

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

**RELATÓRIO FINAL DE ESTÁGIO CURRICULAR OBRIGATÓRIO DO CURSO DE  
MEDICINA VETERINÁRIA REALIZADO JUNTO A UNIVERSITY OF IDAHO –  
TWIN FALLS RESEARCH AND EXTENSION CENTER**

**Caso de interesse: Utilização do nitrogênio ureico do leite como ferramenta em fazendas de vacas de leite**

**Pedro Archanjo Sampaio**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**RELATÓRIO FINAL DE ESTÁGIO CURRICULAR OBRIGATÓRIO DO CURSO DE  
MEDICINA VETERINÁRIA REALIZADO JUNTO A UNIVERSITY OF IDAHO –  
TWIN FALLS RESEARCH AND EXTENSION CENTER**

**Caso de interesse: Utilização do nitrogênio ureico do leite como ferramenta em fazendas de vacas de leite**

**Pedro Archanjo Sampaio**

**Orientador:** Prof. Dr. Danilo Domingues Millen

**Supervisor:** Profa. Dra. Izabelle Auxiliadora  
Molina de Almeida Teixeira

*Relatório do Estágio Curricular em Prática Veterinária  
apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e  
Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, Unesp, para  
graduação em Medicina Veterinária*

JABOTICABAL – S.P.

2º SEMESTRE DE 2024

S192r Sampaio, Pedro Archanjo

Relatório final de estágio curricular obrigatório do curso de medicina veterinária realizado junto a university of idaho twin falls research and extension center : utilização do nitrogênio ureico do leite como ferramenta em fazendas de vacas de leite / Pedro Archanjo Sampaio. -- Jaboticabal, 2024

57 p.

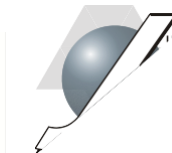
Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Medicina Veterinária) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Danilo Domingues Millen

1. Nitrogênio na nutrição animal. 2. Nutrição animal. 3. Reprodução. 4. Ruminante. 5. Bovinos de leite. I. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus Jaboticabal



**PEDRO ARCHANJO SAMPAIO**

**RELATÓRIO FINAL DE ESTÁGIO CURRICULAR OBRIGATÓRIO DO CURSO DE MEDICINA  
VETERINÁRIA REALIZADO JUNTO A UNIVERSITY OF IDAHO –  
TWIN FALLS RESEARCH AND EXTENSION CENTER**

Utilização do nitrogênio ureico do leite como ferramenta em fazendas de vacas de leite

Relatório de Estágio Curricular em Prática Veterinária apresentado à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, para obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Orientador: Prof. Dr. Danilo Domingues Millen

Área de Concentração: Nutrição de vacas de leite Data da defesa: 27/11/2024  
(X) Aprovado ( ) Reprovado

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** **DANILO DOMINGUES MILLEN**  
Data: 29/11/2024 19:32:33-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Danilo Domingues Millen  
UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** **MAIRA BIANCHI RODRIGUES ALVES**  
Data: 29/11/2024 09:43:58-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Máira Bianchi Rodrigues Alves  
UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** **PEDRO HENRIQUE CAVALCANTE RIBEIRO**  
Data: 29/11/2024 15:27:02-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Me. Pedro Henrique Cavalcante Ribeiro  
UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** **PAOLA CASTRO MORAES**  
Data: 02/12/2024 09:55:29-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Paola Castro Moraes CEGRA

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Seção Técnica de Graduação  
Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n CEP 14884-900 Jaboticabal/SP - Brasil Tel  
(16) 3209 7106 e-mail: [graduacao.fcav@unesp.br](mailto:graduacao.fcav@unesp.br) - [www.fcav.unesp.br](http://www.fcav.unesp.br)

## **AGRADECIMENTOS**

Dedico este trabalho à memória de um de meus pais, pai de minha irmã Olga, Carlos Alberto Cerchi, apelidado Berto. Pessoa fundamental na minha entrada na universidade (UNESP) pelo apoio financeiro e companheirismo em que juntos dividimos ao morarmos na velha casa na Eurípedes barsanulfo 88. Berto faleceu em meu a minha jornada acadêmica, portanto em memória dele, dedico este trabalho.

À Deus por me dar a oportunidade da vida, e a saúde para permanecer de pé mesmo em momentos tão difíceis. Por me fazer entender que somos pequenos demais para entender os planos dele. Por me dar coragem para enfrentar as batalhas que estão sob meu controle; por me dar serenidade para compreender as batalhas que não estão sob meu controle; e sabedoria, para distinguir qual é qual.

Agradeço a todas as tragédias e vivências que me trouxeram a ser quem sou hoje.

Agradeço aos meus pais, Maria de Fátima e Fernando pelo dom da vida e pelo apoio emocional e financeiro.

Agradeço aos meus irmãos, Raul Archanjo Sampaio e Olga Archanjo Cerchi, por existirem, serem sangue do meu sangue e me mostrarem o sentimento de amor e irmandade.

Agradeço também o apoio e carinho de meus avós, Eutimia Costa e Carlos Diniz Sampaio.

Agradeço a Dona Maria, minha mãe em Jaboticabal, pelo carinho e amizade ao longo dos anos de graduação.

Agradeço a todos os meus amigos, em especial a Giovana A. Reis e ao Gustavo O. Silva, bem como todos do grupo BO.

Agradeço a todos os membros e ex-membros da República Alambique, em especial, meu companheiro André Fozati.

Agradeço a todos os professores da instituição Unesp – FCAV, principalmente à Profa. Dra. Izabelle Auxiliadora Molina de Almeida Teixeira por me mostrar os caminhos da nutrição animal e posteriormente me abrigar em sua supervisão para estágio obrigatório; Ao Prof. Dr. Danilo D. Millen pela continuação dos caminhos da nutrição de ruminantes, bem como diferentes oportunidades ao longo da graduação. Agradeço imensamente o carinho, e ensinamentos dos professores doutores Lindsay Gimenes, Máira Alves, Ricardo Reis, Matheus Mioni , Beatriz Macente , Daniela Gomes.

