention in the prior planning of the experiment, which requires more attention and dedication of reasoning, having to do a thorough analysis of objectives that aim achieve and the hypotheses to be tested. Thus, it aimed to demonstrate the basic procedures for conducting experimental tests on grazing, emphasizing the design and allocation thereof, on the basis of pre-established experimental designs.

Keywords: Design, hypothesis, experimental units

Introdução

Os ensaios sobre sistema de pastejo são necessários para o melhor entendimento das variáveis estudadas, mas, são sem dúvidas, os mais complexos da experimentação zootécnica por envolver dados referentes ao solo-planta-animal, os quais contribuem para aumentar a possibilidade de obterem erros nessa categoria de experimentação.

O trinômio solo-planta-animal necessita da interferência do homem para realizar o controle das variáveis que tendem a aumentar os erros experimentais, buscando sempre o equilíbrio na produção de matéria seca (MS) da forrageira por área, sendo esta, consideradas como o principal recurso nutricional basal, respeitando o manejo de entrada e saída dos animais, sobre o sistema de pastejo, levando em consideração a fisiologia da forrageira, o estado fisiológico e nutricional dos animais, além, dos efeitos climáticos inerentes às sazonalidades durante o ano.

Desenvolver trabalhos utilizando pastagens e animais significa adquirir conhecimentos, sobre o crescimento vegetativo da planta e da nutrição animal, das doenças causadas por parasitas, enfermidades de ambos, características físico-químicas do solo, clima e além, dos métodos estatísticos e outros fatores que envolvem as etapas da experimentação. Sendo necessário, um trabalho em equipe com vários especialistas de determinados campos da ciência (Neto, 1999).

Os experimentos com pastagens envolvem grandes áreas, o que diminui a precisão dos dados avaliados, sendo recomendo muita atenção no planejamento prévio do experimento. Além, de estes serem conduzidos durante um intervalo de tempo relativamente longo, com duração entre 3 a 4 anos, principalmente quando não há o devido conhecimento do recurso nutricional basal (forrageira) que está fazendo parte da dieta dos animais em estudo.

São experimentos trabalhosos, requerem mão de obra qualificada e elevados investimentos financeiros, não podendo em hipóteses alguma ocorrer falhas. O que, permitem aos pesquisadores desempenhar maior atenção e dedicação em todas as fases da experimentação e ao delineamento experimental visando uma correta interpretação e generalizações dos resultados obtidos por Neto (1999). Pois qualquer vacilo inicial pode comprometer o estudo e resultar em grandes prejuízos em termos de tempo, viabilidade econômica e perdas de informações.

Na maioria das vezes, os experimentos sobre sistema de pastejo são financiados por meio de aprovação de projetos desenvolvidos por pesquisadores atuantes nas instituições de ensinos superiores, que, têm como objetivo produzir conhecimentos de respaldo, que serão utilizados pelos pecuaristas e produtores rurais nas suas propriedades. Para chegar aos resultados alcançados com o estudo, quatro aspectos serão considerados: Planejamento; Mensuração; Condução e Interpretação dos resultados. Se não houver falhas entre eles, geralmente os resultados com a experimentação serão satisfatórios.

Deste modo, esta revisão irá demonstrar os procedimentos básicos para estabelecer um experimento sobre pastejo. Enfatizando os desenhos e alocação dos ensaios em função dos delineamentos pré-estabelecidos.

Desenhos experimentais com animais

Os desenhos experimentais com animais podem apresentar classificação em dois grupos específicos: os do tipo contínuo e os do tipo *change-over* conhecidos como permutáveis (Neto, 1999).

No desenho contínuo os animais que forem sorteados para determinado tratamento, permanecerão neste até o fim do experimento, como exemplo simples no delineamento inteiramente ao acaso (DIC). Já no desenho permutáveis, os animais recebem todas as dietas em sequência aleatória, este tipo de ensaio é mais utilizado quando existem poucos animais o que permite aumentar o número de tratamentos, sem aumentar o número de animais e o delineamento que melhor representa esse procedimento é o delineamento quadrado latino (DQL), (Neto, 1999).

As áreas que mais tem utilizado os desenhos permutáveis são os estudos nutricionais e de metabolismos com vacas leiteiras, sendo recomendado estabelecer um intervalo de tempo para a adaptação dos animais a dieta avaliada, visando assim, eliminar o efeito residual do tratamento anterior. Nesta categoria experimental, são indicados, quando se consideram válidos os resultados de produção coletados em períodos de avaliação relativamente curtos conforme Lucas (1976).

