Diversitas Journal
ISSN 2525-5215
Volume 11, Número 1 (Abr./Jun. 2026) p. 0032 – 0050
https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal

SUÍZOO: Feed formulator for swine

SUÍZOO: Formulador de ração para suínos

SANTOS, Bruno dos[1]; PEREIRA, Adriana Aparecida[2], SANTOS ; Maria Danila da Silva[3]; SANTOS, Gabriel Alves dos[4]; JÚNIOR, Dirceu Neutzling Griep[5]; SILVA, Sabrina Maria da[6]; RIBEIRO, Julimar do Sacramento [7]; BASTOS, Marisa Silva[8]

(1) 0009-0002-4905-3050; Universidade Federal de Alagoas, Junqueiro, AL, Brasil, E-mail: brunozootec852@gmail.com
(2) 0000-0002-6401-807X; Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, AL, Brasil, E-mail: adri_zoo@hotmail.com
(3) 0009-0001-1731-911X; Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, AL, Brasil, E-mail: maria.danila@arapiraca.ufal.br
(4) 0009-0007-4176-804X; Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, AL, Brasil, E-mail: gabriel.alves@arapiraca.ufal.br
(5) 0000-0003-2214-8930; Universidade Federal de Sergipe, Arapiraca, AL, Brasil, Brasil, Email: dirceugriep@hotmail.com
(6) 0009-0000-6518-6983; Universidade Federal de Alagoas Arapiraca, AL, Brasil, E-mail: sabrina.maria@arapiraca.ufal.br
(7) 0000-0002-7012-0281; Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, AL, Brasil, E-mail: julimar.ribeiro@arapiraca.ufal.br
(8) 0000-0002-2616-0622; Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, AL, Brasil, E-mail: marisa.bastos@arapiraca.ufal.br

O conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos/as seus/as autores/as.

A B S T R A C T

The objective was to develop a tool that enables animal nutritionists to formulate balanced rations for different life stages of pigs, aiming for minimum cost. The ration formulator, called SUIZOO, was developed in Microsoft Excel® using the Solver add-in. It established three fundamental elements for solving a linear programming problem: the objective function (which aims to minimize the cost per kilogram of feed), the decision variables (which will be the unknowns to be defined in solving the problem), and the constraints (which limit the values of the decision variables). Information on nutritional requirements and feed composition was obtained from the Brazilian Tables for Poultry and Swine (2024). With SUIZOO, it is possible to formulate complex and balanced diets for pigs at different life stages, meeting nutritional requirements. It also allows for limiting the inclusion of certain nutrients or ingredients in the diet and choosing ingredients according to the best cost-benefit ratio. It is concluded that with the use of SUÍZOO: Pig Feed Formulator and the knowledge of the animal nutritionist, it is possible to formulate balanced feeds for pigs in different stages of life, meeting their nutritional requirements and enabling personalized nutritional adjustments.

INFORMAÇÕES DO ARTIGO

Histórico do Artigo:
Submetido: 30/11/2025
Aprovado: 15/12/2025
Publicação: 20/04/2026

CC BY

Keywords:
Balanced diet, animal nutrition, pig farming.

R E S U M O

Objetivou-se desenvolver uma ferramenta que possibilite o nutricionista animal realizar formulação de rações balanceadas para diferentes fases de vida dos suínos, visando custo mínimo. O formulador de ração, chamado SUIZOO, foi desenvolvido no Microsoft Excel® utilizando o Suplemento Solver, no qual foram estabelecidos três elementos fundamentais para a resolução de problema de programação linear: a função objetivo (que objetivará a minimização do custo do quilo da ração), as variáveis de decisão (que serão as incógnitas a serem definidas na resolução do problema) e as restrições (que limitam os valores das variáveis de decisão). As informações de exigências nutricionais e composição dos alimentos foram obtidas das Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (2024). Com o SUÍZOO é possível formular dietas complexas e balanceadas para suínos nas diferentes fases de sua vida, atendendo as exigências nutricionais, além da possibilidade de delimitar a inclusão de alguns nutrientes ou ingredientes da dieta e escolher os ingredientes de acordo com o melhor custo:benefício. Conclui-se que com uso do SUÍZOO: Formulador de Ração para Suínos e o conhecimento do nutricionista animal é possível formular rações balanceadas para suínos nas diferentes fases de vida, atendendo suas exigências nutricionais e possibilitando adequações nutricionais personalizadas.

Palavras-Chave:
Dieta balanceada, nutrição animal, suinocultura.

DOI: 10.48017/dj.v11iSpecial_2.3782

Introdução

A suinocultura representa uma atividade relevante no agronegócio brasileiro e mundial. Em 2023 o país abateu 57,173 milhões de animais e produziu 5,299 milhões de toneladas, que possibilitou ocupar a posição de 4º maior produtor e 3º maior exportador mundial de carne suína, ficando atrás apenas da China, União Europeia e Estados Unidos. A carne suína é a mais consumida no mundo e 3º lugar no Brasil, com consumo per capita de 20 kg (EMBRAPA, 2024).

A alimentação representa de 70% a 80% do custo de produção de carne suína, e varia de acordo com o tamanho e o modelo de exploração, sendo imprescindível o uso de todas as estratégias nutricionais para reduzir esse custo e atender as exigências nutricionais dos suínos (Brand, 2018). De acordo com Rostagno et al., (2024), as exigências nutricionais dos suínos estão na dependência de vários fatores, como: genética, sexo, estágio de desenvolvimento do animal, consumo de ração, nível energético da ração, disponibilidade de nutrientes, temperatura ambiente, estado sanitário do animal, além de outros.

Quanto mais precisas forem os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e valores energéticos dos alimentos, em conjunto com as necessidades nutricionais e energéticas dos suínos, maior será a otimização da eficiência alimentar e menor será a excreção de elementos poluentes, além de reduzir o custo da dieta formulada (Formigoni, 2016).

A formulação de rações por meio de programas de computador considera o custo mínimo, permitindo o uso simultâneo de diversos ingredientes e nutrientes. Esses softwares calculam com precisão, através da programação linear, a quantidade ideal de cada ingrediente, garantindo que os requisitos nutricionais dos animais sejam atendidos de forma eficiente (Cruz, 2017).

A programação linear envolve a representação das características de um problema por meio de um conjunto de equações lineares. O processo de criação dessas equações é chamado de modelagem do problema, que é a construção de um modelo que descreve a situação a ser analisada ou resolvida. Geralmente os problemas de otimização que utilizam a programação linear buscam minimizar custos ou maximizar lucros. Ainda, a solução de um problema de programação linear sempre irá conter variáveis de decisão, função objetivo e restrições (Rodrigues at al., 2014).

Objetivou-se desenvolver uma ferramenta que possibilite o nutricionista animal realizar formulação de rações balanceadas para diferentes fases de vida dos suínos, visando custo mínimo.

Desenvolvimento

O formulador de ração para suínos designado de SUÍZOO: FORMULADOR DE RAÇÃO PARA SUÍNOS, foi desenvolvido no Microsolft Excel® utilizando o Suplemento Solver. O sistema é composto por 15 abas ou planilhas, são elas: 1.Menu, 2.Ingredientes Composição, 3. Exigências Nutricionais, 4.Pré-Inicial 1,2 e 3, 5.Inicial, 6. Crescimento 1 e 2, 7.Terminação 1 e

2, 8.Reprodução, 9.Lactação, 10.Imprimir Pré-inicial, 11.Imprimir Inicial, 12.Imprimir Crescimento, 13.Imprimir Terminação,14.Imprimir Reprodução e 15.Imprimir Lactação.

As informações de exigências nutricionais e composição dos ingredientes foram obtidas nas Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais (2024). O sistema calcula as dietas de acordo com as exigências de proteína bruta, energia metabolizável, cálcio, fósforo disponível, sódio, potássio e aminoácidos digestíveis (metionina, metionina + cisteína, lisina, treonina, triptofano, valina, arginina, leucina, isoleucina, histidina e fenilalanina + tirosina), e fornece dados de nutrientes como fibra bruta e matéria mineral, no qual o conhecimento de seus valores é importante para a correta formulação.

Inicialmente, foi estruturado o problema em uma planilha do Microsoft Excel® e abastecido os dados de entrada do modelo: a função objetivo, as variáveis de decisão e as restrições, de acordo com as recomendações contidas nas Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (2024).

As células B9 até B28 (item 1 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) contém os ingredientes selecionados pelo formulador da dieta e que ficarão disponíveis para entrar na formulação daquela ração, porém esses ingredientes podem ser substituídos. Ao total são 20 espaços para selecionar os ingredientes.

As células C9 até C28 (item 2 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) apresentam o preço do quilograma de cada ingrediente. A função objetiva pode ser visualizada na célula C35 (item 3 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) que representa o preço da mistura (R$/Kg), no qual deseja-se minimizar, calculada com a função = SOMARPRODUTO (C9:C28;V9:V28) /100.

As células V9 até V28 (item 4 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) representam as variáveis de decisão, ou seja, a quantidade de cada ingrediente que irá entrar mistura. A célula V29 (item 5 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) contempla a quantidade total dos ingredientes calculada com a função = SOMA(V9:V28). O total dos ingredientes será configurado para ser igual a 100.

A expressão matemática para a “função objetivo minimizar” foi estruturada da seguinte maneira, em que:

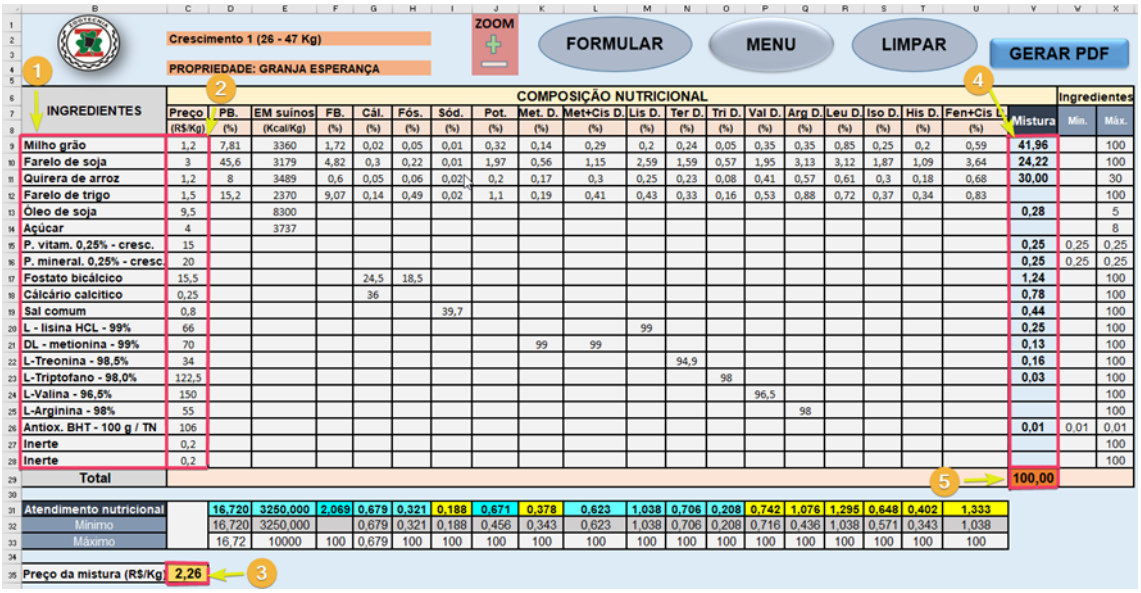
Minimizar custo = (1,20 px milho grão) + (3,00 x farelo de soja) + ... (9,50 x Óleo de soja).