Agradeço ao Pedro H. Cavalcanti pela amizade e por deixar a coorientação no

trabalho de iniciação científica sobre meta-análise tão leve como uma conversa entre amigos.

Agradeço às instituições de fomento à pesquisa FAPESP e CNPq pela manutenção do desenvolvimento técnico e científico desse aluno através de bolsas.

Agradeço à University of Idaho pela oportunidade de aceite no estágio curricular bem como a bolsa ofertada.

Agradeço aos grupos Ruminare, ITlab e Rumenologia por me desenvolverem técnico, pessoal e profissionalmente.

Agradeço a empresa Rehagro – Recursos humanos no agronegócio por todos os treinamentos, visitas, reuniões, encontros, e consultoria realizada sobre pecuária de leite. Em especial, Gustavo Rafael, Afonso Marques, Matheus Balduino, Vitor Barros e Ernane Campos.

Agradeço ao Curtis Johnson pela amizade e hospedagem em Twin Falls, e por amenizar a falta dos amigos e família tão distantes.

Para sempre eterno aluno.

## Sumário

AGRADECIMENTOS .....	4
LISTA DE FIGURAS .....	8
LISTA DE TABELAS .....	12
LISTA DE ABREVIATURAS.....	13
I. RELATÓRIO DE ESTÁGIO CURRICULAR OBRIGATÓRIO EM PRÁTICA VETERINÁRIA .....	14
1. INTRODUÇÃO .....	14
2. DESCRIÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO .....	15
2.1 University of Idaho – Twin Falls Research and Extension Center.....	15
2.2 University of Idaho – Main campus .....	16
3. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS .....	17
A) Participação em eventos .....	18
B) Visitas técnicas.....	21
C) Experimento .....	27
4. DISCUSSÃO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDA.....	32
5. CONCLUSÃO.....	33
II. CASO DE INTERESSE .....	34
1. INTRODUÇÃO .....	34
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	34
2.1 Nitrogênio urêico do leite (NUL) .....	34
2.2 Nutrição proteica .....	34
2.3 Correlação NUL, NUU NUS. ....	36
2.4 NUL e energia. ....	37
2.5 Status metabólico do animal. ....	38
2.6 Fatores não dietéticos .....	38
2.7 NUL e a reprodução .....	41
2.8 Levantamentos realizados no Brasil.....	42
2.9 Relação do NUL com vacas a pasto. ....	43
2.10 NUL como ferramenta para monitorar reprodução.....	45
2.11 Relação NUL e resultados econômicos .....	47
2.3 NUL e o meio ambiente.....	49
III. RELATO DE CASO – Uso do nitrogênio ureico do leite como ferramenta em	

fazendas de vacas de leite .....	51
3. DISCUSSÃO .....	51
4. CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS.....	55

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa da College of Southern Idaho (CSI), localizada na cidade de Twin Falls – ID. **Fonte:** CSI.edu maps. 13
- Figura 2.** Foto Main campus U of I, localizada na cidade de Moscow– ID. **Fonte:** Stateofgreen.com. 14
- Figura 3.** Foto na entrada do campus U of I, localizada na cidade de Moscow– ID. **Fonte:** Arquivo pessoal 14
- Figura 4.** Fazenda ipê - Grupo Borg, localizada na cidade de Castro– PR. **Fonte:** Arquivo Pessoal. 16
- Figura 5.** Professor Richard Pursley da Michigan State University, um dos idealizadores do ciclo da alta fertilidade. **Fonte:** Arquivo Pessoal. 17
- Figura 6.** Foto com um dos posters apresentados no evento. **Fonte:** Arquivo Pessoal. 18
- Figura 7.** Foto com profissionais relacionados à Unesp de Jaboticabal. **Fonte:** Arquivo Pessoal. 19
- Figura 8.** Entrada da Fazenda Siellen Farms. **Fonte:** Arquivo Pessoal. 20
- Figura 9.** Foto da dieta lote alta produção fazenda Siellen farms.. **Fonte:** Arquivo Pessoal. 22
- Figura 10.** Foto em uma estrutura Cross ventilation construída para 6000 animais **Fonte:** Arquivo Pessoal. 24
- Figura 11.** Timeline – Feces analysis. **Fonte:** Arquivo Pessoal. 25
- Figura 12.** Cronograma de coletas **Fonte:** Arquivo Pessoal. 26
- Figura 13.** Dairy facilities Main Campus University of Idaho **Fonte:** Arquivo Pessoal. 27
- Figura 14.** Escritório da Dairy Facilities Main Campus University of Idaho. **Fonte:** Arquivo Pessoal. 27
- Figura 15.** Gráfico NUL em diferentes grupos genéticos.. **Fonte:** Doska et al., 2012  
.  
36
- Figura 16.** Gráfico NUL ao longo do tempo de alimentação. **Fonte:** Spek et al., 2013 ..... 36

- Figura 17.** Gráfico NUL ao longo dos dias em lactação (DEL) e produção de leite. **Fonte:** Johnson and Young,.et al (2003). 37
- Figura 18.** NUL e dias em aberto em rebanhos brasileiros. **Fonte:** Almeida,et al (2021). 41
- Figura 19.** Representação pasto A, Vacas a pasto Sacramento – MG. **Fonte:** Arquivo Pessoal. 41
- Figura 20.** Representação pasto B **Fonte:** Boisaúde.com. 42
- Figura 21.** Gráfico taxa de prenhez e NUP (nitrogênio ureico do plasma). **Fonte:** Chaveiro et al,. (2004). 43