Planejamento de experimentos em pastejo

Essa fase é a mais importante de toda a experimentação, requer maior atenção e dedicação de raciocínio, tem que fazer uma análise aprofundada dos objetivos e hipóteses a serem testadas. Estabelecer os objetivos, as variáveis que serão analisadas e os delineamentos apropriados e tudo isso, são estabelecidos para fornecer diretrizes, para o manejo prático de pastejo ou informações sobre a biologia do ecossistema de pastejo.

Planejar é estabelecer metas a serem alcançadas em um trabalho ou estudo e na experimentação com animal, existem diversos fatores que colaboram para uma menor acurácia dos resultados. Tais fatores como: escolher o modelo matemático correto, as coletas de amostras das forrageiras e dos animais, instalações que suportam os animais e confere-os bem estar, mão de obra especializada para amostragem dos dados e análises das amostras e interpretações dos resultados, através dos programas computacionais e estatísticos.

São etapas trabalhosas que devem ser realizadas e conduzidas com precisão buscando sempre a diminuição dos erros, pois, geralmente na experimentação com animais, as correções das falhas se tornam dificultosas quando se compraram com experimentos conduzidos em casa de vegetações ou trabalhos desenvolvidos em laboratórios.

A figura 1 representa o desenho de uma área experimental subdividida em 10 piquetes demonstrando assim, um esquema de bebedouro e cocho centralizado entre os piquetes que poderão ser utilizados sobre sistema de pastejo rotacionado. Considerando a oferta da forragem, sobre o período de ocupação estabelecido em função da disponibilidade de matéria seca por piquetes.

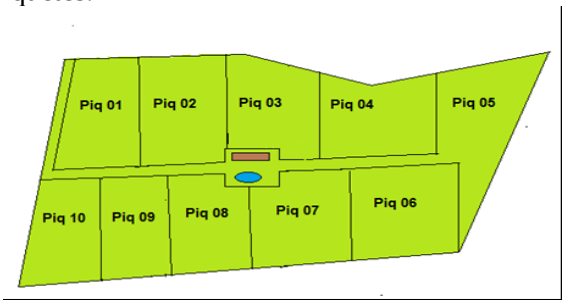

Figura 1. Fonte: Felipine, (2012).

De acordo com Pompei (2014) a alocação dos cochos de suplementação deve ser próximo dos bebedouros. Uma distância considerada ideal, seria no máximo 500 m. As forrageiras no decorrer do ano se tornam mais lignificadas perdem potencial produtivo e qualitativo principalmente nos meses de baixas precipitações.

Sendo, a ingestão da água potável *ad libitum* necessária ao desempenho produtivo dos animais, juntamente com um aporte suplementar (sal mineral ou ração balanceada), o que permite os animais alcançarem a maximização produtiva, mesmo, no período seco do ano. A ineficiência da ingestão de água pode acarretar em baixos desempenhos dos animais e quando estabelecemos um planejamento do experimento, temos que estarmos atentos para esses efeitos adversos.

As figuras 2 e 3 representam alguns dos tipos de bebedouros artificiais confeccionado com materiais simples (pvc e alvenaria), implantados em áreas experimentais em propriedades no Sudoeste e Sertão da Bahia, que tem demostrado resultados satisfatórios capazes de atender a demanda de ingestão de água pelos animais durante todo o período experimental. Com o sistema de controle de enchimento através de boias, o que permite manter os bebedouros sempre cheios.

Figura 2. Bebedouro (pvc)
Fonte: Elaboração dos Autores

Figura 3. Bebedouro (alvenaria)
Elaboração dos Autores

Princípios básicos da experimentação

Os princípios básicos da experimentação são adotados quando estabelecemos quais os delineamentos serão aplicados no experimento, estes são classificados como: repetição, casualização e controle local. Foram definidos e propostos por Ronald Aylmer Fischer, entre os

anos de 1919 e 1925 quando ele era membro da Estação Experimental de Rothamsted, na Inglaterra.

Nesse sentido, buscar entender um delineamento experimental como a forma de aplicação destes princípios é basicamente perceber a importância da adoção dessas técnicas na obtenção de estimativas para o efeito dos tratamentos, visando à redução dos erros experimentais de acordo com Duarte (1996).

Repetições

Este princípio é obrigatório quando se busca uma acurácia dos resultados é simbolizado pela letra *"r"* corresponde à aplicação de cada tratamento a mais de uma parcela ou unidade experimental. Tem a finalidade de possibilitar a estimação do erro experimental e assim, melhora as estimativas dos efeitos dos tratamentos.