Onde, a “função objetivo minimizar” é calculada pelo somatório da contribuição individual de cada alimento no custo total, sendo os preços dos alimentos por quilograma tratados como constantes, já que, durante a resolução do problema, esses preços permanecem inalterados. O que varia são os custos finais das rações em função das quantidades de cada ingrediente na formulação.

As células W9 até W28 (item 1 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) foram reservadas para estabelecer a restrição de quantidade mínima de inclusão dos ingredientes. Para a quantidade mínima: $V$9:V28$ >= W$9:$W$28, em que o intervalo $V$9:V28$ (item 2 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) são as células com as variáveis de decisão, ou seja, a quantidade que cada ingrediente poderá entrar na formulação).

Figura 1.

Modelagem matemática – 1

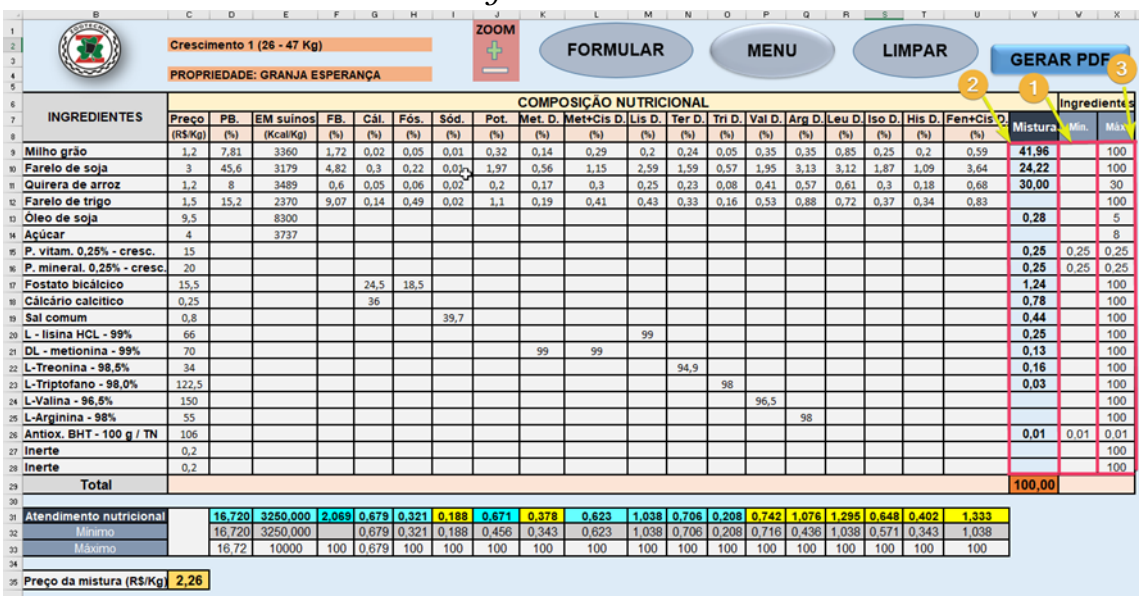


Nota: próprio autor (2024)

Já as células X9 até X28 (item 3 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) foram destinadas para estabelecer a restrição de quantidade máxima dos ingredientes. Para a quantidade máxima: $V$9:V28$ <= $X$9:$X$28. O usuário poderá restringir a quantidade máxima ou simplesmente deixar como 100 e o programa utilizará a combinação de ingrediente com menor custo.

Figura 2.

Modelagem matemática – 2



Crescimento 1 (26 - 47 Kg)

PROPRIEDADE: GRANJA ESPERANÇA

ZOOM | FORMULAR | MENU | LIMPAR | GERAR PDF

INGREDIENTES	Preço (R$/Kg)	PB. (%)	EM suínos (Kcal/Kg)	FB. (%)	Cál. (%)	Fós. (%)	Sód. (%)	Pot. (%)	Met. D. (%)	Met+Cis D. (%)	Lis D. (%)	Ter D. (%)	Tri D. (%)	Val D. (%)	Arg D. (%)	Leu D. (%)	Iso D. (%)	His D. (%)	Fen+Cis D. (%)	Mistura	Ingredientes Mín.	Ingredientes Máx.
Milho grão	1,2	7,81	3360	1,72	0,02	0,05	0,01	0,32	0,14	0,29	0,2	0,24	0,05	0,35	0,35	0,85	0,25	0,2	0,59	41,96		100
Farelo de soja	3	45,6	3179	4,82	0,3	0,22	0,01	1,97	0,56	1,15	2,59	1,59	0,57	1,95	3,13	3,12	1,87	1,09	3,64	24,22		100
Quirera de arroz	1,2	8	3489	0,6	0,05	0,06	0,02	0,2	0,17	0,3	0,25	0,23	0,08	0,41	0,57	0,61	0,3	0,18	0,68	30,00		30
Farelo de trigo	1,5	15,2	2370	9,07	0,14	0,49	0,02	1,1	0,19	0,41	0,43	0,33	0,16	0,53	0,88	0,72	0,37	0,34	0,83			100
Óleo de soja	9,5		8300																	0,28		5
Açúcar	4		3737																			8
P. vitam. 0,25% - cresc.	15																			0,25	0,25	0,25
P. mineral. 0,25% - cresc.	20																			0,25	0,25	0,25
Fostato bicálcico	15,5				24,5	18,5														1,24		100
Cálcário calcítico	0,25				36															0,78		100
Sal comum	0,8						39,7													0,44		100
L - lisina HCL - 99%	66										99									0,25		100
DL - metionina - 99%	70								99	99										0,13		100
L-Treonina - 98,5%	34											94,9								0,16		100
L-Triptofano - 98,0%	122,5												98							0,03		100
L-Valina - 96,5%	150													96,5								100
L-Arginina - 98%	55														98							100
Antiox. BHT - 100 g / TN	106																			0,01	0,01	0,01
Inerte	0,2																					100
Inerte	0,2																					100
Total																				100,00		

Atendimento nutricional	16,720	3250,000	2,069	0,679	0,321	0,188	0,671	0,378	0,623	1,038	0,706	0,208	0,742	1,076	1,295	0,648	0,402	1,333
Mínimo	16,720	3250,000		0,679	0,321	0,188	0,456	0,343	0,623	1,038	0,706	0,208	0,716	0,436	1,038	0,571	0,343	1,038
Máximo	16,72	10000	100	0,679	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Preço da mistura (R$/Kg) 2,26

Nota: próprio autor (2024)

As células D9 até U28 (item 1 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) apresentam a composição nutricional de cada ingrediente utilizado na ração.

Nas células D31 até U31 (item 2 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) foram reservadas para o atendimento nutricional obtido para cada nutriente, calculado com a função =SOMARPRODUTO (D9:D28; $V$9:$V$28) / 100, em que o intervalo D9:D28 (item 3 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) representa a composição de cada ingrediente que multiplica o intervalo das variáveis de decisão $V$9:$V$28 (item 4 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

As células D32 até U32 (item 5 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) foram reservadas para estabelecer a quantidade mínima dos nutrientes e serão preenchidas automaticamente com as exigências nutricionais dos animais que foram inseridas na aba de exigências nutricionais dos animais. Para a quantidade mínima: D31:U31>=D32:U32.

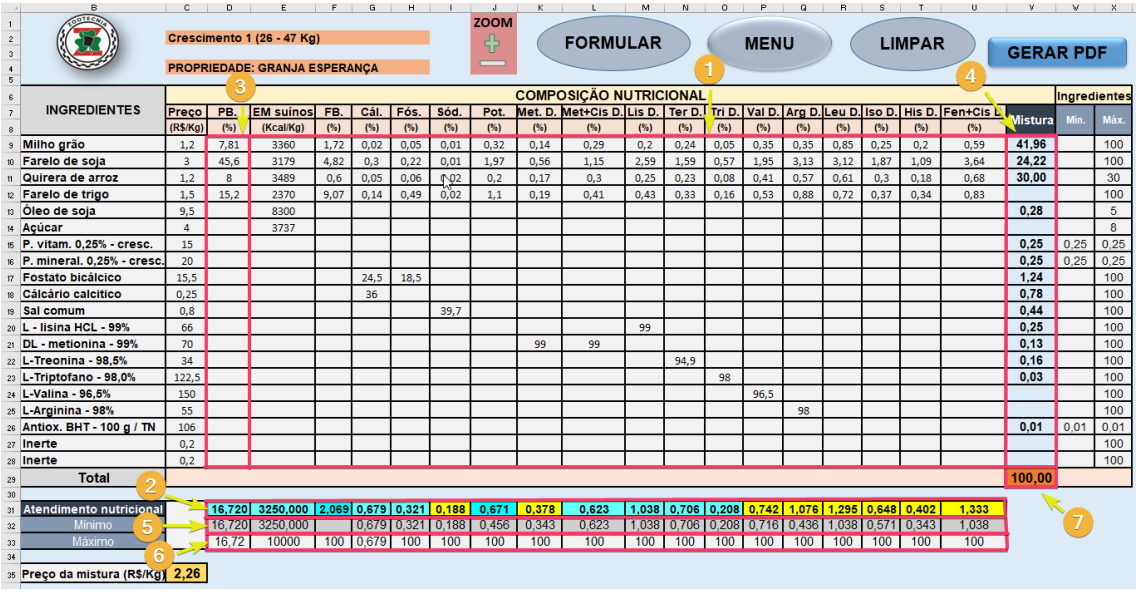
As células D33 até U33 (item 6 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) foram destinadas para estabelecer a restrição de quantidade máxima de nutrientes. O total dos ingredientes foi configurado no Solver para ser igual a 100. Para a quantidade total da mistura: $V$29 = 100 (item 7 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Para facilitar a análise da dieta formulada, foram estabelecidas diferentes colorações no plano de fundo das células de atendimento nutricional. Quando o atendimento nutricional for igual à exigência mínima, o plano de fundo da célula ficará com a cor verde. Quando estiver abaixo da exigência nutricional, apresentará a cor vermelha. Caso fique acima da exigência, ficará preenchida com a cor amarela (item 2 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).Vale ressaltar que pode acontecer da célula ficar vermelha ou amarela mesmo

com os valores iguais até a terceira casa decimal, em razão de alguma deficiência ou excesso a partir da quarta casa decimal, que se torna irrisório (item 1 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Figura 3.