**Figura 22.** Gráfico taxa de prenhez e NUL (nitrogênio uréico do leite). **Fonte:**

Chaveiro et al., (2004). ..... 43

**Figura 23.** Gráfico relação custo alimentar e NUL. **Fonte:** Godden et al., (2001).



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Descrição das atividades realizadas durante o Estágio Supervisionado Obrigatório, com local e a atividade correlata	14
<b>Tabela 2.</b> Ranking 5 maiores fazendas de pecuária de leite brasileiras em 2024.	21
<b>Tabela 3.</b> Alimentos disponíveis na fazenda para a confecção da dieta	22
<b>Tabela 4.</b> Descrição das fazendas parceiras	28
<b>Tabela 5.</b> Alimentos e seus respectivos teores nitrogênio	32
<b>Tabela 6.</b> Correlação NUL e NUS	34
<b>Tabela 7.</b> Representação NUL e atendimentos das exigências energéticas e proteicas.	46
<b>Tabela 8.</b> Representação NUL e atendimentos das exigências energéticas e proteicas.	46
<b>Tabela 9.</b> Representação NUL e atendimentos das exigências energéticas e proteicas.	46

## LISTA DE ABREVIATURAS

ESO: Estágio Supervisionado Obrigatório.

FCAV: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

NUL: Nitrogênio uréico do leite

NUS: Nitrogênio ureico do sangue

NUU: Nitrogênio ureico da urina

NUP: Nitrogênio ureico do plasma

N: Nitrogênio

DEL: Dias em lactação

PB: Proteína Bruta

PNDR: Proteína não degradável no rúmen

PDR: Proteína degradável no rúmen

Mg: Miligramas

CSI : College of southern Idaho

TMR = Total Mixed Ration

PMR = Partial Mixed Ration

AMS = Automated Milking System

mL: Mililitros.

Kg: Quilograma.

# I. RELATÓRIO DE ESTÁGIO CURRICULAR OBRIGATÓRIO EM PRÁTICA VETERINÁRIA

## 1. INTRODUÇÃO

O estágio curricular ao final da graduação em medicina veterinária representa um momento crucial na formação do futuro profissional, trazendo uma série de desafios que vão além da aplicação prática do conhecimento teórico. Durante essa fase, os estudantes enfrentam a pressão de se adaptar rapidamente a ambientes dinâmicos, lidar com situações reais de atendimento e desenvolver habilidades essenciais, como a comunicação efetiva, em muitos casos, em outra língua com fazendeiros e trabalho em equipe. Além disso, a necessidade de integrar conhecimentos técnicos com a realidade do campo e as exigências do mercado coloca os alunos diante de um aprendizado intenso e transformador. Esses desafios são fundamentais para moldar profissionais competentes e preparados para enfrentar as demandas do mercado, tornando essa etapa uma experiência transformadora e enriquecedora na trajetória acadêmica dos futuros veterinários.

O presente relatório refere-se às atividades desenvolvidas pelo discente Pedro Archanjo Sampaio durante o Estágio Curricular Obrigatório em Prática Veterinária para conclusão do curso de Medicina Veterinária pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Unesp – Campus de Jaboticabal, sob orientação da Prof. Dr. Danilo Domingues Millen. O Estágio Supervisionado Obrigatório (ESO) tem o objetivo de aproximar o discente do mercado de trabalho, uma vez que é possível acompanhar profissionais e participar de diversos manejos, casos clínicos, treinamentos, proporcionando grande aprendizado ao aluno. O estágio foi realizado do dia 05 de agosto a 18 de novembro de 2024, perfazendo um total de 620 horas oficialmente contabilizadas. O local de estágio foi junto a University of Idaho -Twin Falls Research and Extension Center, em Twin Falls ID, USA.

## 2. DESCRIÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO

### 2.1 University of Idaho – Twin Falls Research and Extension Center

O Centro de Pesquisa e Extensão de Twin Falls conduz pesquisas e projetos de extensão relacionados à economia agrícola, manejo de resíduos agrícolas, pastagens, ciência das ervas daninhas e desenvolvimento de pesticidas de uso menor.

O centro está localizado no campus da College of Southern Idaho e apoia os programas de extensão da UI e de pesquisa agrícola no sul do Idaho. Relações colaborativas com diversos parceiros resultam em uma vasta gama de programas educacionais inovadores. Os principais programas de pesquisa e extensão são conduzidos nas áreas de agricultura, recursos naturais, juventude, economia e questões ambientais.

Figura 1 – Mapa da College of Southern Idaho (CSI), localizada na cidade de Twin Falls – ID.



Fonte: CSI.edu maps.

## 2.2 University of Idaho – Main campus

A Universidade de Idaho, localizada em Moscow, Idaho, é uma instituição pública com um *campus* que combina beleza natural e arquitetura icônica. O *campus* é conhecido por suas amplas áreas verdes, arborizadas e caminhos que proporcionam um ambiente acolhedor e acessível.

Os edifícios são uma mistura de estilos arquitetônicos, criando uma atmosfera vibrante e inspiradora. Há várias praças e espaços ao ar livre onde os alunos podem se reunir e socializar. O *campus* é ativo em atividades culturais, esportivas e acadêmicas, promovendo uma forte sensação de comunidade.

Moscow, a cidade onde a universidade está situada, é uma comunidade pequena e unida, com cerca de 25.000 habitantes. A cidade oferece diversas opções de lazer, restaurantes e eventos que atraem tanto estudantes quanto residentes. Com uma rica oferta de atividades ao ar livre nas proximidades, como trilhas e parques, a região é ideal para quem aprecia a natureza e a exploração.

Figura 2 – Foto Main *campus* U of I, localizada na cidade de Moscow– ID.



Fonte: Stateofgreen.com.

Figura 3 – Foto na entrada do campus U of I, localizada na cidade de Moscow–ID.



