



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS II
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
DEPARTAMENTO AGROECOLOGIA E AGROPECUÁRIA
CURSO DE BACHARELADO EM AGROECOLOGIA**

JOSEAN BARBOSA DA SILVA

**FORMULAÇÃO DE RAÇÃO DE CUSTO MÍNIMO PARA OVINOS UTILIZANDO O
MICROSOFT OFFICE EXCEL**

LAGOA SECA-PB

Dezembro/2020

JOSEAN BARBOSA DA SILVA

**FORMULAÇÃO DE RAÇÃO DE CUSTO MÍNIMO PARA OVINOS UTILIZANDO O
MICROSOFT OFFICE EXCEL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Agroecologia da Universidade Estadual da
Paraíba, como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Agroecologia.

Orientador: Prof. Dr^a. Janaína Mendonça Soares

Coorientador: Dr. Josely Dantas Fernandes

LAGOA SECA
Dezembro de 2020

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586f Silva, Josean Barbosa da.
Formulação de ração de custo mínimo para ovinos utilizando o Microsoft Office Excel [manuscrito] / Josean Barbosa da Silva. - 2020.
25 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agroecologia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, 2021.

"Orientação : Profa. Dra. Janaína Mendonça Soares ,
Coordenação do Curso de Ciências Agrárias - CCHA."

1. Alimentação de ovinos. 2. Produção. 3. Otimização. 4.
Pesquisa operacional. I. Título

21. ed. CDD 636

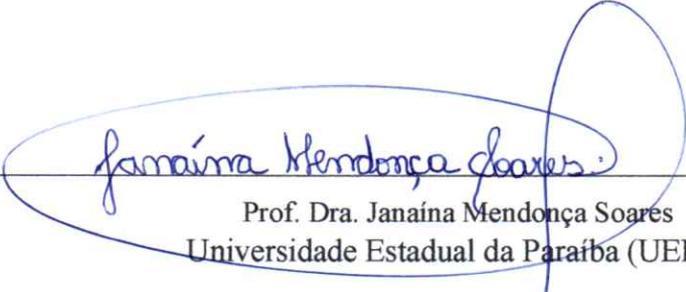
JOSEAN BARBOSA DA SILVA

**FORMULAÇÃO DE RAÇÃO DE CUSTO MÍNIMO PARA OVINOS
UTILIZANDO O MICROSOFT OFFICE EXCEL**

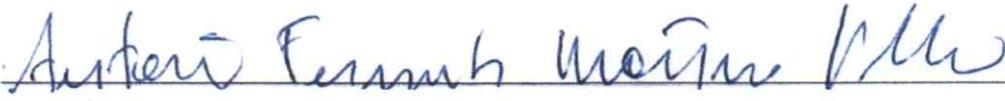
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do Curso de Bacharelado em Agroecologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agroecologia.

Aprovado em: 15/12/2020

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Janáina Mendonça Soares
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Dr. António Fernandes Monteiro Filho
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Dalmo Marcello de Brito Primo
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por toda força, fé e proteção em todos os momentos da minha vida.

A minha família por todo apoio e compreensão.

Aos meus orientadores pelo incentivo e orientação Janaína Mendonça Soares e Josely Dantas Fernandes.

Grato aos meus colegas por todo o apoio, um abraço forte para: e a todos os demais.

Aos técnicos e demais trabalhadores da UEPB que me auxiliaram nesta caminhada, muito obrigado a Antônio, Josely, Yuri.

Aos professores e Diretores do Campus II obrigado por tudo.

SUMÁRIO

1-	Introdução.....	9
2-	Objetivos.....	11
2.1-	Objetivo Geral.....	11
2.2-	Objetivos Específicos.....	11
3-	Materiais e Métodos.....	12
4-	Resultados e Discussão.....	16
5-	Considerações Finais.....	24
6-	Referências.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Requisitos nutricionais diários de ovinos no sistema de manejo de engorda.....	12
Tabela 2 - Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), cálcio (Ca) e fósforo (P) na matéria natural de alimentos comuns do semiárido.....	12
Tabela 3 - Quantidade dos alimentos e custo das dietas formuladas utilizando a ferramenta SOLVER do Microsoft Excel em função do peso vivo do animal no sistema de manejo de engorda.....	18
Tabela 4 – Valores nutricionais calculados pelo SOLVER em função das simulações e do sistema de manejo. Matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), cálcio (Ca), fósforo (P) e quantidade de ração formulada (QTD).....	19
Tabela 5 - Análise de sensibilidade das rações calculadas em função do peso vivo dos ovinos no sistema de manejo de engorda. O permissível decréscimo e acréscimo correspondem ao valor (unidade monetária R\$/kg do alimento) inserido sobre cada alimento sem que haja alteração na ração previamente formulada.....	23

LISTA DE FIGURA

Figura 1 – Planilha eletrônica construída no Microsoft Office Excel versão 2010.....	15
---	----

RESUMO

Por meio da presente pesquisa, foi formulada uma dieta para ovinos utilizando o SOLVER da Microsoft Office Excel ferramenta que se aplica na resolução de problemas de Programação Linear (PL) é manuseada para otimizar (minimizar ou maximizar) uma função de variáveis chamada de função objetivo, sujeita a uma série de equações ou inequações lineares. Formularam diferentes rações acatando a criação de ovinos com faixas de peso vivo de 30, 35, 40, 45, 50 e 55kg no sistema de manejo de engorda. As formulações foram realizadas considerando o consumo em matéria natural de ração.animal⁻¹.dia⁻¹. Para formulação das rações, utilizaram-se alimentos comumente encontrados na Região Semiárida Nordestina, cuja composição bromatológica foi obtida por meio de pesquisa literária. Visou-se à minimização do custo na formulação de ração. Para tal, determinaram-se restrições para os requisitos nutricionais, foram eles: de maior ou igual (\geq) para matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), cálcio (Ca) e fósforo (P) e de igualdade (=) para quantidade de ração formulada. Com relação ao teor de MS, permitiu-se a entrada de no máximo 2 kg.animal⁻¹ e para os demais nutrientes um acréscimo de no máximo de 10% da exigência recomendada. Com a utilização do software SOLVER, calculou-se as quantidades de alimentos necessárias para atender os requisitos nutricionais dos ovinos no sistema de manejo de engorda considerando diferentes categorias de faixas de peso vivo (30, 35, 40, 45, 50 e 55 kg), assim como seus respectivos custos Ração.animal⁻¹.dia⁻¹. Os resultados mostraram-se satisfatório e dentro do esperado ressaltando que com a utilização da ferramenta SOLVER o agricultor poderá selecionar os alimentos que deverão entrar na composição da ração, impondo restrições quanto à quantidade de determinado alimento. Neste trabalho, todas as formulações apresentaram custo mínimo. Com a possibilidade de substituição entre os alimentos, o agricultor reduz os custos com a ração, garantindo o mesmo ganho de peso/animal, o que aumentaria, em última instância, o seu lucro. Independentemente da categoria do animal, as rações formuladas foram produzidas principalmente por alimentos comumente encontrados na região semiárida.