Modelagem matemática - 3



Crescimento 1 (26 - 47 Kg)

PROPRIEDADE: GRANJA ESPERANÇA

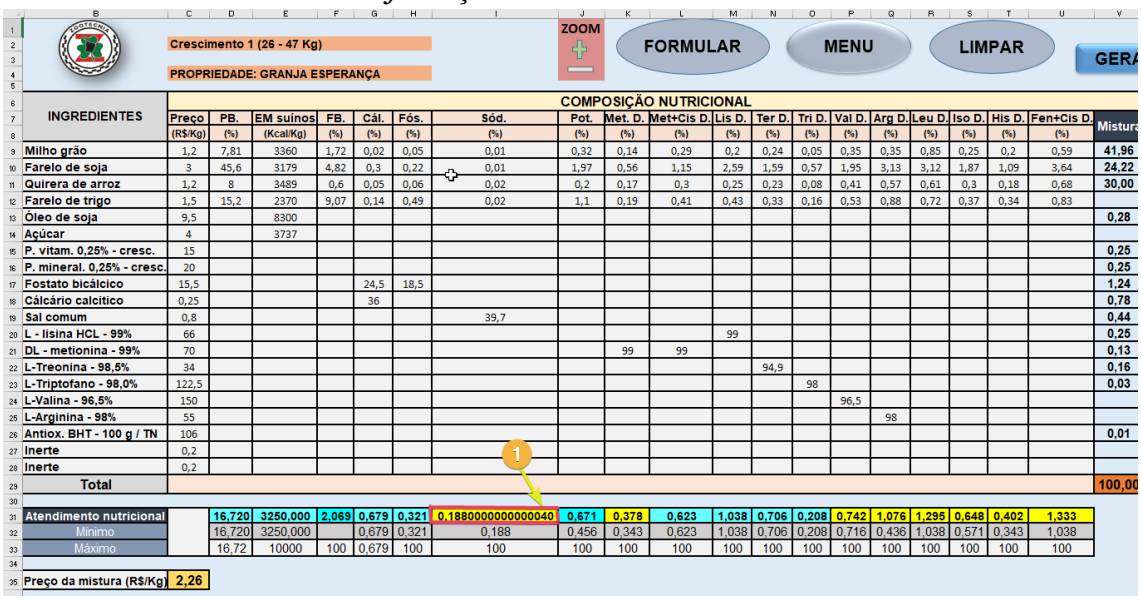
ZOOM | FORMULAR | MENU | LIMPAR | GERAR PDF

INGREDIENTES	Preço (R$/Kg)	PB. (%)	EM suínos (Kcal/Kg)	FB. (%)	Cál. (%)	Fós. (%)	Sód. (%)	Pot. (%)	Met. D. (%)	Met+Cis D. (%)	Lis D. (%)	Ter D. (%)	Tri D. (%)	Val D. (%)	Arg D. (%)	Leu D. (%)	Iso D. (%)	His D. (%)	Fen+Cis D. (%)	Mistura	Ingredientes Mín.	Ingredientes Máx.
Milho grão	1,2	7,81	3360	1,72	0,02	0,05	0,01	0,32	0,14	0,29	0,2	0,24	0,05	0,35	0,35	0,85	0,25	0,2	0,59	41,96		100
Farelo de soja	3	45,6	3179	4,82	0,3	0,22	0,01	1,97	0,56	1,15	2,59	1,59	0,57	1,95	3,13	3,12	1,87	1,09	3,64	24,22		100
Quirera de arroz	1,2	8	3489	0,6	0,05	0,06	0,02	0,2	0,17	0,3	0,25	0,23	0,08	0,41	0,57	0,61	0,3	0,18	0,68	30,00		30
Farelo de trigo	1,5	15,2	2370	9,07	0,14	0,49	0,02	1,1	0,19	0,41	0,43	0,33	0,16	0,53	0,88	0,72	0,37	0,34	0,83			100
Óleo de soja	9,5		8300																	0,28		5
Açúcar	4		3737																			8
P. vitam. 0,25% - cresc.	15																			0,25	0,25	0,25
P. mineral. 0,25% - cresc.	20																			0,25	0,25	0,25
Fostato bicálcico	15,5				24,5	18,5														1,24		100
Cálcário calcítico	0,25				36															0,78		100
Sal comum	0,8						39,7													0,44		100
L - lisina HCL - 99%	66										99									0,25		100
DL - metionina - 99%	70								99	99										0,13		100
L-Treonina - 98,5%	34											94,9								0,16		100
L-Triptofano - 98,0%	122,5												98							0,03		100
L-Valina - 96,5%	150													96,5								100
L-Arginina - 98%	55														98							100
Antiox. BHT - 100 g / TN	106																			0,01	0,01	0,01
Inerte	0,2																					100
Inerte	0,2																					100
Total																				100,00		
Atendimento nutricional		16,720	3250,000	2,069	0,679	0,321	0,188	0,671	0,378	0,623	1,038	0,706	0,208	0,742	1,076	1,295	0,648	0,402	1,333			
Mínimo		16,720	3250,000		0,679	0,321	0,188	0,456	0,343	0,623	1,038	0,706	0,208	0,716	0,436	1,038	0,571	0,343	1,038			
Máximo		16,72	10000	100	0,679	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100			
Preço da mistura (R$/Kg)	2,26																					

Nota: próprio autor (2024)

Figura 4.

Diferença devido a casa decimal



Crescimento 1 (26 - 47 Kg)

PROPRIEDADE: GRANJA ESPERANÇA

ZOOM | FORMULAR | MENU | LIMPAR | GERA

INGREDIENTES	Preço (R$/Kg)	PB. (%)	EM suínos (Kcal/Kg)	FB. (%)	Cál. (%)	Fós. (%)	Sód. (%)	Pot. (%)	Met. D. (%)	Met+Cis D. (%)	Lis D. (%)	Ter D. (%)	Tri D. (%)	Val D. (%)	Arg D. (%)	Leu D. (%)	Iso D. (%)	His D. (%)	Fen+Cis D. (%)	Mistura
Milho grão	1,2	7,81	3360	1,72	0,02	0,05	0,01	0,32	0,14	0,29	0,2	0,24	0,05	0,35	0,35	0,85	0,25	0,2	0,59	41,96
Farelo de soja	3	45,6	3179	4,82	0,3	0,22	0,01	1,97	0,56	1,15	2,59	1,59	0,57	1,95	3,13	3,12	1,87	1,09	3,64	24,22
Quirera de arroz	1,2	8	3489	0,6	0,05	0,06	0,02	0,2	0,17	0,3	0,25	0,23	0,08	0,41	0,57	0,61	0,3	0,18	0,68	30,00
Farelo de trigo	1,5	15,2	2370	9,07	0,14	0,49	0,02	1,1	0,19	0,41	0,43	0,33	0,16	0,53	0,88	0,72	0,37	0,34	0,83	
Óleo de soja	9,5		8300																	0,28
Açúcar	4		3737																	
P. vitam. 0,25% - cresc.	15																			0,25
P. mineral. 0,25% - cresc.	20																			0,25
Fostato bicálcico	15,5				24,5	18,5														1,24
Cálcário calcítico	0,25				36															0,78
Sal comum	0,8						39,7													0,44
L - lisina HCL - 99%	66										99									0,25
DL - metionina - 99%	70								99	99										0,13
L-Treonina - 98,5%	34											94,9								0,16
L-Triptofano - 98,0%	122,5													98						0,03
L-Valina - 96,5%	150														96,5					
L-Arginina - 98%	55															98				
Antiox. BHT - 100 g / TN	106																			0,01
Inerte	0,2																			
Inerte	0,2																			
Total																				100,00
Atendimento nutricional		16,720	3250,000	2,069	0,679	0,321	0,1880000000000040	0,671	0,378	0,623	1,038	0,706	0,208	0,742	1,076	1,295	0,648	0,402	1,333	
Mínimo		16,720	3250,000		0,679	0,321	0,188	0,456	0,343	0,623	1,038	0,706	0,208	0,716	0,436	1,038	0,571	0,343	1,038	
Máximo		16,72	10000	100	0,679	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Preço da mistura (R$/Kg)	2,26																			

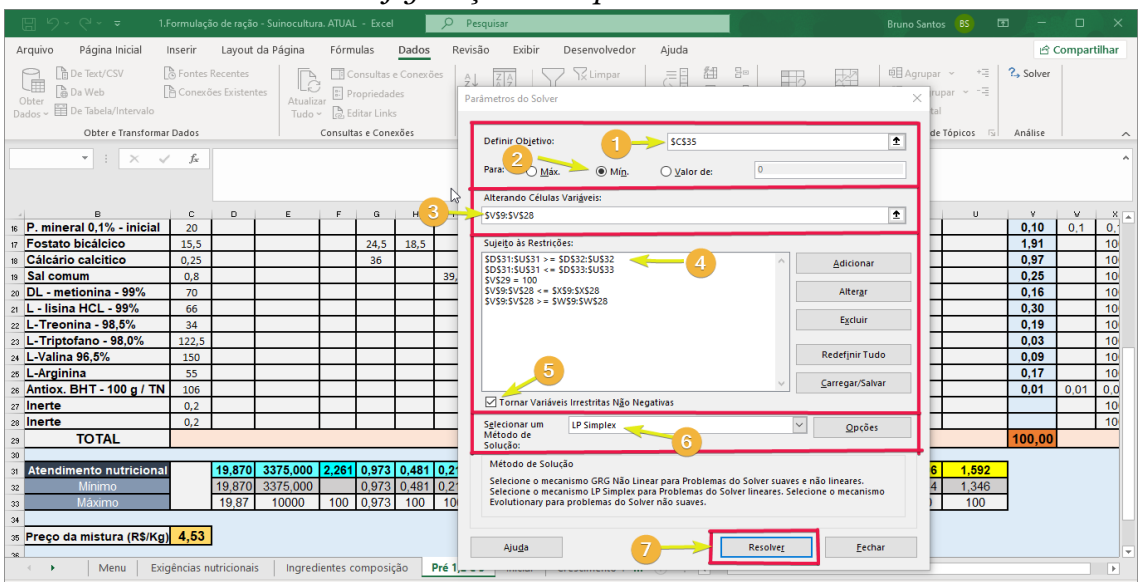
Nota: próprio autor (2024)

Ao clicar no Solver será aberta uma janela para ser configurado os parâmetros do Solver para obter respostas para problemas de programação linear. Foi informado a célula que contém a função objetivo do problema (item 1 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) e selecionado a opção minimizar "MIN." (item 2 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). As células com as variáveis de decisão foram inseridas (item 3 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Em seguida, foram adicionadas as

restrições (item 4 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) e marcada a opção "TORNAR VARIÁVEIS IRRESTRITAS NÃO NEGATIVADAS" (item 5 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Para a otimização linear utilizou-se o método LP Simplex (item 6 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Após as configurações ajustadas, é somente clicar na opção "RESOLVER" (item 7 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Figura 5.