Fonte: Arquivo pessoal

### **3. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS**

Do dia início do estágio ate o presente momento, o aluno se desenvolveu em inúmeras areas, tanto profissionalmente quanto como pessoa. As atividades realizadas pelo o aluno estão descritas na Tabela 1, com a relação do local e as atividades realizadas.

Tabela 1 - Descrição das atividades realizadas durante o Estágio Supervisionado Obrigatório, com local e a atividade correlata.

<b>Descrição das atividades realizadas</b>	
<b>Local</b>	<b>Atividades realizadas</b>
Agroleite – Castro PR	Networking
	Palestras
	Visitas técnicas
SBZ – Cuiabá - MT	Networking
	Palestras
	Disseminação de conhecimento científico
Siellen farms	Visita técnica
	Conferências
	Treinamentos
University of Idaho – Twin falls Research and Extension Center	Coletas a campo
	Visitas técnicas
	Análises laboratoriais
	Experimentação

Fonte: Elaboração do discente/Autoria pessoal, 2024.

### **A) Participação em eventos**

De 06 a 09 de Agosto o aluno teve a oportunidade de estar presente em uma das maiores feiras do segmento leite da América latina, a AGROLEITE 2024 na cidade de Castro-PR. Aqui estão alguns registros:

Figura 4 – Foto Fazenda ipê - Grupo Borg, localizada na cidade de Castro– PR.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 5 – Foto com Professor Richard Pursley da Michigan State University, um dos idealizadores do ciclo da alta fertilidade.



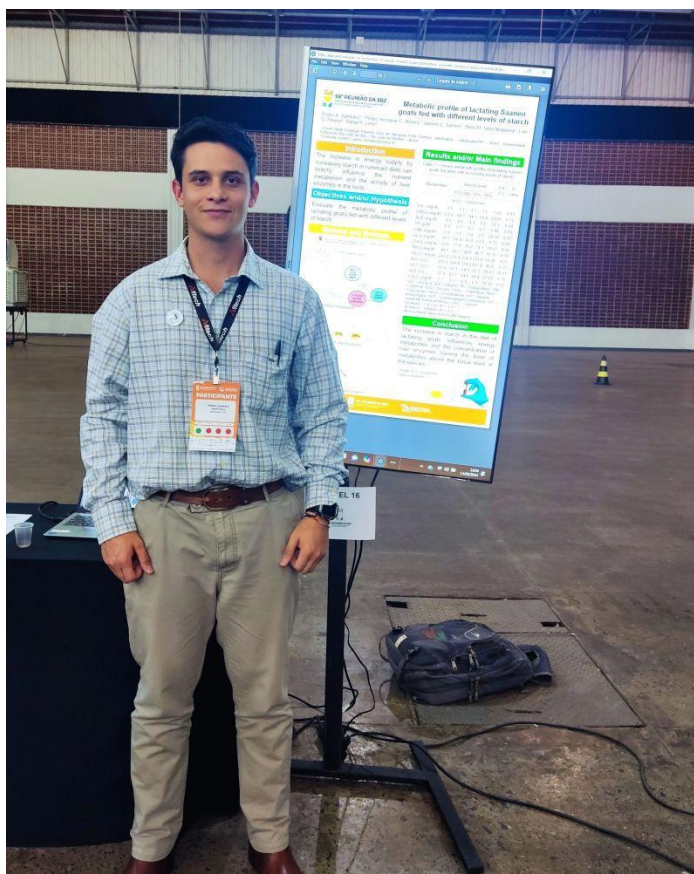
Fonte: Arquivo pessoal

Na semana do dia 12/08/2024 ao dia 16/08/2024 o aluno teve a oportunidade de estar presente na 58ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia em Cuiabá-MT. E teve o prazer de compartilhar conhecimento científico através de dois pôsteres:

Nutrient digestibility in the total tract of lactating Saanen goats with different levels of starch

Metabolic profile of lactating Saanen goats fed with different levels of starch

Figura 6 – Foto com um dos posters apresentados no evento.



Fonte: Arquivo pessoal

Além disso, o discente pode participar do 8º Formuleite e demais workshops do evento, onde teve a oportunidade única de realizar networking com diversos profissionais da área da zootecnia.

Figura 7 – Foto com profissionais relacionados à Unesp de Jaboticabal.



Fonte: Arquivo pessoal

## **B) Visitas técnicas**

### **Fazenda Siellen Farms**

Na parte da manhã do dia 25/08/2024, fomos visitar uma fazenda próxima a Twin Falls -ID, no Country de Jerome-ID. A fazenda dispõe de 10.000 animais em sua maioria da raça holandesa. O guia desta visita foi o aluno de Mestrado da Professora Dra Izabelle chamado Daniel Salas. Daniel também trabalha na Standard Dairy Consultants, a qual atua na fazenda. Além disso, o pai de Daniel também trabalha como colaborador na fazenda, na parte de manejo de hormônios, BST e reprodutivos, Breeding, e vacinas.

Figura 8 – Foto na entrada da Fazenda Siellen Farms.



Fonte: Arquivo pessoal

A fazenda leiteira Siellen Farms é a maior fazenda que já tive a oportunidade de conhecer. Possui 4 vezes mais vacas que a maior fazenda do Brasil (10.000), Fazenda Colorado, segundo o ranking realizado pelo Milkpoint (2024), ambas com gado da raça holandesa. A fazenda conta com mais de 10.000 vacas em lactação, com uma média aproximada de 90 *pounds* de leite por vaca, o equivalente a 40kg leite dia. Totalizando uma produção total diária de leite de 400.000 kg de leite dia.