Palavras-chave: Alimentação de ovinos. produção. otimização. pesquisa operacional.

ABSTRACT

Through this research, a diet for sheep was formulated using the Microsoft Office Excel SOLVER tool that is applied to solve Linear Programming (PL) problems and is handled to optimize (minimize or maximize) a function of variables called the objective function, subject to a series of linear equations or inequalities. They formulated different rations following the breeding of sheep with live weight ranges of 30, 35, 40, 45, 50 and 55 kg in the fattening management system. The formulations were carried out considering the consumption of natural feed material. $\text{kg}\cdot\text{animal}^{-1}\cdot\text{day}^{-1}$. For the formulation of the rations, foods commonly found in the Northeastern Semi-Arid Region were used, whose chemical composition was obtained through literary research. The aim was to minimize the cost of feed formulation. For this, restrictions were determined for the nutritional requirements, they were: greater or equal (\geq) for dry matter (DM), crude protein (PB), total digestible nutrients (NDT), calcium (Ca) and phosphorus (P) and equality (=) for the amount of formulated feed. Regarding the DM content, a maximum of $2\text{ kg}\cdot\text{animal}^{-1}$ was allowed to enter and for the other nutrients an increase of a maximum of 10% of the recommended requirement. Using the SOLVER software, the amounts of food necessary to meet the nutritional requirements of the sheep in the fattening management system were calculated considering different categories of live weight ranges (30, 35, 40, 45, 50 and 55 kg), as well as their respective $\text{Ra\c{c}\~{a}o}\cdot\text{animal}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ costs. The results were satisfactory and as expected, emphasizing that with the use of the SOLVER tool, the farmer will be able to select the foods that should be included in the feed composition, imposing restrictions on the amount of a certain food. In this work, all formulations had a minimal cost. With the possibility of substituting between foods, the farmer reduces feed costs, guaranteeing the same weight / animal gain, which would ultimately increase his profit. Regardless of the animal category, the formulated feeds were produced mainly by foods commonly found in the semiarid region.

Keywords: Sheep feeding. production. optimization. operational research.

1- INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro localiza-se no centro da região Nordeste, abrangendo quase todos os estados do Nordeste e o norte de Minas Gerais. Segundo a nova delimitação do Ministério da Integração Nacional – MI (2005), ocupa 72,10 % desta região, com uma área de 878.973,40 km² e uma população de mais de 19 milhões de habitantes, distribuída por 1.048 municípios, pertencentes a oito estados (IBGE, 2013). Possui uma média pluviométrica anual de 750 mm, porém mal distribuída no tempo e no espaço, com médias pluviométricas anuais inferiores a 400 mm, concentradas entre 3 a 4 meses ao ano. A evapotranspiração é em média de 2.500 mm ao ano e o balanço hídrico ao longo dos meses do ano é negativo (COSTA, 2006).

Nessa região, a estrutura fundiária é marcada pela predominância de pequenas propriedades de base familiar, destacando-se que 77% têm entre 1 e 20 hectares, enquanto 23% são representadas por áreas menores que 100 hectares, o que explica a alta densidade demográfica da região (LIRA et al., 2005).

A caprinocultura representa um grande potencial na agropecuária, uma vez que o Brasil conta com um rebanho de caprinos e ovinos que, somados, equivale a 3,3% do efetivo mundial. O rebanho de caprinos do Nordeste representa em torno de 94% do efetivo nacional e o dos ovinos, aproximadamente 48% (MADRUGA, 2003). A maioria desse rebanho é explorada em sistema extensivo, apresentando como principais características práticas inadequadas de manejo alimentar, sanitário e baixa produtividade (CONAB, 2006).

Caprinos e ovinos, principalmente, na região nordestina, têm uma grande importância econômica e social para os agricultores. Esses animais são utilizados para o consumo das famílias, podendo ainda serem comercializados com facilidade nos mercados regionais. Além disso, são uma das principais alternativas para produtores do Semiárido brasileiro como efetiva ajuda para a sobrevivência com alimento e melhoria da renda.

O manejo nutricional de rebanhos de ovinos tem papel essencial no estabelecimento da rentabilidade, representando um impacto na ordem de 70% dos gastos de produção. Segundo Gonçalves et al., (2008) dietas balanceadas para caprinos devem ser formuladas utilizando alimentos que, combinados, possibilitem maior rentabilidade para o capital investido.

O termo dieta balanceada refere-se à quantidade de alimentos fornecidos ao animal visando atender a todas as suas necessidades nutricionais (TEIXEIRA et al. 2013). No balanceamento da dieta, vários métodos podem ser utilizados, desde o simples quadrado de

Pearson até métodos complexos que formulam dietas de custo mínimo. Tradicionalmente, os nutricionistas formulam as dietas utilizando softwares específicos, da área agrônômica com o objetivo de encontrar uma mistura de ingredientes de uma dieta que satisfaça uma série de especificações nutricionais (PESTI et al., 1986; GONZALEZ-ALCORTA et al., 1994).

A maioria das ferramentas existentes de cálculo de dietas para animais foi desenvolvida com base em modelos empíricos, em função de sua menor complexidade para ser construída. No Brasil, um software denominado Supercrac (TDSsoftware, 2008) foi desenvolvido utilizando as informações descritas pelo Conselho Americano de Pesquisas (NRC), com finalidade de minimizar custos de rações. Entretanto, alternativas como a análise de sensibilidade e o uso de procedimentos para simulação do manejo e alterações na fisiologia animal, de grande utilidade, principalmente no meio acadêmico, não foram contempladas. Chalupa (2005) apresenta uma relação de 15 softwares comerciais para formulação de rações para gado leiteiro disponíveis no mercado americano e europeu. No entanto, ferramentas com esta finalidade, voltadas para a formulação de rações para pequenos ruminantes, não foram apresentadas.