Configuração no Suplemento Solver

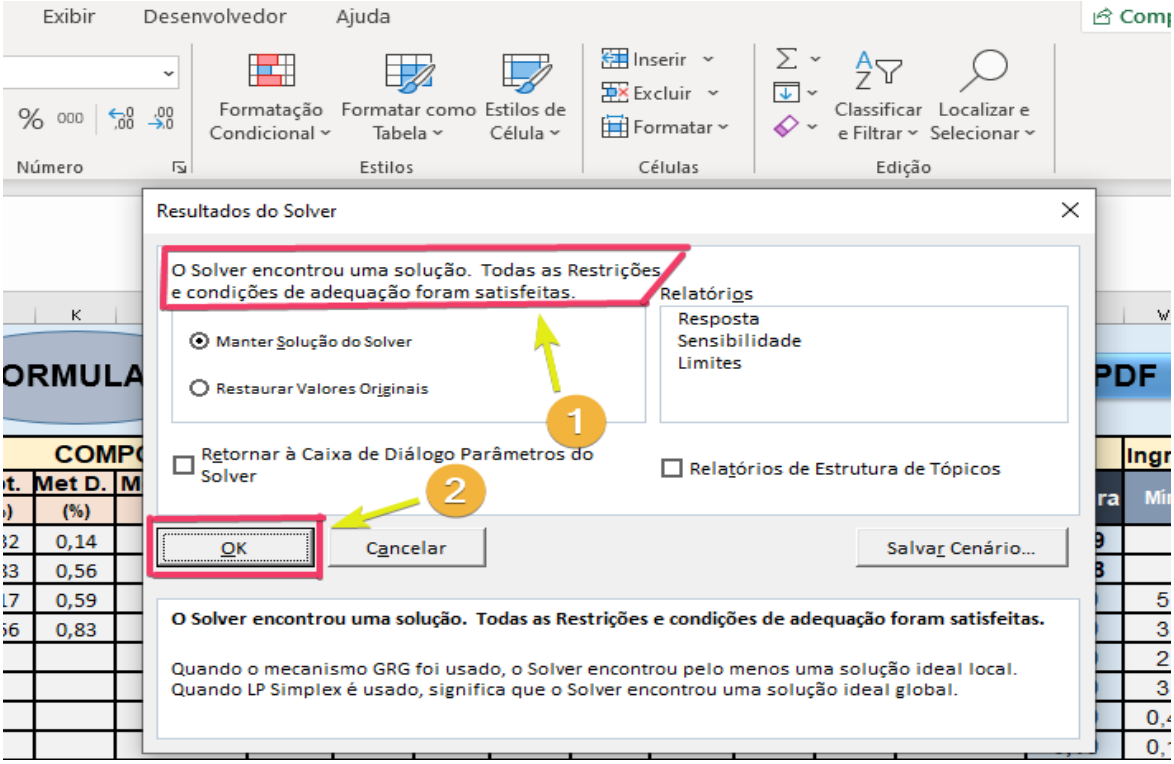


Fonte: próprio autor (2024)

Após clicar em "RESOLVER" aparecerá uma tela com os resultados do Solver informando que o Solver encontrou uma solução para o problema e conseguiu atender todas as restrições (item 1 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Em seguida, deve-se pressionar no botão "OK" (item 2 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) para os resultados serem salvos na planilha do MS Excel.

Figura 6.

Tela com solução do Solver

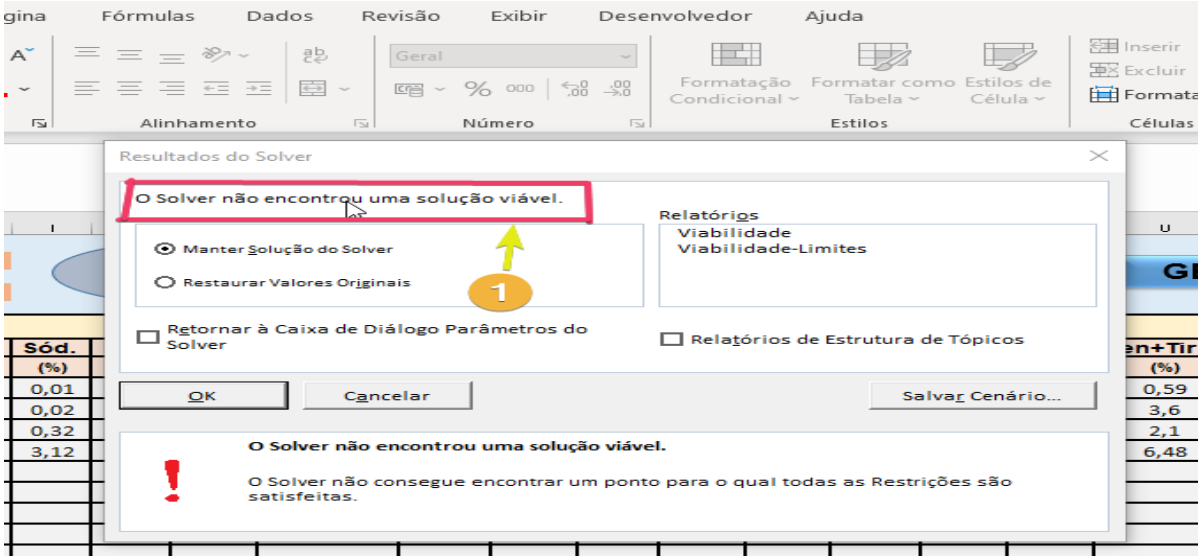


Nota: próprio autor (2024)

Caso o Solver não encontre uma solução para o problema, uma mensagem será apresentada informando que o Solver não conseguiu encontrar uma solução (item 1 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Figura 7.

Tela sem solução do Solver



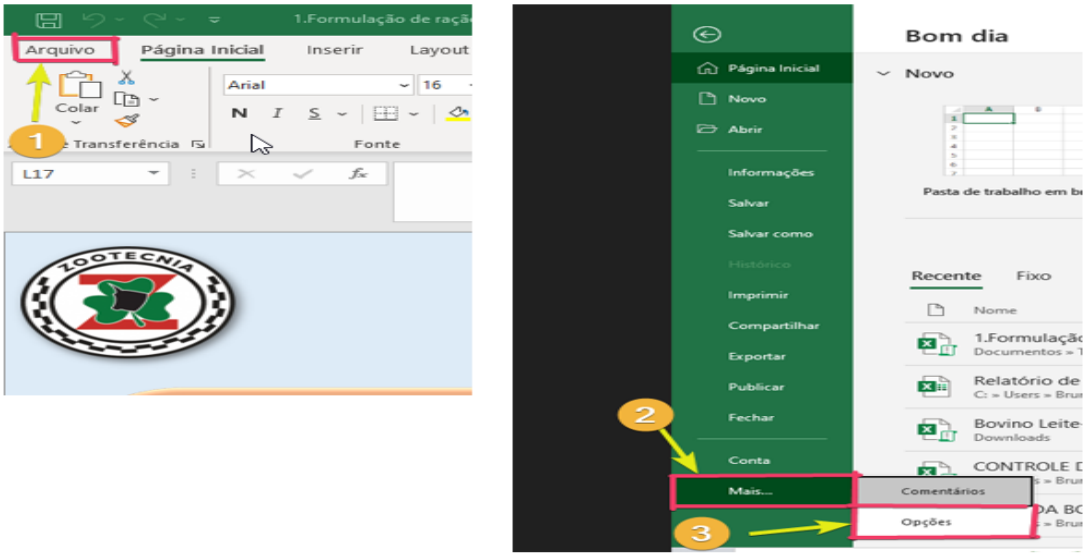
Nota: próprio autor (2024)

Para iniciar a formulação de uma ração no SUÍZOO: Formulador de Ração para Suínos, o usuário deve realizar as seguintes ações:

O Suplemento Solver não vem habilitado no Microsolft Excel®, sendo assim, faz-se necessário habilitá-lo para possibilitar a resolução de problemas de programação linear (otimização). Ao abrir o MS Excel deve-se clicar no menu "ARQUIVO" (item 1 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) e em seguida no menu "MAIS" (item 2 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), e selecionar "OPÇÕES" (item 3 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Em razão da versão do Excel, após "ARQUIVO" poderá aparecer diretamente "OPÇÕES".

Figura 8.

Habilitar o Suplemento Solver no Excel - passo 1

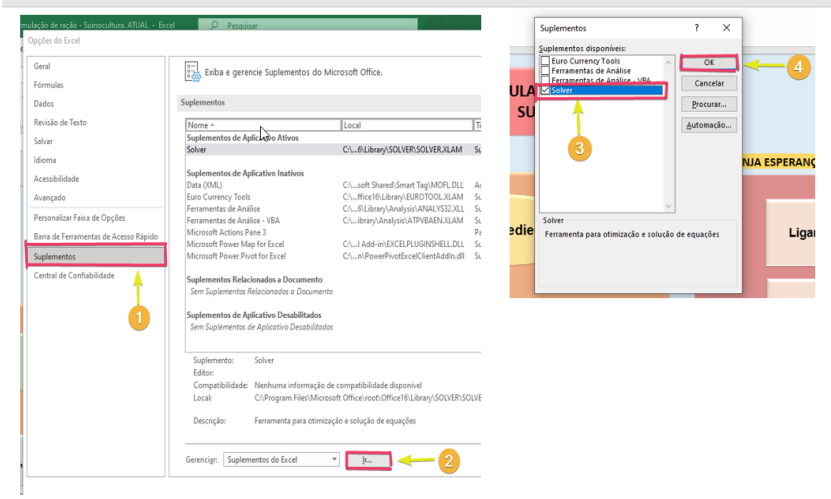


Nota: próprio autor (2024)

Assim que clicar no menu "OPÇÕES" aparecerá uma tela para selecionar o menu "SUPLEMENTOS" (item 1 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), e em seguida na opção "IR" (item 2 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Surgirá uma nova janela onde deve-se deixar marcado o "SOLVER" (item 3 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), e clicar no menu "OK" (item 4 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Figura 9.