Por ano a fazenda vende em média 146.400.000 kgs de leite. Esse equivalente de leite é o mesmo volume que as 5 maiores fazendas do Brasil juntas, Fazenda Colorado, Fazenda Melkstad, Fazenda São José, Sekita e a fazenda Santa Rita do grupo Agrindus/Letti. (Tabela 1).

Tabela 2 – Ranking 5 maiores fazendas de pecuária de leite brasileiras em 2024.

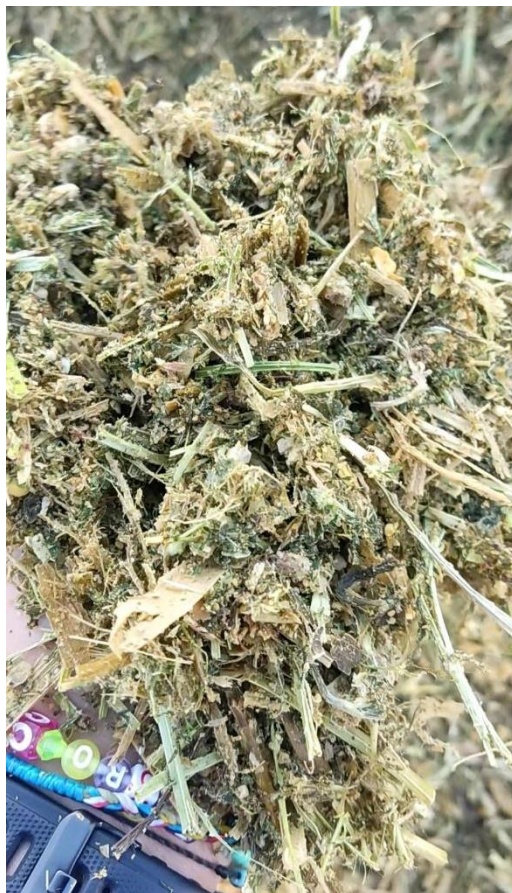
<b>Posição 2024</b>	<b>Fazenda</b>	<b>Produção comercializada em 2023</b>	<b>Produção média 2023 (litros/dia)</b>
1	Fazenda Colorado	35.291.00	96.688
2	Fazenda Melkstad	30.668.995	84.025
3	Fazenda São José	30.474.035	83.491
4	Fazenda Sekita	28.487.479	78.048
5	Fazenda Santa rita (Agrindus)	23.850.195	65.343

Fonte: Elaboração do discente com base nos dados do Milk point 2024.

Ao conversar com Daniel, que já trabalha no setor de leite, o programa de pagamento de leite é feito a cada 100 lb de leite. Por exemplo, o produtor não vende o litro de leite, o produtor vende 100lb por 22 dólares. Esse pagamento passa por um critério de bonificações por sólidos (proteína e gordura) semelhante ao que se encontra em algumas regiões do Brasil.

Dito isso, podemos imaginar que todo o sistema de nutrição trabalha em torno de metas de % de gordura, proteína e gordura. Com a média geral do rebanho variando entre 40 kg de leite, as vacas produzem em torno de 3,2 a 3,5% de proteína, e ao redor de 4,5% de gordura do leite. A dieta exata não tivemos acesso, mas acessamos a cozinha e a planta de armazenamento e montagem das dietas.

Figura 9 – Foto da dieta lote alta produção fazenda siellen famrs.



Fonte: Arquivo pessoal

Os alimentos disponíveis foram:

Tabela 3 – Alimentos disponíveis na fazenda para a confecção da dieta

<b>Forragens</b>	<b>Co-produtos</b>	<b>Grãos e núcleos</b>
Silagem de milho	Caroço de algodão	Milho grão moído fino
Feno de alfafa	Resíduo de beterraba em pellets	Milho grão floculado
Haylage de alfafa	DDG	Núcleo Standard Dairy Consultants
Feno de cultura de inverno	Farelo de canola	Blend com gordura protegida
Feno de tritcale	Farelo de soja	
	Whey (soro de leite)	
	Farinha de sangue	

Fonte: Elaboração do discente/Autoria pessoal, 2024.

A dieta como podemos ver não é engessada, o nutricionista tem plasticidade para trabalhar com os ingredientes e alcançar os requerimentos nutricionais com maior facilidade que um nutricionista com apenas três ingredientes: silagem de milho, farelo de soja e milho moído, comum em alguns cenários do Alto Paranaíba em Minas Gerais. Além disso, ingredientes como farinha de sangue, farelo de canola, alfafa, triticales, e milho floculado não são encontrados facilmente no Brasil e alguns são proibidos. A diversidade desses ingredientes, bem como a característica nutricional de cada um, como por exemplo, a degradabilidade no rúmen, fragilidade da fibra, perfil proteico “by pass” PNDR, e perfil aminoacídico, são características interessantes para formulação de dietas mais eficientes e com alto desempenho.

O manejo alimentar passa por grandes vagões misturadores, acredito que próximo a 36m<sup>3</sup> de capacidade e visualmente a dieta está muito bem misturada. As dietas são fornecidas 2 vezes ao dia, e há colaboradores responsáveis por somente empurrar o trato, basicamente toda hora. Outra característica interessante é a volatilidade com que se alteram as dietas conforme o preço do leite. Há mudança de acordo com o preço do leite, e o preço da dieta, ou seja, RMCA (Receita Menos Custo Alimentar). Tendo um RMCA baixo, há decisão de retirada de ingredientes mais caros, e até mesmo tecnologias como aminoácidos protegidos do rúmen, uso de colina protegida, uso de gorduras bypass, entre outros.

A estrutura da fazenda conta com um galpão do tipo “cross ventilation” com camas *freestall* para cerca de 6.000 vacas (Figura 10), as quais ficam as vacas com menor DEL, pós-parto, e de alta produção. As vacas secas, pré-parto e de menor produção, ficam em um confinamento “open-lot”. O que segundo Daniel é um desafio nos meses mais quentes do ano, estresse térmico por calor, e nos meses mais frios do ano, estresse térmico por frio, pois a neve derrete e misturada com o chão do confinamento se torna lama. Para esse problema, eles usam palha do campo de trigo, para tentar amenizar o problema.