O SOLVER da Microsoft Office Excel é uma ferramenta que pode ser utilizada na resolução de problemas de Programação Linear (PL) que é utilizado para otimizar (minimizar ou maximizar) uma função de variáveis chamada de função objetivo, sujeita a uma série de equações ou inequações lineares (LISBOA, 2002). Alguns trabalhos, a exemplo de Monteiro Filho et al., (2009) e Roush et al., (2009), utilizaram esta ferramenta para formular dietas com custo mínimo e obtiveram resultados satisfatórios atendendo a todas as restrições impostas pelo operador.

2 - OBJETIVOS

2.1 - OBJETIVO GERAL

- Formular rações de custo mínimo para ovinos utilizando alimentos comumente encontrados na Região Semiárida e a ferramenta SOLVER da Microsoft Office Excel.

2.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar dados relacionados à alimentação de ovinos;
- Formular dietas baseando-se em técnicas de Programação Linear;
- Utilizar dietas com custo mínimo atendendo todas as necessidades nutricionais dos ovinos.

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo, formularam-se diferentes rações acatando a criação de ovinos com faixas de peso vivo de 30, 35, 40, 45, 50 e 55 kg no sistema de manejo de engorda conforme dados de Campos (1995). As formulações foram realizadas considerando o consumo em matéria natural de ração. $\text{animal}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. Os dados referentes aos requisitos nutricionais em função do peso corporal e da situação de manejo estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Requisitos nutricionais diários de ovinos no sistema de manejo de engorda.

Ganho ou perda, g	PV	Consumo de MS Kg.animal ⁻¹	NDT	PB	Ca	P	VitA
	Kg						
200,0	30,0	1,3	0,83	0,143	0,0048	0,0030	765,0
220,0	35,0	1,4	0,94	0,154	0,0048	0,0030	892,0
250,0	40,0	1,6	1,12	0,176	0,0050	0,0031	1020,0
230,0	45,0	1,7	1,19	0,187	0,0050	0,0031	1148,0
220,0	50,0	1,8	1,26	0,198	0,0050	0,0031	1275,0
200,0	55,0	1,9	1,33	0,209	0,0050	0,0031	1402,0

Fonte: CAMPOS, 1995. PV= Peso vivo do animal, MS= Matéria Seca, NDT= Nutrientes Digestíveis Totais, PB= Proteína Bruta, Ca= Cálcio, P= Fósforo e VitA= Vitamina A.

Para formulação das rações, utilizaram-se alimentos comumente encontrados na Região Semiárida Nordestina, cuja composição bromatológica foi obtida por meio de pesquisa literária, cujo resultado encontra-se descrito na Tabela 2.

Na tabela 2, se ela ficar dividida em duas páginas repete o enunciado e informa que é continuação

Tabela 2 - Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), cálcio (Ca) e fósforo (P) na matéria natural de alimentos comuns do semiárido.

Alimento	Custo*	Composição química dos alimentos					
		MS	PB	NDT	Ca	P	VitA
	R\$.kg ⁻¹	-----%-----					UI
Volumosos		-					
Capim Buffel*	0,100	27,00	2,30	12,40	0,01	0,03	0,00
Capim elefante	0,050	27,00	1,20	13,40	0,12	0,07	0,00
Jureminha (Feno)	0,500	88,03	15,89	70,43	1,18	0,29	0,00
Leucena (Feno)	0,300	91,20	20,97	52,12	1,56	0,21	0,00

Palma Forrageira	0,500	10,20	0,49	6,50	0,23	0,02	0,00
Sorgo Forrageiro (Silagem)	0,150	26,25	6,66	14,56	0,12	0,13	0,00
Concentrados Energéticos							
Algaroba (Farelo da Vagem)	0,500	88,54	9,34	71,70	0,31	0,17	0,00
Mandioca (Raspa Integral)	0,250	87,59	3,29	72,21	0,23	0,06	0,00
Milho (Grão)	1,000	87,64	9,11	80,00	0,03	0,25	0,00
Concentrados Protéicos							
Maniçoba (Feno)	0,700	86,69	12,71	51,63	2,27	2,02	0,00
Algodão (Torta)	1,000	89,01	33,83	50,90	0,35	0,10	0,00
Soja (Farelo)	2,030	88,61	46,00	75,00	0,34	0,58	0,00
Concentrado mineral vitamínico							
Fosfato bicálcico	5,000	0,00	0,00	0,00	23,00	18,00	0,00
Calcário	0,450	0,00	0,00	0,00	37,00	0,00	0,00
Núcleo	5,000	0,00	0,00	0,00	17,00	8,50	130.500,00

Fonte: CAMPOS, 1995. * Média de preço dos alimentos encontrados no município de Campina Grande e cidades vizinhas.

Os cálculos para formulação das rações foram realizados utilizando-se a ferramenta SOLVER da Microsoft Office Excel versão 2010, cujo modelo matemático utilizado foi a programação linear. O estudo da programação linear permite uma distribuição eficiente de recursos limitados existentes em diversas atividades competitivas. O objetivo é obter uma maximização e/ou a minimização de uma variável dependente, que é função linear de diversas variáveis independentes, chamada de função objetivo, sujeita a uma série de equações (ou inequações) lineares, chamadas restrições. Segundo Garcia et al. (1997), o modelo de minimização pode ser representado através da equação:

$$\text{Min. } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \text{ (Função Objetivo)}$$

Sujeito a uma série de restrições:

$$A_{11}X_1 + A_{12}X_2 + \dots + A_{1n}X_n \leq \text{ou} = \text{ou} \geq b_1 \text{ (Restrição 1)}$$

$$A_{21}X_1 + A_{22}X_2 + \dots + A_{2n}X_n \leq \text{ou} = \text{ou} \geq b_2 \text{ (Restrição 2)}$$

$$A_{m1}X_1 + A_{m2}X_2 + \dots + A_{mn}X_n \leq \text{ou} = \text{ou} \geq b_m \text{ (Restrição n)}$$

Onde $x_i \geq 0$ e $b_i \geq 0$, para $i = 1, 2, \dots, n$ e $j = 1, 2, \dots, m$

Z: função a ser minimizada (geralmente ganho ou custo), respeitando o conjunto de restrições;

x_i : variáveis decisórias que representam as quantidades ou recursos que se quer determinar para otimizar o resultado global;

c_i : coeficientes de ganho ou custo que cada variável é capaz de gerar;

b_j : quantidade disponível de cada recurso;

a_{ij} : quantidade de recursos que cada variável decisória consome.