Habilitar o Suplemento Solver no Excel - passo 2

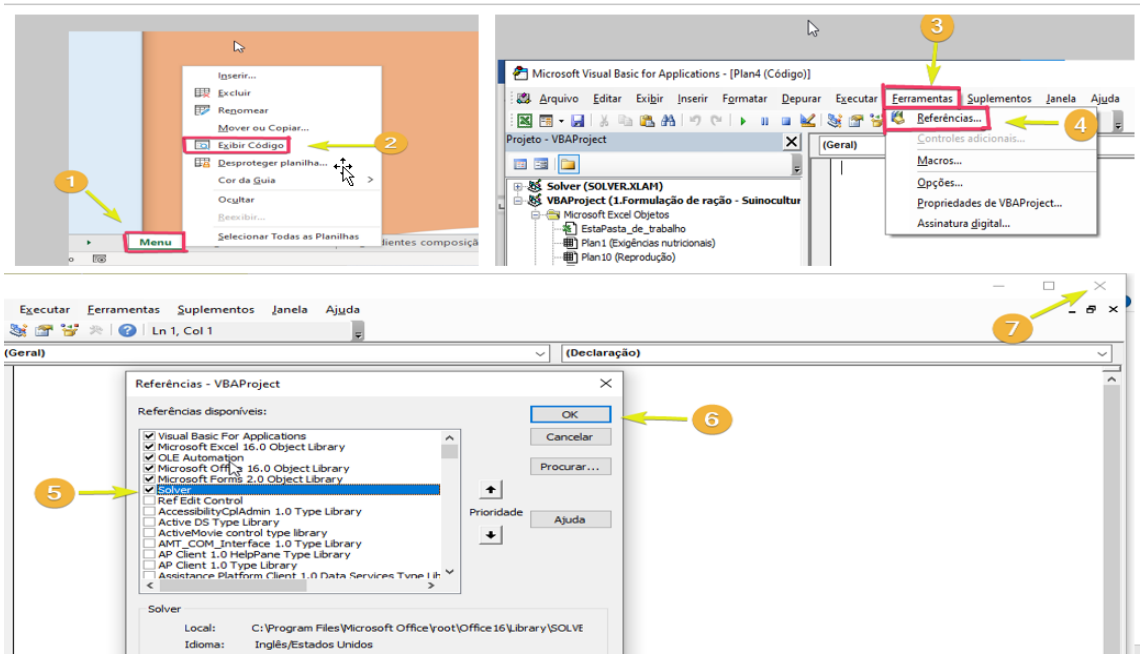


Nota: próprio autor (2024)

O último passo para habilitar o Solver consiste em clicar no botão direito do mouse em alguma das abas (item 1 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), logo após em "EXIBIR CÓDIGO" (item 2 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Será aberto uma nova janela onde deve-se clicar em "FERRAMENTAS" (item 3 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), selecionar "REFERÊNCIAS" (item 4 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), e marcar o Solver (item 5 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), em seguida clicar em "OK" (item 6 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). E por fim, fechar a página (item 7 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Figura 10.

Habilitar o Suplemento Solver no Excel - passo 3



Nota: próprio autor (2024)

Após esses procedimentos, o Suplemento Solver estará habilitado no Excel. O Solver ficará disponível no menu "DADOS" (item 1 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), para ser configurado e utilizado na resolução de problemas de programação linear (item 2 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Figura 11.

Habilitar o Suplemento Solver no Excel - passo 4

Nota: próprio autor (2024)

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** contém a tela do menu inicial. A célula O18 foi destinada para inserir o nome da propriedade (item 1 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) e pode ser alterado pelo usuário.

O botão "LIGAR TELA CHEIA" expande todas as abas do sistema (item 2 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Já o botão "DESLIGAR TELA CHEIA" desfaz a expansão das telas (item 3 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

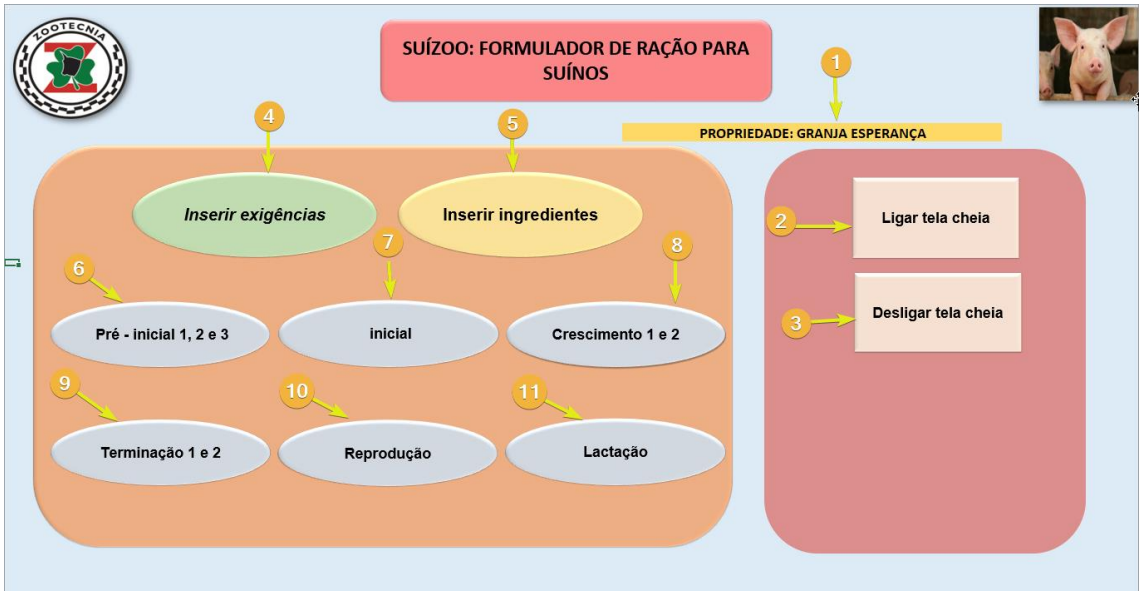
Ao pressionar o botão "INSERIR EXIGÊNCIAS", o usuário será direcionado para uma tela onde se encontra a base de dados das exigências nutricionais dos animais (item 4 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

O botão "INSERIR INGREDIENTES" direciona para a tela que contém a base de dados das composições nutricionais dos ingredientes (item 5 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

O botão "PRÉ-INICIAL 1,2 E 3" encaminha o usuário para a aba de formulação dos animais na fase pré-inicial (item 6 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Já o botão "FASE INICIAL" direciona para a aba de formulação dos animais na fase inicial (item 7 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Ao clicar o botão "CRESCIMENTO 1 E 2" o usuário será encaminhado para a aba de formulação dos animais na fase de crescimento (item 8 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). O botão "TERMINAÇÃO 1 E 2" direciona o usuário para a aba de formulação dos animais na fase de terminação (item 9 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). O botão "REPRODUÇÃO" encaminha o usuário para a aba de formulação dos animais na fase de reprodução (item 10 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). O botão "LACTAÇÃO" encaminha para a aba de formulação dos animais na fase de lactação (item 11 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Figura 12.

Tela do menu inicial



Nota: próprio autor (2024)

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** contém a tela com as exigências nutricionais dos animais. Ao clicar no botão "MENU" retornará para a página inicial (item 1 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Nessa tela contém as tabelas com as exigências nutricionais de cada fase do animal que foram cadastradas da seguinte forma:

Na fase pré-inicial 1, 2 e 3: refere-se aos leitões de 4,4 a 17,9 kg, Rostagno-pág.421 (2024): exigências nutricionais de leitões de alto potencial genético na fase pré-inicial – machos castrados, fêmeas e machos.

Na fase inicial: refere-se aos suínos de 16 a 26 kg, Rostagno-pág.432 (2024): exigências nutricionais de suínos lotes mistos de desempenho médio.

Na fase de crescimento 1 e 2: refere-se aos suínos de 26 a 74 kg, Rostagno-pág.432 (2024): exigências nutricionais de suínos lotes mistos de desempenho médio.

Na fase de terminação: refere-se aos suínos de 74 a 131 kg, Rostagno-pág.432 (2024): exigências nutricionais de suínos lotes mistos de desempenho médio.

Na fase de reprodução: está cadastrado duas fases de gestação de 0 a 85 dias e de 86 a 115 dias, para porcas de segundo parto, ou seja, ordem de parto 2 (OP 2), Rostagno-pág.451 (2024) :exigências nutricionais de suínos reprodutores em gestação (porcas - 188 kg).

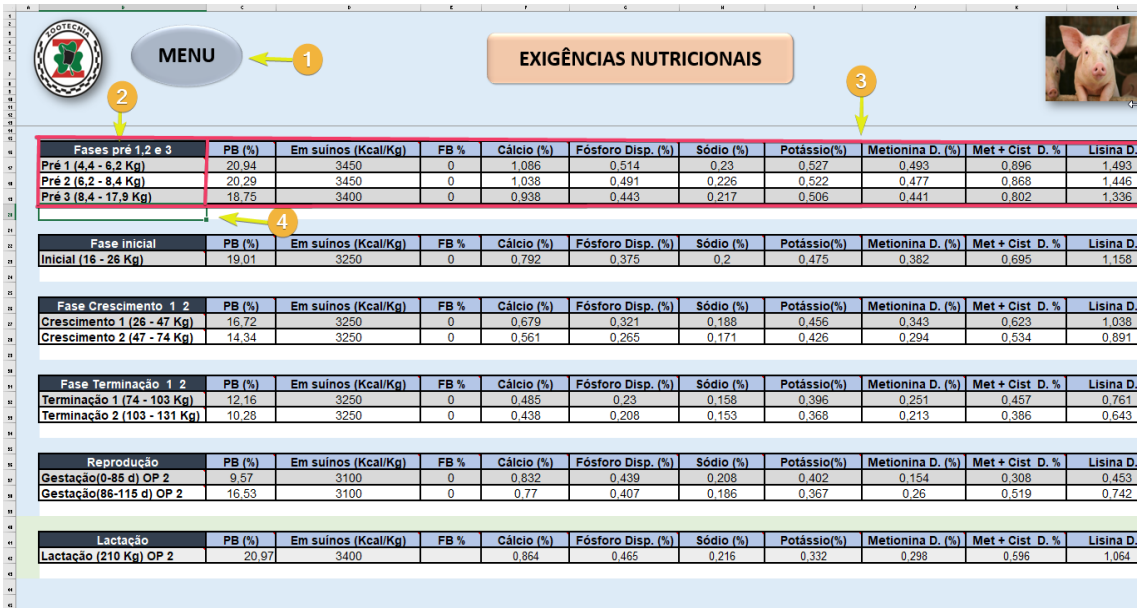
Na fase de Lactação: refere-se à porcas em lactação com peso médio de 210 kg, de segundo parto, Rostagno - pág. 463 (2024):exigências nutricionais diárias de suínos reprodutores em lactação (peso pós-parto = 210 kg).