Quanto maior o número de repetições, mais precisas serão tais estimativas. Na experimentação com animais sobre sistema de pastejo, números elevados de repetições, principalmente quando estas são os animais, pode ser que não compense os custos adicionais com a aquisição dos animais Duarte (1996).

Por mais interessante que seja fazer o uso deste princípio, uma regra básica para não prejudicar economicamente, recomenda-se não usar um número total de repetições inferior a 20 e nem um número de graus de liberdade do resíduo inferior a 10 e de acordo o com o delineamento escolhido como é o (DQL), pode se usar um elevado número de tratamento e reduzir a quantidade de unidades experimentais (repetições). A figura 4 representa o esquema de repetições e alocação nos ensaios experimentais.

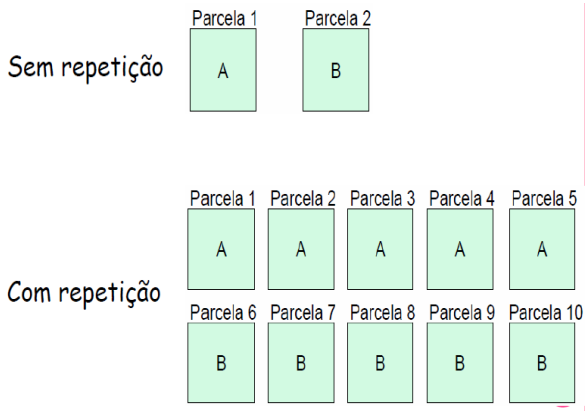

Figura 4. Esquema de representação.

Casualização

A casualização é de uso obrigatório é a distribuição aleatória dos tratamentos nas parcelas experimentais quando é utilizada, proporciona a todos os tratamentos a mesma probabilidade de serem designados a qualquer uma das parcelas. Essa prática neutraliza o efeito da correção espacial entre as parcelas, tem algumas formas de conseguir e a mais indicada é através de sorteios, ou podendo também, usar tabelas de números aleatórios. Tem como finalidade, distribuição independente do erro experimental e dessa forma, proporciona a mesma condição para todos os tratamentos. A figura 5 representa as a distribuição aleatória dos tratamentos (A, B, C, D, E) entre as linha e colunas.

B	C	B	A	E
E	D	A	D	C
C	B	E	B	D
A	E	A	D	C

Figura 5. Exemplo: (5 tratamentos e 4 repetições). Distribuição dos tratamentos as unidades experimentais de acordo com DIC.
Fonte: Duarte (1996)

Controle local

É denominada "estratificação" ou "bloqueamento" ou (mesmo "blocagem"); só é justificada a sua utilização, quando as parcelas ou unidades experimentais forem heterogêneas entre si. Consistem em distribuir os tratamentos no campo em áreas homogêneas, ou em subáreas classificadas com blocos. Tem como finalidade, reduzir os erros através da distribuição e agrupamento dos tratamentos mais homogêneos possíveis na área experimental. Possibilitando a capacidade do experimento de detectar diferenças reais entre os tratamentos, permitindo a melhoria da precisão experimental. A figura 6 apresenta a distribuição dos tratamentos nas parcelas onde foi utilizado o controle local, com o objetivo de diminuir os erros experimentais e proporcionar um ambiente homogêneo para todos os tratamentos.

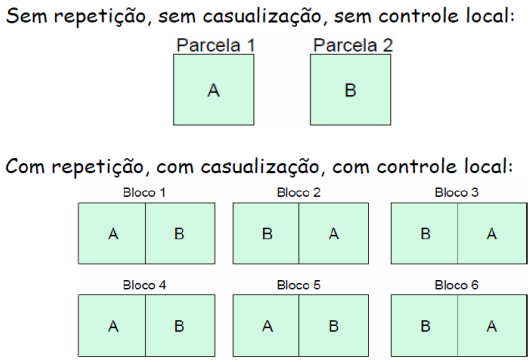

Figura 6. Controle local na distribuição dos blocos com os devidos tratamentos.

Erros experimentais

Os erros experimentais nada mais é que as variações ao acaso que acontece entre cada tratamento e os mesmos podem ocorrer devido a variabilidade do material utilizado no ensaio e da maneira como o experimento foi conduzido (Anjos, 2005).

A forma como o ensaio é conduzido, implica na maior ou menor possibilidade de obtenção de erros experimentais, e conhecer o tipo de erro é importante, para os procedimentos de análises estatísticas para determinar a margem de probabilidade a serem utilizadas quando forem avaliar os dados coletados.