Figura 10 – Foto em uma estrutura Cross ventilation construída para 6.000 animais.



Fonte: Arquivo pessoal

A maioria dos trabalhadores, se não sua totalidade, são mexicanos. A língua pode ser um complicador quando pensamos em treinamentos e alinhamentos. A parte de ordenha é do tipo carrossel para 120 vacas ao mesmo tempo, “rodando” cerca de 7 minutos. A sala de espera é feita para aproximadamente 2.000 vacas, e um portão automatizado guia cada lote para a ordenha. A parte de pré-dipping é feita automatizada por dois braços mecânicos, assim como a parte de pós-dipping. E a secagem e os conjuntos são postos por colaboradores. Através de “ear-tags” as vacas podem ou não ser separadas na saída da ordenha para algum manejo específico. O que é realidade em muitas fazendas brasileiras.

A reprodução é feita em canzins na própria pista de alimentação, as vacas são manejadas lá. Ou para aplicação de somatotropina ou para aplicação de hormônios reprodutivos e inseminação. A fazenda utiliza a tecnologia de *Beef on Dairy*, que consiste na utilização de semên de corte nas vacas que não terão a genética replicada dentro do rebanho. A taxa de prenhez está em torno de 28%, que consiste nas vacas prenhas sobre vacas aptas na fazenda, sendo a taxa de concepção próxima de 52%, que consiste nas vacas prenhas sobre as vacas inseminadas, e a taxa de serviço (calculada) de 54%, que consiste nas vacas inseminadas sobre as vacas aptas. O PEV da fazenda gira em torno de 65 dias,

o que em minha opinião poderia ser alongado pensando em retirar mais leite desses animais, visto que a raça do rebanho proporciona persistência e a reprodução está com um bom resultado. Há uma espécie de van que foi transformada em farmácia e centro de IA (inseminação artificial), no qual roda toda a fazenda.

A parte de retirada de esterco do corredor do free stall é feita através de uma máquina chamada Vacuum, que aspira todo o esterco e o coloca em um tratador de dejetos. Há um separador de sólidos na fazenda, na qual as fibras presentes nas fezes voltam para a cama do freestall após o processo de fermentação e curação do esterco. O mesmo se vê em fazendas brasileiras, mas o uso da parte sólida para a cama ainda é menos frequente. Parte interessante é quanto a relação com os vizinhos. Na entrada da fazenda, havia um pivô com uma plantação de batatas, a qual eu questionei e fui informado que era uma espécie de rotação de cultura entre o pecuarista e um agricultor, para que ele possa não plantar milho toda safra no mesmo lugar.

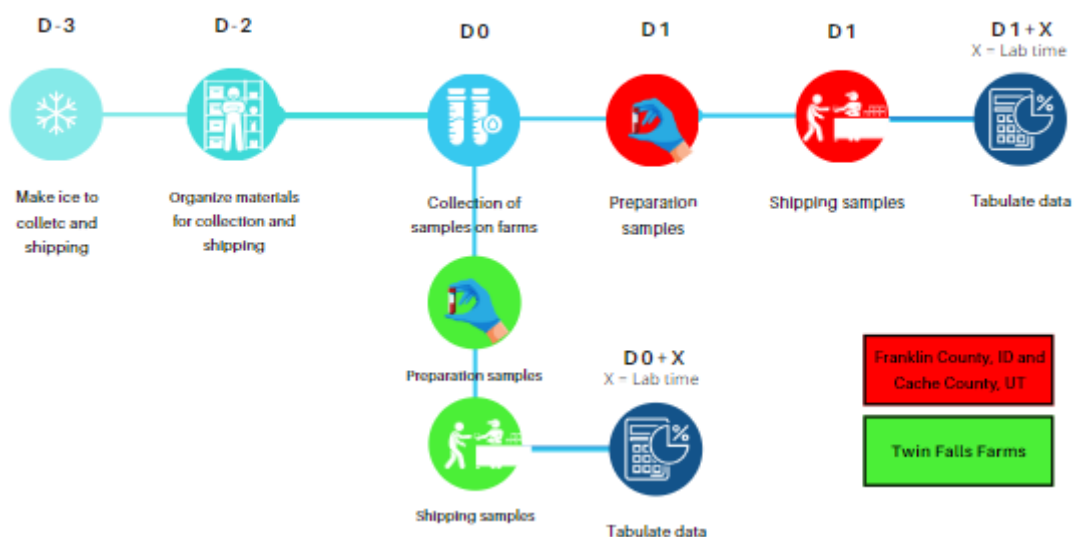
### **A) Experimento**

Ao chegar em Twin Falls, estávamos no início de um novo experimento, no qual iria abordar a relação NUL (Nitrogênio Ureico do Leite) como ferramenta de tomada de decisões em fazendas. Dessa forma, realizamos todos os trabalhos pré implementação do experimento, tal como construção dos SOP's *Standard operating pattern*, ou POP, Procedimento Operacional Padrao, adequação dos calendários, treinamentos, primeiras visitas nas fazendas comerciais, orçamentos e compras.

Quanto aos SOP's, foram criados quatro, diferenciando cada produto da coleta. Fezes, urina, leite e alimentos. Na qual esse documento irá servir como guia e mantenedor da qualidade e acurácia das dietas. A montagem dos SOP's for organizada através de uma ferramenta gerencial utilizada na administração chamada matriz 5W2H, onde também foi criado quadros ilustrativos da timeline para facilitar o entendimento, veja figura 11.