Neste estudo, visou-se à minimização do custo na formulação de ração. Para tal, determinaram-se restrições para os requisitos nutricionais, foram eles: de maior ou igual (\geq) para matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), cálcio (Ca) e fósforo (P) e de igualdade ($=$) para quantidade de ração formulada. Com relação ao teor de MS, permitiu-se a entrada de no máximo 2 kg.animal^{-1} e para os demais nutrientes um acréscimo de no máximo de 10% da exigência recomendada.

A planilha eletrônica construída no Microsoft Office Excel (Figura 1) contém os alimentos descritos na Tabela 2 e sua composição química, como também, os requisitos necessários para a nutrição dos ovinos conforme cada faixa de peso corporal.

Figura 1. Planilha eletrônica construída no Microsoft Office Excel versão 2010

Cópia de Planilha final JOSEAN.xlsx - Microsoft Excel (Falha na Ativação do Produto)																
Alimentos																
Requisitos nutricionais	Capim Buffel'	Capim al	Nucleo	Jureminha	Leucena	Fosfato	Maniçoba	Palma	Sorgo	Algaroba	Mandioc	Milho	calcar	Algodão	Soja	
QTD	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
MS	27,00	27,00	0,00	88,03	91,20	0,00	86,69	10,20	26,23	88,34	87,59	87,64	0,00	89,01	88,61	
PB	2,30	1,20	0,00	15,89	20,97	0,00	12,71	0,49	6,66	9,34	3,29	9,11	0,00	33,83	46,00	
NDT	12,40	13,40	0,00	70,43	52,12	0,00	51,63	6,50	14,56	71,70	72,21	80,00	0,00	50,90	75,00	
Ca	0,01	0,12	17,00	1,18	1,56	23,00	2,27	0,23	0,12	0,31	0,23	0,03	37,00	0,35	0,34	
P	0,03	0,07	8,50	0,29	0,21	18,00	2,02	0,02	0,13	0,17	0,06	0,25	0,00	0,10	0,58	
vta	0,00	0,00	13500000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Preço (RS/kg)	Capim Buffel'	Capim al	Nucleo	Jureminha (Feno)	Leucena (Feno)	Fosfato	Maniçob	Palma	SSorgo	algarob	Mandioc	Milho	calcar	Algodão	Soja	
	0,100	0,050	5,000	0,500	0,300	5,000	0,700	0,500	0,150	0,500	0,250	1,000	0,450	1,000	2,030	
	0,007	0,007	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	
Quantidade dos alimentos a serem utilizadas (kg)		0,712	0,00567	0,000	0,084	0,000	0,000	0,000	1,206	0,000	0,585	0,000	0,000	0,000	0,000	
	Resultados obtidos/Restrições		max	min	meta											
QTD	3,341219816	≤ ≥	100	0		1,1										
MS	1,3	≤ ≥	2	1,3												
PB	0,143	≤ ≥	0,1573	0,14300		2										
NDT	0,83	≤ ≥	0,913	0,83000												
Ca	0,006	≤ ≥	0,006	0,00480												
P	0,0033	≤ ≥	0,0033	0,00300												
vta	765	≤ ≥	3000	765,0000												
PREÇO	0,416266176															

A planilha também é composta pelo custo de cada alimento e as restrições impostas pelo operador que determinam os limites máximo, mínimo ou de igualdade de cada nutriente ou alimento presentes nas dietas. Ao fim de cada formulação, avaliou-se através de relatórios de sensibilidade, a flexibilidade de entrada e saída de cada alimento selecionado pela ferramenta SOLVER para cada ração formulada.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a utilização do software SOLVER, calculou-se as quantidades de alimentos necessárias para atender os requisitos nutricionais dos ovinos no sistema de manejo de engorda considerando diferentes categorias de faixas de peso vivo (30, 35, 40, 45, 50 e 55 kg), assim como seus respectivos custos $\text{Ração.animal}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ (Tabela 3).

Dos quinze alimentos utilizados para formular as rações, apenas oito foram selecionados pela ferramenta SOLVER, sendo que o capim Buffel, núcleo, sorgo forrageiro (silagem) e algodão (torta) compuseram todas as rações independentemente da categoria de engorda (peso vivo do animal), isto porque, suas composições bromatológicas atenderam a todos os requisitos nutricionais. Ainda com relação a Tabela 3, percebe-se que o capim elefante entrou apenas na composição das categorias de 30 e 35 kg, nas demais, este volumoso foi substituído pelo capim Buffel. Quando comparado ao capim elefante, o capim Buffel, apesar de apresentar um maior custo (R\$ 0,05), possui um teor de proteína bruta superior (91,65%), justificando a saída do capim elefante nas categorias de 40, 45, 50 e 55 kg de peso vivo.

Quanto ao volumoso Leucena (Tabela 3), este alimento fez parte da composição das rações dos animais com 30, 35 e 40 kg, sendo que nas duas primeiras categorias, o mesmo, por apresentar um teor de proteína bruta de 20,97%, supriu a maior parte da exigência do animal neste nutriente, não havendo necessidade de inclusão do concentrado proteico algodão (torta). Contudo, como a exigência em PB aumenta em função do peso vivo dos animais, nas categorias 45, 50 e 55 kg, a Leucena foi substituída pelo algodão (torta), que apresenta em sua constituição um teor de PB de 33,83%.

Entre os alimentos considerados concentrados energéticos (Tabela 3), a mandioca (raspa integral) está presente em todas as formulações, o que pode ser justificado pelo menor custo R\$ 0,250. O milho entrou apenas na última categoria, ou seja (55 kg de peso vivo), uma vez que a mandioca não supriu totalmente a exigência do animal em energia. É importante ressaltar que a entrada ou saída de um alimento na composição da ração ocorre por atender ou não as restrições impostas pelo programador para cada nutriente de modo a obter o menor custo possível por kg/ração.