Nas tabelas contém os nomes de cada formulação (item 2 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) acompanhados com as exigências nutricionais (item 3 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Ao final de cada tabela é possível inserir novas exigências (item 4 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) para cada fase,

ou substituir os valores de uma já existente. Ademais, é possível adicionar comentário nas células que contém os nomes das rações. Para isso deve-se clicar na célula com o lado direito mouse (item 1 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), selecionar a opção "INSERIR COMENTÁRIO" (item 2 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), após inserido basta apenas posicionar o cursor do mouse sobre a célula para visualizar o comentário (item 3 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Figura 13.

Tela com as tabelas de exigências nutricionais dos suínos



Fases pré 1,2 e 3	PB (%)	Em suínos (Kcal/Kg)	FB %	Cálcio (%)	Fósforo Disp. (%)	Sódio (%)	Potássio(%)	Metionina D. (%)	Met + Cist D. %	Lisina D.
Pré 1 (4,4 - 6,2 Kg)	20,94	3450	0	1,086	0,514	0,23	0,527	0,493	0,896	1,493
Pré 2 (6,2 - 8,4 Kg)	20,29	3450	0	1,038	0,491	0,226	0,522	0,477	0,868	1,446
Pré 3 (8,4 - 17,9 Kg)	18,75	3400	0	0,938	0,443	0,217	0,506	0,441	0,802	1,336

Fase inicial	PB (%)	Em suínos (Kcal/Kg)	FB %	Cálcio (%)	Fósforo Disp. (%)	Sódio (%)	Potássio(%)	Metionina D. (%)	Met + Cist D. %	Lisina D.
Inicial (16 - 26 Kg)	19,01	3250	0	0,792	0,375	0,2	0,475	0,382	0,695	1,158

Fase Crescimento 1 2	PB (%)	Em suínos (Kcal/Kg)	FB %	Cálcio (%)	Fósforo Disp. (%)	Sódio (%)	Potássio(%)	Metionina D. (%)	Met + Cist D. %	Lisina D.
Crescimento 1 (26 - 47 Kg)	16,72	3250	0	0,679	0,321	0,188	0,456	0,343	0,623	1,038
Crescimento 2 (47 - 74 Kg)	14,34	3250	0	0,561	0,265	0,171	0,426	0,294	0,534	0,891

Fase Terminação 1 2	PB (%)	Em suínos (Kcal/Kg)	FB %	Cálcio (%)	Fósforo Disp. (%)	Sódio (%)	Potássio(%)	Metionina D. (%)	Met + Cist D. %	Lisina D.
Terminação 1 (74 - 103 Kg)	12,16	3250	0	0,485	0,23	0,158	0,396	0,251	0,457	0,761
Terminação 2 (103 - 131 Kg)	10,28	3250	0	0,438	0,208	0,153	0,368	0,213	0,386	0,643

Reprodução	PB (%)	Em suínos (Kcal/Kg)	FB %	Cálcio (%)	Fósforo Disp. (%)	Sódio (%)	Potássio(%)	Metionina D. (%)	Met + Cist D. %	Lisina D.
Gestação(0-85 d) OP 2	9,57	3100	0	0,832	0,439	0,208	0,402	0,154	0,308	0,453
Gestação(86-115 d) OP 2	16,53	3100	0	0,77	0,407	0,186	0,367	0,26	0,519	0,742

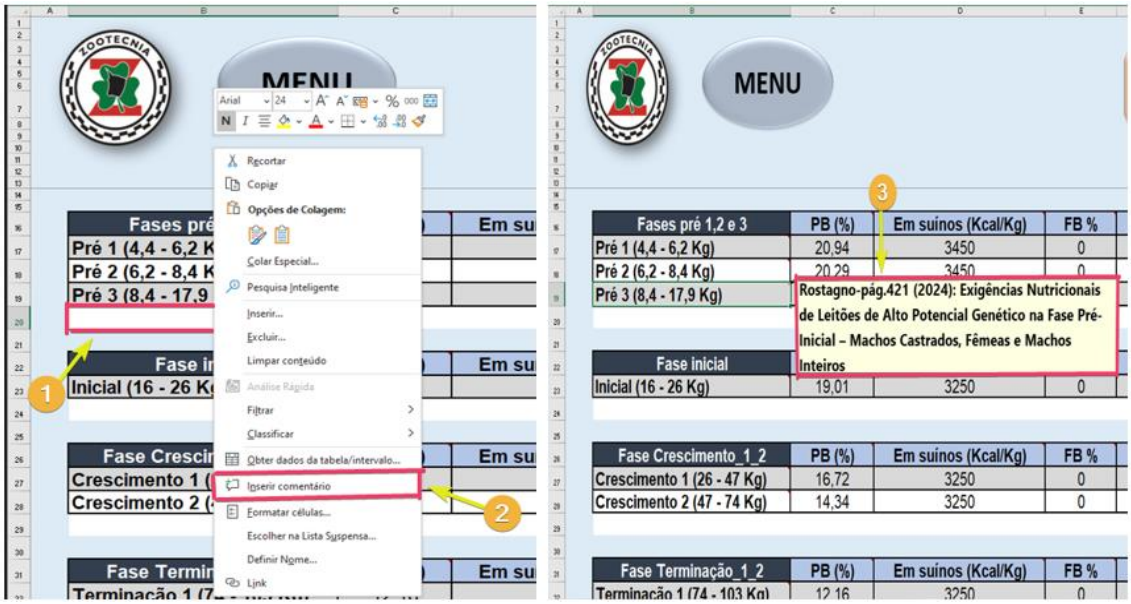
Lactação	PB (%)	Em suínos (Kcal/Kg)	FB %	Cálcio (%)	Fósforo Disp. (%)	Sódio (%)	Potássio(%)	Metionina D. (%)	Met + Cist D. %	Lisina D.
Lactação (210 Kg) OP 2	20,97	3400		0,864	0,465	0,216	0,332	0,298	0,596	1,064

Fonte: próprio autor (2024)

É fundamental estabelecer programas nutricionais ajustados para cada fase de desenvolvimento do animal em sistemas de produção comercial de suínos (Lovato,2013). Visto que a demanda energética, níveis de aminoácidos, além da concentração de minerais e vitaminas, que são essenciais para os suínos estarão em níveis diferentes, a depender da fase de vida do animal, com demanda de quantidade de nutrientes necessários para manutenção de funções fisiológicas e/ou para produção (Lima, 2023).

Figura 14.

Inserir comentário

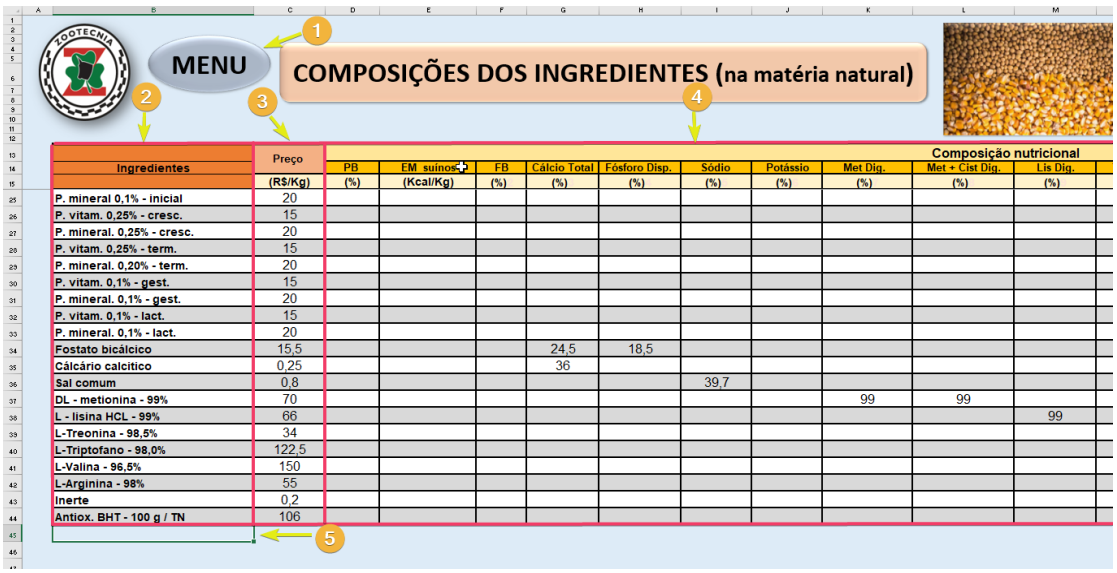


Nota: próprio autor (2024)

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** contém a tela com os ingredientes cadastrados e suas composições nutricionais. Ao clicar no botão “MENU" retornará para a página inicial (item 1 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Nesta tabela é possível verificar os ingredientes cadastrados (item 2 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) acompanhados do preço por quilograma (item 3 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) e composição nutricional (item 4 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Ao final da tabela é possível inserir novos ingredientes (item 5 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), assim como é possível substituir por um ingrediente já cadastrado.

Figura 15.

Tela com a composição nutricional dos ingredientes



Nota: próprio autor (2024)

Vale ressaltar que para uma formulação de ração ajustada e que supra a exigência dos animais, é importante o cadastramento de ingredientes energéticos, proteicos, premix mineral e vitamínico, núcleo e/ou aditivos (Tecnologia de Rações,2013). Em algumas fases de vida dos suínos pode haver algumas peculiaridades e que devem ser levadas em consideração no momento de formular uma dieta. Por exemplo, após o desmame, na fase de creche, é recomendado conter na ração pré-inicial 2 alguma fonte de lactose, como leite em pó ou leite desnatado em pó, para auxiliar na transição do alimento líquido para a dieta sólida (Rigueira, 2014).