Figura 11 – Timeline – Feces analysis

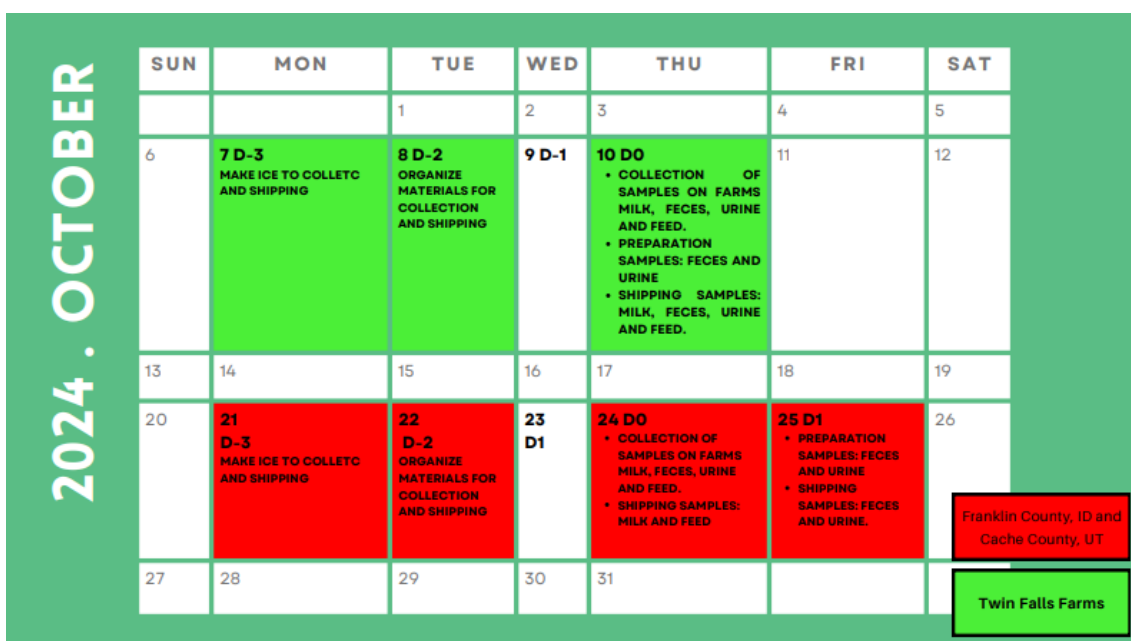
### TIMELINE - FECES ANALYSIS



Fonte: Arquivo pessoal

Juntamente com o os SOP's, elaboramos um cronograma de coletas mensal, no qual posteriormente foi ajustado devido à disponibilidade das fazendas. Este segue abaixo:

Figura 12 – Cronograma de coletas



Fonte: Arquivo pessoal

Outra peça fundamental para o início das coletas foi a realização de uma série de treinamentos, dentre os quais foram:

1. EHS: Laboratory Safety
2. EHS: Fire Extinguisher

3. EHS: Safety Matters
4. EHS: Defensive Driving Course
5. CITI Training
6. UI IACUC training

Além desses cursos teóricos ainda fizemos um treinamento com a equipe da University of Idaho em Moscow, norte do estado no “Main campus” da universidade, do dia 29/09/2024 ao dia 01/10/2024, no qual participamos das coletas que eles estavam fazendo para outro experimento, mas que muito semelhante à nossa. Isso fez com que treinássemos nossa coleta de fezes, urina, lavado traqueal, entre outras técnicas.

Figura 13 – Foto em Dairy facilities Main Campus University of Idaho



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 14 – Foto no escritório da Dairy facilities Main Campus University of Idaho



Fonte: Arquivo pessoal

Além disso, no dia 30/09/2024, além da coleta fomos jantar com o chefe do departamento Robert J Collier, renomado professor e pesquisador, que além de consagrar seu nome na fisiologia da lactação, e fisiologia do estresse térmico, ajudou a desenvolver o BST (somatotropina bovina recombinante). Talvez a frase mais impactante neste estágio obrigatório, tenha sido a frase que ele me disse, após perguntá-lo o que ele falaria para uma pessoa no começo da carreira:

*“Stay hard, have good advisors, and take advantage of it”.*

*Permaneça firme, tenha bons conselheiros e tire vantagem disso.*

Robert J Collier

Ao iniciar as coletas, todas as quatro fazendas dispostas na tabela abaixo foram visitadas antes para coleta de alguns dados e para uma melhor projeção de como seria a coleta e os materiais necessários.

Tabela 4 – Descrição das fazendas parceiras.

Fazenda	Bokma Dairy	Franco Dairy	Double Diamond Dairy	Caine Dairy
Localização	Twin Falls County, ID	Twin Falls County, ID	Franklin County, ID	Cache County, UT
Tipo do estábulo	Lote aberto	Lote aberto	Estábulo com ventilação por túnel, sistema AMS	Estábulo com ventilação por túnel, sistema AMS
Vacas em lactação	2000	750	150	120
Sistema de alimentação	TMR	TMR	PMR + Pellets	PMR + Pellets

Fonte: Adaptado de Munsare project 2024.

TMR = *Total Mixed Ration*, PMR = *Parcial Mixed Ration*, AMS = *Automated Milking System*.

Após a realização da primeira coleta, conseguimos ter uma idéia do que teríamos que comprar para realizar a coleta e análise.

As coletas consistiram em:

1. Coleta de fezes através de palpação retal
2. Coleta de urina através de estimulação da micção
3. Coleta de leite diretamente no tanque
4. Coleta de ingredientes
5. Coleta de TMR = Ração Totalmente Misturada, PMR = Ração parcialmente misturada ou pellets.