Ainda analisando a Tabela 3, percebe-se uma variação no custo da ração formulada em função do peso vivo do animal. Este resultado era esperado em função das necessidades diferenciadas no consumo de alimento, sendo o maior custo (R\$ 0,92), a fornecida aos animais com 55 kg. A diferença de preço entre as rações formuladas é recompensado por se tratar de um

alimento nutricionalmente melhor em termos de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT) cálcio (Ca) e fósforo (P), tabela 1. A seleção de alimentos comumente encontrados na região semiárida é importante por apresentarem baixo custo, valorizar a vegetação nativa com potencial nutricional e incrementar a renda do produtor rural. De acordo com Gonçalves et al. (2008), pesquisas visando à otimização de rações totais para cabras leiteiras devem ser feitas, principalmente, visando a escolha de ingredientes que, combinados, possibilitem maior rentabilidade para o capital investido.

Vale a pena ressaltar que com a utilização da ferramenta SOLVER o agricultor poderá selecionar os alimentos que deverão entrar na composição da ração, impondo restrições quanto à quantidade de determinado alimento. Neste trabalho, todas as formulações apresentaram custo mínimo. Assim, com a possibilidade de substituição entre os alimentos, o agricultor reduz os custos com a ração, garantindo o mesmo ganho de peso/animal, o que aumentaria, em última instância, o seu lucro. Esta informação é importante uma vez que o custo dos alimentos disponibilizados nas casas comerciais flutua de acordo com a lei da oferta e da procura. Segundo Yamaguchi e Araújo (2005) aparentemente, as indústrias de rações que operam num mercado oligopolizado, repassam as variações nos preços dos grãos, principal matéria-prima na fabricação de seu produto, ao preço de venda da ração. Assim, no período da seca, por um princípio de oferta e procura, os preços aumentam muitas vezes acima da inflação.

Quando comparado ao sistema extensivo, a criação de ovinos no sistema de engorda promove um ganho de peso em um menor período de tempo, o que é uma vantagem para o caprinoovinocultor. Além disso, o sistema de engorda por ser intensivo, permite uma melhor rotação da pastagem. Um dos principais problemas enfrentados pela caprinoovinocultura nordestina é a falta de persistência das pastagens que, normalmente, culmina com a sua degradação (RODRIGUES e REIS, 1999). O superpastoreio também é outro problema por acarretar, a médio e longo prazos, a destruição da cobertura florística e perdas acentuadas no desempenho do rebanho. Além do mais, o uso continuado de carga animal excessiva tem sido apontado como um dos principais responsáveis pela aceleração do processo de desertificação das regiões áridas e semiáridas do planeta (LEITE e VASCONCELOS, 2002). Assim, o fornecimento de ração no cocho que favoreça uma carga de animal adequada no pasto equivalente à capacidade de suporte de pastejo da área é um imperativo para a conservação dos recursos forrageiros e da sustentabilidade da produção animal.

Tabela 3 - Quantidade dos alimentos e custo das dietas formuladas utilizando a ferramenta SOLVER do Microsoft Excel em função do peso vivo do animal no sistema de manejo de engorda.

Peso vivo	Custo R\$	QTD de ração consumida	Capim Buffel	Capim Elefante	Núcleo	Leucena (Feno)	Sorgo Forrageiro (Silagem)	Mandioca (Raspa Integral)	Milho (Grão)	Algodão (Torta)
kg	Ração.animal ⁻¹ .dia ⁻¹	Kg.animal ⁻¹ .dia ⁻¹	-----Kg-----							
30,0	0,49	3,341	0,749	0,712	0,006	0,084	1,206	0,585	0,000	0,000
35,0	0,55	3,259	0,922	0,123	0,007	0,077	1,336	0,796	0,000	0,000
40,0	0,68	3,346	0,814	0,000	0,008	0,017	1,358	1,067	0,000	0,084
45,0	0,75	3,619	1,189	0,000	0,009	0,000	1,177	1,114	0,000	0,132
50,0	0,82	4,192	2,010	0,000	0,009	0,000	0,908	1,102	0,000	0,163
55,0	0,92	4,201	2,389	0,000	0,010	0,000	0,370	1,139	0,029	0,264

Na Tabela 4 encontram-se os requisitos nutricionais calculados pela ferramenta SOLVER das rações no sistema de engorda em função do peso vivo dos ovinos. Todos os requisitos foram atendidos obedecendo às restrições impostas pelo operador.

Tabela 4 – Valores nutricionais calculados pelo SOLVER em função das simulações e do sistema de manejo. Matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), cálcio (Ca), fósforo (P) e quantidade de ração formulada (QTD).

Peso vivo (kg)	Requisitos nutricionais atendidos						
	QTD (MN)	MS	PB	NDT	Ca	P	Vit.A
	-----Kg.animal ⁻¹ -----						Ui
30,0	3,340	1,300	0,143	0,830	0,006	0,0033	765,0
35,0	3,260	1,400	0,154	0,940	0,006	0,0033	892,0
40,0	3,346	1,600	0,176	1,120	0,006	0,0034	1020,0
45,0	3,620	1,723	0,187	1,190	0,006	0,0034	1148,0
50,0	4,192	1,891	0,198	1,260	0,006	0,0034	1275,0
55,0	4,201	2,000	0,209	1,330	0,006	0,0031	1402,0

Analisando a Tabela 4, observa-se que os valores calculados de matéria seca atenderam os requisitos nutricionais em todas as categorias, de modo que a quantidade ofertada com base na matéria natural variou de 3,340 a 4,201 kg de ração para os animais com 30 e 55 kg, respectivamente. É importante ressaltar que apesar do requisito consumo de alimento seja com base na matéria seca (Tabela 1), o alimento ofertado no cocho para o animal deve ser com base na matéria natural, sendo assim, o operador deverá converter a quantidade de matéria seca calculada em quantidade de matéria natural.

Atender os requisitos nutricionais do animal é importante uma vez que a quantidade ingerida de nutrientes pelo animal promove que o mesmo alcance o nível de produção desejado, que neste trabalho foi o ganho de peso. Fornecer uma ração com o teor de proteína adequada é de fundamental importância na alimentação dos ruminantes, pois se apresentam intimamente relacionadas com os processos vitais das células orgânicas (SAMPAIO et al., 1995). Zundt et al. (2002), avaliando diferentes níveis de proteína bruta (12, 16, 20 e 24%) na dieta de cordeiros confinados com 5 meses de idade, observaram melhoria na conversão alimentar e no ganho de peso dos animais que receberam a dieta com os maiores níveis de proteína.