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** contém a aba para formulação da ração. No botão "ZOOM" é possível aumentar ou diminuir o zoom da aba para melhorar a visualização (item 1 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). A célula C2 (item 2 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) foi destinada para selecionar o nome da ração que estão cadastradas nas tabelas da aba "INSERIR EXIGÊNCIAS". Após a seleção, será preenchido automaticamente nas células o atendimento das exigências nutricionais dos animais, no campo "MÍNIMO" (item 3 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Nas células B9 até B28 foram inseridos os ingredientes que poderão entrar na ração formulada (item 4 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Ao selecionar um novo ingrediente o preço do quilograma do insumo e composição nutricional serão preenchidos automaticamente (item 5 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Estudos como de Pompeu et al. (2019), demonstram que softwares de formulação baseados nesse princípio possibilitam maior precisão no balanceamento nutricional, além de flexibilidade na inclusão de ingredientes e restrições específicas

Ao clicar no botão "FORMULAR" (item 6 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), será ativado o Suplemento Solver para formular a ração. A ração formulada encontra-se no intervalo de célula V9 até V28 (item 7 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

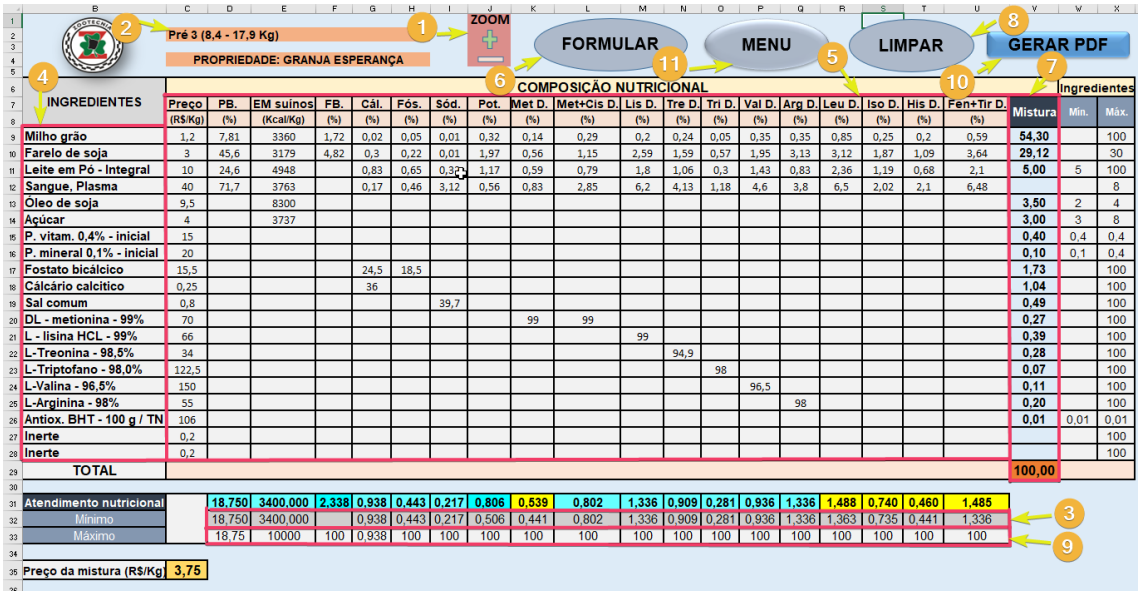
O botão "LIMPAR" apaga os valores da coluna "MISTURA" (item 8 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) e reestabelece para o padrão do sistema os valores das células de exigências máximas (item 9 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Após a ração formulada e ajustada pode-se clicar no botão "GERAR PDF" para que um arquivo em pdf seja gerado (item 10 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Ao finalizar a formulação clicar no botão "MENU" para retornar a página inicial (item 11 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Essa lógica aplica-se para formular dietas para todas as fases na criação de suínos, como pré-inicial 1, 2 e 3, inicial, crescimento 1 e 2, terminação 1 e 2, reprodução e lactação.

Figura 16.

Aba de formulação das rações na fase pré-inicial 3-1



Nota: próprio autor (2024)

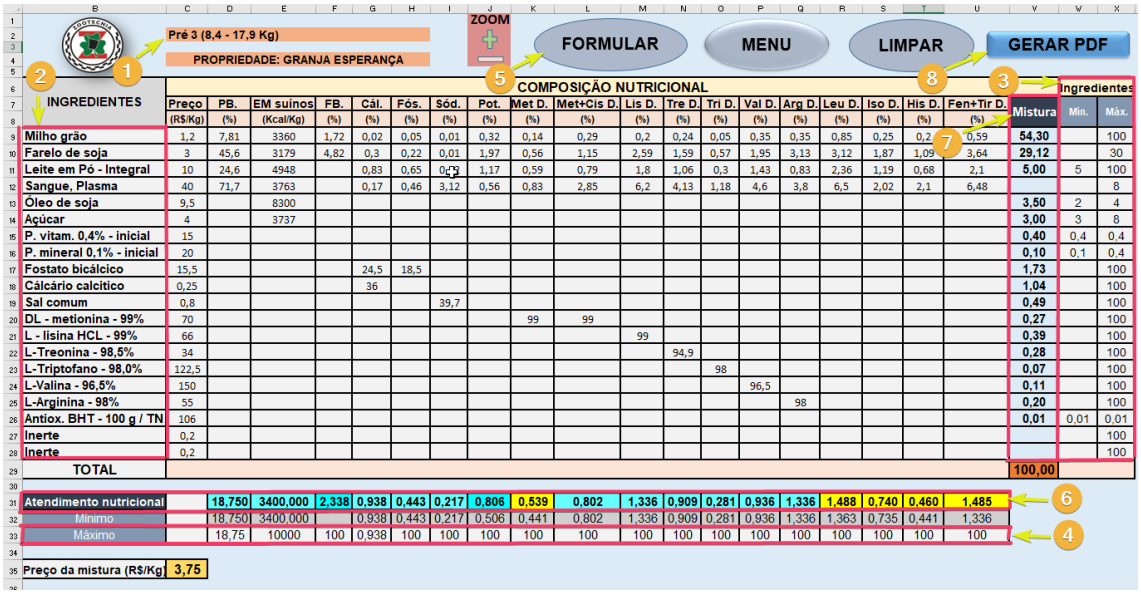
Na tela de formulação das rações, o usuário seleciona a categoria dos animais na qual será formulada (item 1 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), e os ingredientes que ficarão disponíveis para entrar na formulação (item 2 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Se necessário, estabelece também a quantidade mínima e máxima de cada ingredientes (item 3 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). A quantidade mínima na exigência nutricional dos animais (item 4 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) é a exigência de acordo com as Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (2024) e a máxima é o valor estabelecido pelo usuário, ou seja, é um intervalo entre o mínimo e máximo em que é aceitável para o sistema formular a dieta.

Após personalizar a dieta, clicar no botão "FORMULAR" para visualizar o resultado encontrado pelo sistema (item 5 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Em seguida, deve-se verificar se o resultado atendeu as exigências nutricionais dos animais (item 6 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) e se as inclusões dos ingredientes estão em níveis aceitáveis (item 7 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Após analisar a ração formulada, o usuário poderá gerar um arquivo em pdf ao clicar no botão "GERAR PDF" (item 8 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

O sistema consegue encontrar a solução viável sempre visando o custo mínimo e respeitando as restrições estabelecidas pelo nutricionista em cada dieta formulada, (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Uma nutrição de precisão para suínos permite um relevante aumento na eficiência produtiva e na viabilidade econômica da produção, De Paula,2025. Diante disso, é importante que produtores e profissionais da nutrição revisem seus programas de alimentação, visando diminuir a excreção de nutrientes no ambiente, e consequentemente reduzir o custo total com alimentação na produção (Andretta, 2014).

Figura 17.

Aba de formulação das rações na fase pré-inicial 3 – 2

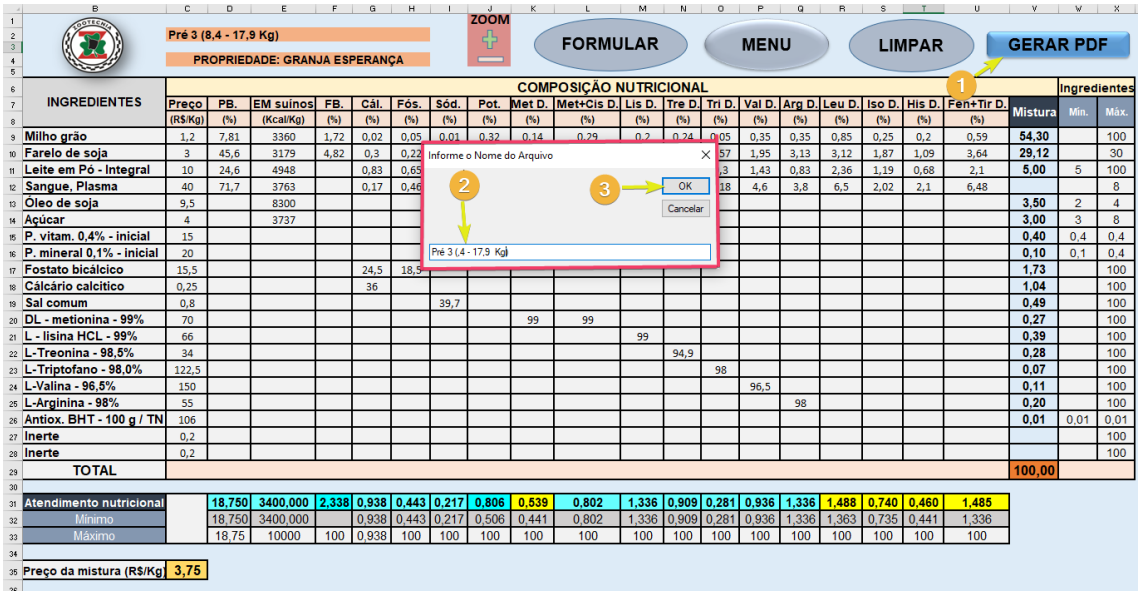


Nota: próprio autor (2024)

Após clicar no botão "GERAR PDF" (item 1 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), aparecerá um espaço para inserir nome do arquivo (item 2 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Deve pressionar em "OK" (item 3 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) para ser aberto o arquivo em pdf com a ração formulada.

Figura 18.