A presença de erros experimentais nos ensaios ocorre principalmente pelas causas não controláveis, sendo ainda maior, nas experimentações com animais sobre sistema de pastejo.

Classificação dos delineamentos

Os delineamentos experimentais são as formas como os tratamentos são designados as unidades experimentais ou parcelas. Conhecer como o experimento foi instalado e conduzido durante um determinado período de tempo é de suma importância para análises dos dados coletados. Modificações pequenas podem acarretar em grandes mudanças na confecção e interpretação dos resultados (Anjos, 2005).

O planejamento do delineamento experimental tem que ser de tal forma onde as variações ao acaso sejam mínimas possíveis. Os delineamentos mais utilizados na experimentação com animais sobre sistema de pastejo são: Delineamento inteiramente ao acaso (DIC), delineamento em blocos casualisados (DBC) e o delineamento quadrado latino (DQL).

Delineamento inteiramente ao acaso (DIC)

Neste delineamento não usa qualquer sistema de controle local ou de blocos e os tratamentos são distribuídos ao acaso nas parcelas experimentais. Nesta situação, todos os tratamentos têm a mesma chance de compor qualquer unidade experimental, só é permitida a utilização do DIC, quando todas as condições de realização do experimento (pastagem, animais, solo entre outros) são consideradas controladas e as parcelas experimentais sejam homogêneas.

Delineamento em blocos casualisado (DBC)

É utilizado quando as unidades experimentais são heterogêneas, conhecido também como controle local, pois permite controlar as causas de variações conhecidas que podem afetar os resultados do experimento, caso não brocasse os tratamentos em parcelas homogêneas. Este procedimento permite que se tenham variações entre os blocos mais nunca dentro dos blocos e assim facilita a condução do ensaio, pois um bloco pode ser período de avaliação. E Para efeito de implantação do experimento, determina-se o bloco, sorteiam-se os tratamentos dentro de cada bloco e depois faz o sorteio da posição dos blocos.

Delineamento quadrado latino (DQL)

São delineamentos que usam um sistema duplo de blocos ortogonais, denominados delineamentos de linhas e colunas. É utilizado quando se tem duas causas de variações que são conhecidas e que podem ser controladas. Nas experimentações com animais, nem sempre encontramos um grupo de animais homogêneos podendo haver diferença de idade, peso entre os mesmos. Sendo indicado, fazer uso de duplo bloqueamento, agrupando os animais compatíveis para a idade e outro grupo para o peso vivo em blocos distintos. E assim, a casualização é feita, respeitando que somente uma repetição de cada tratamento apareça em cada bloco (linhas e colunas). Como premissa para fazer o uso do DQL, o número de tratamentos deve ser igual o número de repetições e muitas vezes, se torna limitante por não haver material suficiente para completar o delineamento (Anjos, 2005).

Escolha dos tratamentos e níveis

A escolha dos tratamentos deve seguir a definição dos objetivos do experimento, podem ser concernidos através de comparações

discretas, por exemplo: diferentes composições de forragem, níveis de fertilizações, taxa de lotação e níveis suplementar dos animais etc. Sendo definidos previamente antes do início do experimento, pois o planejamento correto dos tratamentos e dos níveis adotados implica no resultado final. Podendo ser modificados pelo sistema de pastejo, taxa de lotação, categoria animal, regime de fertilização podendo assim, influenciar tanto na produção de pastagem quanto no desempenho animal (Neto, 1999).

Na experimentação com animais, a maior dificuldade enfrentada é a definição do método de pastejo a taxa de lotação fixa, interferências dos fatores climáticos, pois corrigir esses fatores se torna muito complexos. E, a não correção das variáveis, possibilita uma maior probabilidade de obter erros que prejudicarão a interpretação dos dados.

Agrupamentos dos ensaios

De acordo com T'Mannetje et al. (1976), os ensaios com animais sobre sistema de pastejo são agrupados em duas categorias: os que avaliam a pastagem, e os que avaliam o efeito de práticas de manejos sobre o sistema de pastagem. As práticas de manejo são: os métodos de estabelecimento, o uso de fertilizantes, os sistemas de pastejo rotativo, intercalado, continua ou intermitente, a suplementação alimentar, a carga animal e a pressão de pastejo, entre outros.

Considerações sobre variáveis respostas

Os parâmetros de produção animal são as principais variáveis respostas em um experimento de pastejo e permite, em alguns casos: quantificar a produção de pastagens kg de MS/ha, a massa de forragem (kg ha^{-1}), a massa de folhas verdes (kg ha^{-1}), a taxa de crescimento de pastagem (kg $ha^{-1}dia^{-1}$), a altura da pastagem (cm), o índice de área foliar (área foliar m^{-2}) e a composição botânica da forrageira.