Normalmente os ingredientes proteicos são caros, sendo que o mais utilizado é o farelo de soja. Contudo, neste trabalho, a seleção do ingrediente algodão (torta) supriu a necessidade desse nutriente. Outro alimento comumente utilizado em formulação de ração é o milho, no entanto, o mesmo foi substituído pela mandioca (raspa integral), o que causa receio por parte dos produtores. Porém esta substituição é viável desde que seja ofertada em quantidades satisfatórias. No trabalho realizado por Ramos et al. (2000), os autores usaram o bagaço de mandioca, em substituição ao milho, no concentrado para bovinos em crescimento e observaram que, até o nível de 66% de substituição, não houve alteração no ganho de peso e na conversão alimentar dos animais. Vilpoux et al. (2013), ao estudarem o uso de ração a base de mandioca na criação de ovinos verificaram melhor conversão alimentar quando comparado ao milho triturado.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) expressam o valor calórico dos alimentos, em razão dos nutrientes contidos e dos aproveitados pelo animal. O valor de NDT calculado foi igual ao requerido pelo animal (Tabela 1) em todas as categorias. Contudo, pequenas variações para mais ou para menos são permitidas sem promover malefícios ao desempenho do animal. Silva et al. (2005), após avaliarem o uso de farelo de cacau (*Theobromacacao* L.) e torta de dendê (*Elaeisguineensis* Jacq) na alimentação de cabras em lactação verificaram que os níveis de energia digestível das dietas consumidas (2,55 a 2,91 Mcal/kg de MS) não foram suficientes para provocar alterações no consumo de MS entre as diferentes dietas. O mesmo não é observado quando o alimento possui baixo nível de NDT. Moreno et al. (2014) avaliaram o rendimentos de carcaça, cortes comerciais e não-componentes da carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com feno de erva-sal e concentrado e verificaram que os menores níveis de NDT limitaram a síntese de músculo dos ovinos, mesmo com as exigências de proteína atendidas pela dieta.

Quanto ao cálcio (Ca), em todas as categorias, os valores calculados pela ferramenta SOLVER foram maiores quando comparados aos requeridos pelo animal, cujo valor médio foi de 21,62%. O cálcio é um mineral indispensável para a saúde do seu organismo, está relacionado com várias funções do organismo, participa na coagulação sanguínea, estrutura os ossos e dentes, é essencial para funções fisiológicas como condução de estímulos nervosos, manutenção da capacidade de contração muscular, entre outros (UNDERWOOD e SUTLLE, 1999). Considerando-se que o aparelho digestivo absorve Ca de acordo com as necessidades do corpo, quando a ingestão do mineral aumenta, diminui o aproveitamento pelo animal, pois

aumenta a excreção fecal de Ca (SOUSA et al., 1998).

O requisito fósforo (P) apresentou valores calculados (Tabela 4) superiores ao requerido pelo animal (Tabela 1), cujo maior aumento correspondeu a 9,67% nas categorias de 40, 45 e 50 kg. O fósforo é componente dos ácidos nucléicos envolvidos no crescimento e na diferenciação celular, participa na manutenção do equilíbrio osmótico e eletrolítico, é essencial para utilização e transferência de energia (na forma de ATP), necessário para a formação dos fosfolípídeos, o transporte de gorduras e a síntese de aminoácidos e proteínas, e ainda participa no controle do apetite e na eficiência alimentar (RUNHO et al., 2001).

O metabolismo mineral em ruminantes é complexo e envolve interações entre vários elementos macro e microminerais, podendo haver, em casos de ingestão excessiva de cálcio e fósforo, diminuição na absorção intestinal de outros minerais, a exemplo do magnésio, manganês e cobre (UNDERWOOD e SUTTLE, 2001; GONZÁLEZ, 2000). Assim como para os alimentos, o operador da ferramenta SOLVER, ao verificar como resultado um valor excessivo de qualquer requisito nutricional, poderá limitá-lo a valores adequados através das restrições de menor ou igual (\leq), maior ou igual (\geq) ou de igualdade (=) de modo a atender as especificações requeridas pelo animal, fato que evidencia a flexibilidade desta ferramenta para minimização dos custos de produção, o que é de grande valia para o produtor rural.

A análise de sensibilidade é parte de uma solução de programação matemática e é usada na tomada de decisões econômicas e nutricionais para formulação de rações (ROUSH et al. 2009). É uma análise pós-otimização que busca verificar os efeitos causados pela programação linear devido as possíveis variações (aumentando ou diminuindo) dos valores dos coeficientes das variáveis, tanto da função objetivo quanto nas restrições, além das disponibilidades dos recursos mencionados nas restrições. Os resultados da análise de sensibilidade das rações formuladas pela ferramenta SOLVER são apresentados na Tabela 5.

Ao alterar o preço por quilo do alimento altera-se uma restrição e, conseqüentemente, a região admissível do problema. Isso poderá ter como consequência a mudança da solução ótima. Os valores observados nas colunas “Permissível Acréscimo” e “Permissível Decréscimo” são os valores que se podem somar ou subtrair ao valor inicial do alimento (unidade monetária/kg) sem que a solução ótima mude de vértice, mas, se ocorrer um aumento ou decréscimo no custo do alimento além do permissível, a solução, assim como o seu valor ótimo, alteram-se. No entanto, são alterações em torno de uma solução com a mesma estrutura uma vez que não há mudanças no conjunto de variáveis que formam a base da solução ótima

do problema (requisitos nutricionais).

Considerando como referência a categoria do animal com 30 kg de peso vivo, (Tabela 5), verifica-se para os alimentos selecionados: núcleo, jureminha (feno), fosfato bicálcico, maniçoba, palma, algaroba, milho, calcário, algodão e soja, que o permissível acréscimo dos mesmos na ração é de $1e^{+28}$ unidades monetária/kg. Com exceção do núcleo, como estes alimentos não entraram na composição da ração, acréscimos no seu custo inviabiliza mais ainda a inclusão dos mesmos na ração. Quanto ao núcleo, como este alimento é a única fonte de Vit.A, o mesmo continuará fazendo parte da constituição da ração independentemente do aumento monetário inserido sobre o seu valor. Para os demais alimentos selecionados pela ferramenta SOLVER (Tabela 3), como por exemplo, o capim Buffel, um acréscimo de 0,0163 unidades monetárias sobre o seu valor (R\$ 0,100/kg) fará com que o mesmo seja substituído total ou parcialmente da ração. Ainda com relação a Tabela 5, o decréscimo de 0,015 unidades monetárias sobre o valor do capim Buffel forçará a ferramenta SOLVER a formular uma nova ração, fazendo com que este alimento seja inserido numa quantidade superior a 0,749 kg (Tabela 3). É importante ressaltar que a ferramenta SOLVER formula rações de custo mínimo, acréscimos ou decréscimos monetários estipulados por esta ferramenta sobre o valor do alimento fará com que o mesmo seja total ou parcialmente substituído por outro alimento, no entanto, sem deixar de atender todos os restrições impostos pelo operador, o que garantirá sempre uma ração nutricionalmente equilibrada.