Gerar pdf da ração formulada



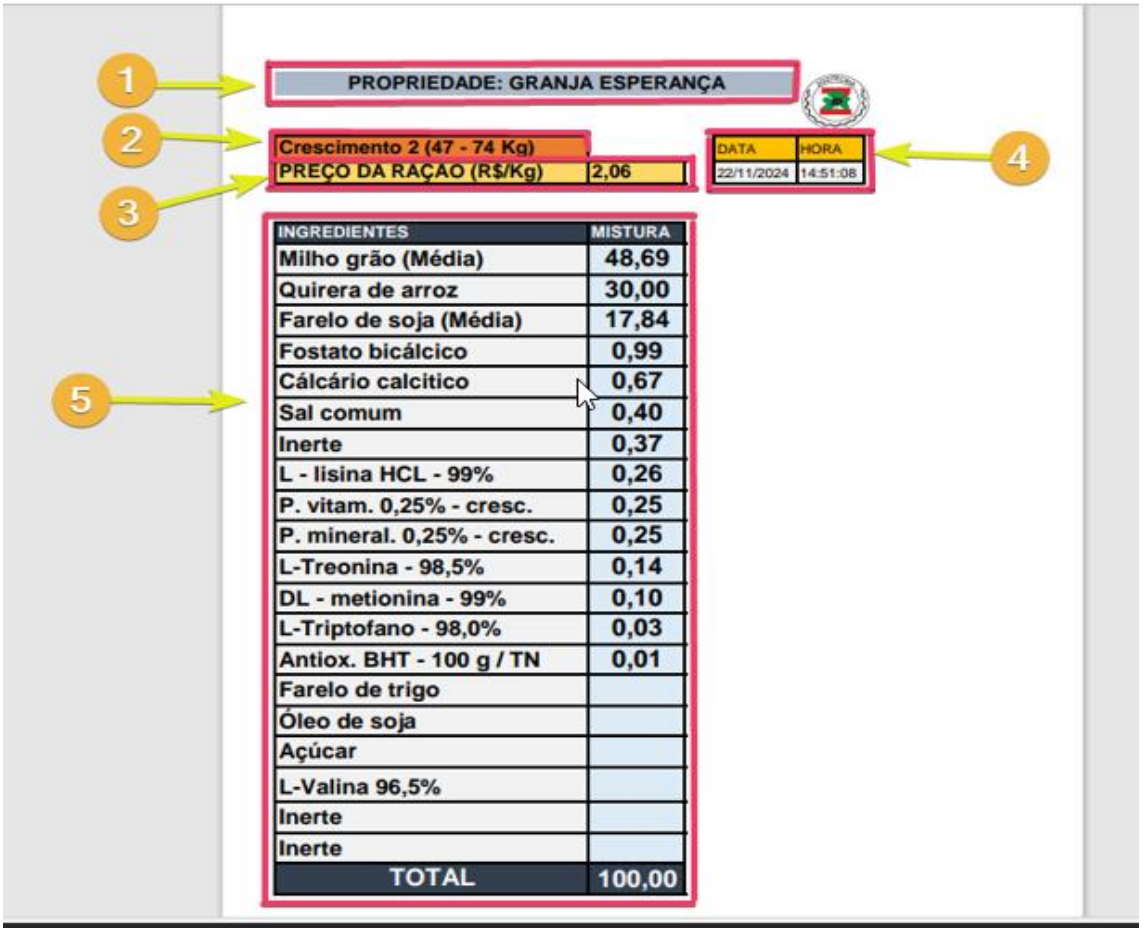
Fonte: próprio autor (2024)

No arquivo em pdf da ração formulada contém as seguintes informações: nome da propriedade (item 1 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), nome da categoria

animal (item 2 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), preço do quilograma da ração (item 3 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), data e hora que a ração foi formulada (item 4 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, tabela com os ingredientes e quantidade de cada ingrediente em ordem decrescente (item 5 da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) totalizando 100 kg de ração. O arquivo gerado em pdf ficará salvo na mesma pasta do notebook em que está o SUÍZOO.

Figura 19.

Pdf da ração formulada



Nota: próprio autor (2024)

Ao formular algumas rações balanceadas para suínos em diferentes fases no SUÍZOO os resultados obtidos mostraram-se satisfatórios, capaz de atender as exigências nutricionais nas diferentes fases de criação.

Para obter o atendimento nutricional exatamente igual à exigência dos suínos, é possível deixar o atendimento nutricional máximo igual ao mínimo. Com os aminoácidos sintéticos é possível atender as exigências dos aminoácidos sem elevar a proteína bruta. O sistema sempre tentará buscar a melhor combinação dos ingredientes respeitando as restrições e visando o custo mínimo por quilograma da ração. Sendo assim, é fundamental manter atualizado os preços dos ingredientes.

Na fase pré-inicial apresenta as rações com custos mais elevados devido a inclusão forçada de ingredientes mais digestíveis e palatáveis para os leitões. A matriz nutricional da ração nessa fase é mais elevada. À medida que os animais vão crescendo a matriz nutricional da ração diminui, permitindo a formulação por um menor preço. Na fase de gestação a matriz necessita de aporte nutricional crescente ao passo que os fetos vão se desenvolvimento. Na lactação a matriz nutricional permanece elevada para ser direcionada para a produção do leite.

Com o SUÍZOO é possível personalizar a formulação da ração de acordo com o que o produtor tem disponível de insumos, alguns produtores podem utilizar, núcleo, outros podem utilizar premix vitamínico e mineral, juntos ou separadamente.

Para inserir aditivos não nutricionais como enzimas, prebióticos e probióticos, basta restringir a quantidade mínima e máxima sendo igual à recomendada pelo fabricante. Assim, é possível formular rações que proporcionam ótimo desempenho dos animais, e consequentemente maior rentabilidade aos produtores.

Vale ressaltar que o programa gera resultados baseados em algoritmos matemáticos (programação linear), sendo assim, o profissional zootecnista é fundamental para a correta interpretação da dieta formulada, pois detém o conhecimento técnico para a escolha dos ingredientes e o olhar crítico para interpretar os números gerados na formulação. O zootecnista irá avaliar se a dieta formulada atende as exigências nutricionais dos suínos e verificar se há necessidade de ajustes, evitando desequilíbrios que possam comprometer o desempenho dos animais.

Com relação aos ingredientes, o zootecnista avalia a qualidade física e bromatológica das matérias-primas, viabilidade econômica, limitações no uso através de conhecimento dos possíveis fatores antinutricionais, limitações no uso pelos altos teores de fibra bruta ou extrato etéreo, além de verificar se haverá necessidade de inclusão de aditivos nutricionais ou não nutricionais importantes na suinocultura, como: aminoácidos sintéticos, enzimas, probióticos e prebióticos.

O acompanhamento técnico é imprescindível para os ajustes da dieta sempre que necessário, considerando mudanças dos ingredientes, fatores relacionados à fase de vida dos suínos, clima, ambiente de criação, genética dos animais, entre outros fatores.

Conforme descrito pelo National Research Council (2012), o uso de modelos matemáticos na formulação de dietas permite ajustes mais refinados dos níveis nutricionais, contribuindo para melhor desempenho animal e redução do impacto ambiental.

Além disso, estudos conduzidos por Andretta et al. (2014) e Pomar et al. (2019) destacam que a formulação otimizada de rações pode reduzir significativamente a excreção de nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo, tornando os sistemas produtivos mais sustentáveis.

Dessa forma, o SUÍZOO apresenta-se como uma ferramenta compatível com as práticas modernas de alimentação de suínos, permitindo maior controle sobre a composição das dietas e contribuindo para a eficiência econômica e ambiental da produção.

Considerações Finais

Com o formulador de ração para suínos (SUÍZOO: Formulador de Ração para Suínos) é possível formular rações balanceadas para suínos nas diferentes fases de vida, atendendo suas exigências nutricionais e possibilitando adequações personalizadas.

REFERÊNCIAS

Andretta, I. (2014). *Avaliação do impacto produtivo, econômico e ambiental de um sistema de alimentação de precisão para suínos* (Tese de doutorado). Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. http://repositorio.ufsm.br/handle/1/4369

Brand, H. G. (2018). *Formulação de rações balanceadas para suínos* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Viçosa.

Cruz, F. G. G., & Rufino, J. P. F. (2017). *Formulação e fabricação de rações (aves, suínos e peixes)*. https://ecoemlivros.ufam.edu.br/attachments/article/2/Formulaco_e_Fabrica_o_de_Ra_es_.pdf

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2023). *Central de Inteligência de Aves e Suínos (CIAS)*. https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas-suinos

Formigoni, A. S. (2016). *Energia líquida de dietas submetidas a diferentes processamentos e suplementações enzimáticas para suínos em crescimento* (Tese de doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais. https://hdl.handle.net/1843/BUBD-AH8NYX

Lima, D. D. S. (2023). *Níveis de energia líquida com e sem ajuste nutricional para suínos machos castrados em recria* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Lovato, G. D. (2013). *Ajustes nutricionais para suínos em crescimento e terminação através de uma ferramenta de nutrição de precisão* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Santa Maria. http://repositorio.ufsm.br/handle/1/10825

National Research Council. (2012). *Nutrient requirements of swine* (11th ed.). National Academies Press. https://doi.org/10.17226/13298

Oelke, C. A., & Ries, E. F. (2013). *Tecnologia de rações*. UFSM, Colégio Agrícola de Frederico Westphalen, Rede e-Tec Brasil.

Paula, Y. H. D. (2025). *Estratégias nutricionais para imunomodulação e aproveitamento de nutrientes em suínos: novas abordagens para o uso da nutrição de precisão e β-mananase* (Tese de doutorado). Universidade Federal de Lavras. https://repositorio.ufla.br/handle/1/60379

Pomar, C., & Remus, A. (2019). Precision pig feeding: A breakthrough toward sustainability. *Animal Frontiers, 9*(2), 52–59. https://doi.org/10.1093/af/vfz006

Pomar, C., Pomar, J., Rivest, J., Cloutier, L., & Lovatto, P. A. (2019). Precision feeding can significantly reduce feeding cost and nutrient excretion in growing pigs. *Animal, 13*(3), 598–606. https://doi.org/10.1017/S1751731118001643

Rigueira, D. C. M. (2014). *Planos de nutrição utilizando lactose em dietas para leitões desmamados em diferentes idades* (Tese de doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais. https://hdl.handle.net/1843/BUOS-BBYNR4

Rodrigues, L. H., Ahler, F., Lacerda, P. L., Camargo, L. F. R., & Riehs, L. F. (2014). *Pesquisa operacional: Programação linear passo a passo: Do entendimento do problema à interpretação da solução*. https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4044.6162

Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Arele, A. C., Hannas, M. I., Sakomura, N. K., Perazzo, F. G., Rocha, G. C., Saraiva, A., Abreu, M. L. T., Genova, J. L., & Tavernari, F. C. (2024). *Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais*.