De acordo com Santos et al., (2010), juntamente a isso, pode-se quantificar o ganho de peso dos animais por hectare (kg/ha), o ganho de peso por animal (kg/animal), o ganho médio diário (kg/ha/dia), a condição corporal (escore), as características físico-químicas da carcaça, comportamento animal e o desempenho reprodutivo e produtivo dos animais. Na experimentação com animais, normalmente os ensaios são associados a desempenho produtivo dos animais.

Recomendações

Os experimentos sobre sistema de pastejo devem ser bem elaborados, planejado corretamente, todos os tratamentos, unidades experimentais, duração, escolha dos delineamentos, modelos matemáticos e testes estatísticos capazes de avaliar os dados amostrados.

As avaliações das forrageiras são geralmente de longa duração (no mínimo 3 a 4 anos) mensurando as características vegetativas e qualitativas nutricionais para atender as exigências dos animais. Escolher adequadamente os animais que serão utilizados como unidade experimental, sendo grupos homogêneos para peso, sexo, categoria e idade compatível no máximo 4 meses de diferença.

Os animais devem apresentar uma média produtiva semelhante à população de animais regionais, e não apenas um grupo isolado com a média produtiva muito superior, o qual seria superestimado os resultados obtidos com o experimento e assim, não seria uma fonte de informação para os pecuaristas regional conforme T'Mannetje et al., (1976).

Decisões

As decisões que serão necessárias levar em consideração, na execução dos ensaios sobre sistema de pastejo são as seguintes: duração total do experimento, número de repetições de campo, natureza da unidade experimental, número de repetições no tempo, número e datas das avaliações periódicas no ano, práticas de manejo aplicadas, técnicas de medição e delineamento experimental a ser aplicado (Santos et al., 2010).

Análise e interpretação de dados

Os delineamentos experimentais podem ser divididos em duas grandes classes: os delineamentos ortogonais e não ortogonais. Os ortogonais utilizam a análises de variância simples, regressão lineares e testes estatísticos a 5 ou 10% de probabilidades.

Considerações Finais

O planejamento e alocamento dos experimentos sobre pastejo são responsáveis pela melhoria na produção pecuária nas propriedades que tem os experimentos como base para aumentar sua produtividade. Por ser muito trabalhosos, não é aceitável erros durante o

processo de condução, todas as fases da experimentação têm que ser bem elaboradas, pois falhas podem comprometer os resultados e perdas de dados, tempo e dinheiro. O desenho experimental mais indicado tem que ser o que melhor se aplique as condições existentes na propriedade, sendo necessário fazer uso dos princípios básicos da experimentação, com o intuito de corrigir as variáveis ao acaso, e promover a todos os tratamentos a mesma condição.

Referências Bibliográficas

Anjos, A. (2005). Planejamento de Experimentos I. UFPR. Departamento de Estatística. Apostilha para curso (notas de aulas), p. 98.

Duarte, J. B. (1996). Princípios sobre delineamento em experimentação agrícola. UFG; IMF; DEI, Trabalho de conclusão de curso.

Felipini, T. (2012). Alcance Consultoria e Planejamento Rural: Dobrar a Produção de carne e leite por hectare somente dividindo a pastagem. *Pastagem, Gestão e Nutrição animal*. Acesso em: Janeiro de 2016.

Lucas, H. L. (1976). Design in animal science research. Instituto de estatística da universidade da Carolina do Norte.

Neto, M. M. G.; Planejamento, desenhos experimentais e análises de experimento com pastejo. (1999). UFV. Departamento de Zootecnia, 18p.

Pompei, J. (2014). Cochos: Medidas e recomendações: Entrevista. *Matsuda*, Disponível em: http://www.matsuda.com.br/Matsuda/Web/Entrevistas/Detalhe.aspx?idnot=P11062016215999&lang=pt-BR

Santos, É. C.; Santos, E. C. & Mesquita, M. F. S. (2010). Fundamento dos testes estatísticos e sua aplicabilidade em ensaios experimentais com animais. *Revista Agrogeoambeintal*, 2, 145-172

T'Mannetje, L.; Jones, R. J. & Stobbs, T. H. (1976). Pasture evaluation by grazing experiments. In: Shaw, N. H. & Bryan, W. W. Tropical pasture research. Commonwealth Bureau of pasture and field crops, Hurley, England. p.194-234.

Recebido em Janeiro 27, 2016
Aceito em Março 9, 2016

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.