Tabela 5 - Análise de sensibilidade das rações calculadas em função do peso vivo dos ovinos no sistema de manejo de engorda. O permissível decréscimo e acréscimo correspondem ao valor (unidade monetária R\$/kg do alimento) inserido sobre cada alimento sem que haja alteração na ração previamente formulada.

Alimento	Permissível	Permissível	Permissível	Permissível	Permissível	Permissível	Permissível	Permissível	Permissível	Permissível	Permissível	Permissível
	acréscimo	decrécimo	acréscimo	decrécimo	acréscimo	decrécimo	acréscimo	decrécimo	acréscimo	decrécimo	acréscimo	decrécimo
	-----R\$ kg ⁻¹ -----											
	Peso vivo do animal kg											
	30	35	40	45	50	55						
Capim Buffel*	0,0163	0,015	0,0163	0,015	0,0202	0,0096	0,0484	0,0096	0,0484	0,0096	0,0759	0,014
Capimel efante	0,0154	0,0243	0,0154	0,0243	1E+28	0,0243	1E+28	0,0431	1E+28	0,0431	1E+28	0,1621
Nucleo	1E+28	1E+28	1E+28	1E+28	1E+28	1E+28	1E+28	1E+28	1E+28	1E+28	1E+28	1E+28
Jureminha (Feno)	1E+28	0,2247	1E+28	0,2247	1E+28	0,2477	1E+28	0,3986	1E+28	0,3986	1E+28	1,3527
Leucena (Feno)	0,3061	0,1468	0,3061	0,1468	0,3115	0,2602	1E+28	0,2602	1E+28	0,2602	1E+28	1,9055
Fosfato bicálcico	1E+28	12,8492	1E+28	12,8492	1E+28	19,2375	1E+28	22,1007	1E+28	22,1007	1E+28	40,2068
Maniçob	1E+28	1,051	1E+28	1,051	1E+28	1,6728	1E+28	1,9047	1E+28	1,9047	1E+28	3,3713
Palma	1E+28	0,5142	1E+28	0,5142	1E+28	0,5299	1E+28	0,5729	1E+28	0,5729	1E+28	0,8451
SSorgo	0,0293	0,0433	0,0293	0,0433	0,0464	0,125	0,046	1E+28	0,046	1E+28	0,0161	0,0363
algarob	1E+28	0,1624	1E+28	0,1624	1E+28	0,155	1E+28	0,1507	1E+28	0,1507	1E+28	0,1232
Mandioc	0,1225	0,0422	0,1225	0,0422	0,0736	0,0738	0,0736	0,2375	0,0736	0,2375	0,1501	0,0359
Milho	1E+28	0,6176	1E+28	0,6176	1E+28	0,6133	1E+28	0,5296	1E+28	0,5296	0,0278	0,2225
calcar	1E+28	7,7005	1E+28	7,7005	1E+28	9,5154	1E+28	17,0868	1E+28	17,0868	1E+28	64,9675
Algodão	1E+28	0,1866	1E+28	0,1866	0,2482	0,1866	0,2482	0,1898	0,2482	0,1898	0,0458	1,0313
Soja	1E+28	1,0256	1E+28	1,0256	1E+28	0,8667	1E+28	0,7535	1E+28	0,7535	1E+28	0,0376

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A ferramenta SOLVER foi eficiente na formulação de ração a custo mínimo para ovinos independentemente do peso vivo do animal no sistema de engorda, atendendo todas as restrições impostas pelo operador e as exigências nutricionais dos ovinos;
- Independentemente da categoria do animal, as rações formuladas foram produzidas principalmente por alimentos comumente encontrados na região semiárida.

6 – REFERÊNCIAS

CAMPOS, J. Tabelas para cálculo de rações. 2.ed. Viçosa: UFV 1995. 64p.

CHALUPA, W. **Dairy nutrition models: their forms and applications**. Dairy Cattle Nutrition Workshop, 2005.

CONAB. Superintendência Regional da Bahia e Sergipe. **Caprinocultura na Bahia**. Maio, 2006. 13p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/sureg/BA/caprinocultura_na_bahia.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2020.

COSTA, H.S. Tecnologia apropriada para a agricultura familiar sustentável no semiárido brasileiro: bombeamento solar de água para irrigação localizada. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENERGIA NO MEIO RURAL*, 6., 2006, Campinas. **Anais...** Campinas-SP: UNICAMP, 1 CD-ROM.

GARCIA, S.; GUERREIRO, R.; CORRAR, L. J. TEORIA DAS RESTRIÇÕES E PROGRAMAÇÃO LINEAR. *In: V CONGRESSO INTERNACIONAL DE COSTOS*, 1997, Acapulco. **Anais...** Acapulco, CD-ROM.

GONÇALVES, A. L.; LANA, R. P.; VIEIRA, R. A. M.; HENRIQUE, D. S.; MANCIO, A. B.; PEREIRA, J. C. Avaliação de sistemas de produção de caprinos leiteiros na Região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.366-376, 2008.

GONZÁLEZ, F.H. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. *In: DIAZ GONZÁLEZ, F. H.; BARCELLOS, J. O.; RIBEIRO, L. A. O. (Eds.) Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais*. Porto Alegre: UFRGS, 2000. p.31-51.

GONZALEZ-ALCORTA, M. J., DORFMAN, J. H., AND G. M. PESTI. Maximizing profit in broiler production as prices change: a simple approximation with practical value. **Agribusiness**, v.10, n. 5, p. 389-399, 1994.

IBGE (2013). Disponível no site www.ibge.gov.br. Acessado em 14 de junho de 2014.

LEITE, E. R.; VASCONCELOS, V. R. Manejo sustentável de pastagens para caprinos e ovinos. *In: I ENCONTRO INTERNACIONAL DOS NEGÓCIOS DA PECUÁRIA*, Cuiabá, p.1-14. 1 CD-ROM. 2002.

LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; CUNHA, M. V.; MELLO, A. C. L.; FARIAS, I.; SANTOS, D. C. et al. **A palma forrageira na pecuária do semiárido**. *In: SIMPÓSIO SOBRE ALTERNATIVAS PARA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES*, 1, 2005, Aracaju. **Palestras...** Aracaju: NORDESTE RURAL, 2005. CD-ROM.

LISBOA, E. F. A. Rio de Janeiro, **Apostila do curso pesquisa operacional**. Disponível em <<http://www.ericolisboa.eng.br/cursos/apostilas/po/cap0.pdf>>. Acesso em: 17 Jul. 2020.

MADRUGA, M. S.; REZER, J. S.; MELO, H. M. G.; PEDROSA, N. A. Caracterização química e microbiológica de vísceras caprinas destinadas ao preparo de "buchada" e picado. **Revista Nacional da Carne**, v.27, n.316, p.37-45, 2003.

MI (2005), **Nova Delimitação do Semiárido Brasileiro**. Ministério da Integração Nacional. Disponível em < <http://www.integracao.gov.br>>. Acesso em: 17 Jul. 2020.

MONTEIRO FILHO, A. F.; DANTAS, J. F.; SOUSA, S.; DANTAS, E. R. B.; SANTOS, J. L. Redução de Custos na Alimentação de Caprinos com uso de Alimentos Nativos da Região Semiárida Brasileira, **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p.1306-1309, 2009.

MORENO, G. M. B.; BORBA, H.; ARAÚJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V.; SOUZA, R. A.; SILVA SOBRINHO, A. G.; BUZANSKAS, M. E.; LIMA JÚNIOR, D. M.; ALVARENGA, T. I. R. C. Rendimentos de carcaça, cortes comerciais e não-componentes da carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com feno de erva-sal e concentrado. **Rev. bras. saúde prod. anim.** v.15, n.1, p. 192-205, 2014.

NUNES, I. J. **Cálculo e avaliação de rações e suplementos**. Belo Horizonte, Ed. FEP-MVZ. 1998, 185p.

PEREIRA, L. G. R.; ARAÚJO, G. G. L. de; VOLTOLINI, T. V.; BARREIROS, D. C. Manejo nutricional de ovinos e caprinos em regiões semi-áridas. In: SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA, 11. 2007, Fortaleza. Repensando o agronegócio da pecuária: novos caminhos. Fortaleza: FAEC; CNA; SENAR; SEBRAE-CE, 2007.

PESTI, G. M.; ARRAES, R. A.; MILLER B. R. Use of the quadratic growth response to dietary protein and energy concentrations in least-cost feed formulation. **Poultry Science**, v. 65, p. 1040-1051, 1986.

RAMOS, P. R.; PRATES, E.R.; FONTANELLI, R.S. et al. Uso do bagaço de mandioca em substituição ao milho no concentrado para bovinos em crescimento. 2. Digestibilidade aparente, consumo de nutrientes digestíveis, ganho de peso e conversão alimentar, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.300-305, 2000.

RODRIGUES, L. R. de A.; REIS, R. A. Conceituação e modalidades de sistemas intensivos de pastejo rotacionado. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. de. (Ed.). **Fundamentos do pastejo rotacionado**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 1-24.

ROUSH, W. B.; PURSWELL, J.; BRANTON, S. L. Microsoft Excel sensitivity analysis for linear and stochastic program feed formulation. **J. Appl. Poult. Res.** v. 18, p. 85-89, 2009.

RUNHO, R. C.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; LOPES, P. S.; POZZA, P. C. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 1 a 21 dias de idade. **Rev. Bras. Zootec.** v.30, n.1, p. 187-196, 2001.

SAMPAIO, A.A.M., EZEQUIEL, J.M.B., CAMPOS, F.P. et al. Utilização da cama de frango e da soja-grão na alimentação de bovinos confinados. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v. 24, n. 2, p. 252-

260, 1995.

SILVA, H. G. O.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F.; VELOSO, C. M.; CARVALHO, G. G. P.; CEZÁRIO, A. S.; SANTOS, C. C. Farelo de cacau (*Theobroma cacao L.*) e torta de dendê (*Elaeis guineensis*, Jacq) na alimentação de cabras em lactação: consumo e produção de leite. **R. Bras. Zootec.** v.34, n.5, p. 1786-1794, 2005.

SOUSA, H. M. H.; QUEIROZ, A. C.; RESENDE, K. T.; SILVA, J. F. C.; PEREIRA, J. C.; GOUVEIA, L. J. Exigências Nutricionais de Caprinos da Raça Alpina em Crescimento. 1.Exigência Nutricional de Cálcio para Manutenção: Frações Endógenas e Abate Comparativo. **R.Bras.Zootec**, v.27, n.1, p.186-192, 1998.

TDSOFTWARE Supercrac homepage. Disponível em <<http://www.vicosa.com.br/tds/td/script/supercrac.asp>>. Acesso em 18 jun. 2020.

TEIXEIRA, I. A. M.; GOMES, R. A.; CASTAGNINO, D. S.; FIGUEIREDO, F. O. M.; HÄRTER, C. J.; BIAGIOLI, B.; SILVA, S. P.; RIVERA, A. R. Inovações tecnológicas na caprinocultura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.14, n.1, p. 104-120, 2013.

UNDERWOOD, E.J., SUTTLE, N.F. **The Mineral Nutrition of Livestock**, third ed. Midlothian, UK. 614 pp. 1999.

UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. **The mineral nutrition of livestock**. 3.ed. Wallingford: CABI Publishing, 2001. 614p.

VILPOUX, O. F.; YOSHIHARA, P. H. F.; PISTORI, H.; ÍTAVO, L. C. V.; CEREDA, M. P. Criação de ovinos com ração a base de mandioca integral com tecnologia apropriada para agricultura familiar. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 9, n. 1, p. 211-235, 2013.

YAMAGUCHI, L. C. T.; ARAÚJO, L. F. O. (2005) **Preços de Produto e Insumo no Mercado de Leite: um teste de causalidade**. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/2/926.pdf>. Acesso em: 25 de jun. de 2020.

ZUNDT, M.; MACEDO, F.A.F.; MARTINS, E.N. Desempenho de cordeiros alimentados com diferentes níveis proteicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1307-1314, 2002.