#### **4. DISCUSSÃO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDA**

Durante todo o período de estágio na University of Idaho, o discente pôde vivenciar tanto a parte prática quanto a parte teórica da pecuária de leite. A prática teórica foi abordada através de intensas leituras e discussão a respeito do NASEM, bem como mais de 30 artigos de diferentes áreas do conhecimento em vacas de leite. Além dos conteúdos abordados em cada LAB meeting realizado, realizado semanalmente.

O discente também pode exercitar sua parte prática através de visitas técnicas a fazendas esporádicas ou em fazendas recorrentes vinculadas ao experimento realizado.

Além do mais, houve pleno contato com o ambiente científico abordando do planejamento ao decorrer das atividades relacionadas a pesquisa, cumprindo as etapas de: planejamento, compra de materiais, primeiras visitas, levantamento de informações prévias, coletas, análises e discussões.

O aluno também vivenciou de modo menos aprofundado, conhecimentos estatísticos relacionados à estatística básica, modelagem e experimentação.

Talvez o mais proveitoso para o aluno nesse período, não esteja relacionado à parte técnica, pois houve grande avanço do discente na língua inglesa de forma que ao final desse estágio o aluno desempenhava uma boa escrita, fala e escuta da língua, e que era um dos principais alvos do estágio.

## **5. CONCLUSÃO**

Em conclusão, o estágio na University of Idaho proporcionou ao discente uma experiência abrangente e enriquecedora nas áreas teórica e prática da pecuária de leite. A combinação de leituras profundas e discussões acadêmicas sobre o NASEM, aliadas a visitas técnicas a fazendas, permitiu uma compreensão holística do setor. O envolvimento em todas as etapas do processo de pesquisa, desde o planejamento até a análise de dados, ofereceu uma visão valiosa do ambiente científico. Além disso, o desenvolvimento das habilidades na língua inglesa foi um dos aspectos mais significativos do estágio, contribuindo não apenas para a comunicação, mas também para a integração em contextos acadêmicos e profissionais. Essa experiência multifacetada não só ampliou os conhecimentos técnicos do discente, mas também aprimorou suas competências linguísticas, preparando-o para futuros desafios na área.

## **II. CASO DE INTERESSE: Utilização do nitrogênio na pecuária de leite**

### **1. INTRODUÇÃO**

O nitrogênio ureico do leite (NUL) é um importante indicador da saúde metabólica e nutricional das vacas leiteiras, refletindo a eficiência do uso de proteínas na dieta e a qualidade do manejo alimentar. A concentração de NUL no leite está diretamente relacionada à ingestão de proteínas e ao equilíbrio entre a digestão e a absorção de nutrientes, desempenhando um papel crucial na determinação da produtividade e qualidade do leite. Além disso, níveis elevados de NUL podem indicar desequilíbrios na dieta ou problemas de saúde, como distúrbios hepáticos ou metabólicos (ref). Compreender e monitorar os níveis de nitrogênio ureico do leite é essencial para otimizar as práticas de manejo nutricional, promover a saúde dos animais e, conseqüentemente, melhorar a eficiência produtiva nas propriedades leiteiras. Essa temática é cada vez mais relevante, considerando a busca por sistemas de produção sustentáveis e eficientes no setor agropecuário.

### **2. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **2.1 Nitrogênio urêico do leite (NUL)**

O Nitrogênio ureico do leite (NUL) é uma mensuração que pode ser usada para ajustar o teor e o perfil proteico e energia da dieta, com a finalidade de reduzir custos alimentares excessivos com proteína, e diminuir a excreção de nitrogênio e emissões de amônia para o meio ambiente. Para entender o NUL como ferramenta dentro de uma fazenda de leite, devemos ter uma visão holística sobre o metabolismo de nitrogênio em ruminantes, especificamente em vacas leiteiras.

#### **2.2 Nutrição proteica**

Na dieta a proteína estará relacionada à porcentagem de proteína bruta (%PB), na qual corresponde a soma de proteína verdadeira e nitrogênio não proteico, no qual através de um coeficiente de correção 16%, ou seja, 6,25, baseamos o teor de proteína. Essa correção é o teor médio de N dentro das proteínas, conforme mostrado na Tabela 5.

Tabela 5 – Alimentos e seus respectivos teores nitrogênio

Alimento	Teor de Nitrogênio
Farelo de trigo	15,8%
Trigo grão	17,8%
Milho (grão)	16%
Aveia grão	17,2%
Soja	18,1%
Carne	16%
Amendoim	18,3%
Leite	15,8%
Ovo	16%.

Fonte: Metodologia Kjeldahl - Embrapa

O coeficiente de correção 16%, que seria a média do teor de N dentro as proteínas, pode ser observado no esquema abaixo:

Fator de conversão proteína:

$100g \text{ proteína} \square 16g \text{ de Nitrogênio}$

$Xg \text{ proteína} \square 1g \text{ de Nitrogênio}$

Ou seja, teor de PB = 6,25 x Teor de N.

Segundo o NASEM (2021), ainda podemos classificar as proteínas segundo a cinética de desaparecimento de N *in situ*. Sendo:

1. Fração A – Digestível
2. Fração B – Potencialmente digestível;
3. Fração C – Indigestível.

Em ensaios de digestibilidade *in situ*, a fração A é a fração que sai dos sacos na lavagem antes da incubação. E a fração C é a que independente do tempo de incubação permanece nos sacos. A fração B pode ser calculada através da diferença entre a fração A e C. Essa classificação vai implicar na relação de formação e utilização dessas proteínas, como por exemplo teor de PDR (proteína degradável no rúmen), PNDR (proteína não degradável no rúmen) e o escape para o intestino. A proteína degradável no rúmen é de extrema importância, pois juntamente com o grupo de carboidratos no rúmen possibilitam o fenômeno da

fermentação, e seus produtos serão proteína microbiana de altíssima qualidade, ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), além de CO<sub>2</sub> (a depender da rota bioquímica do ácido graxo) e H<sub>2</sub>O.

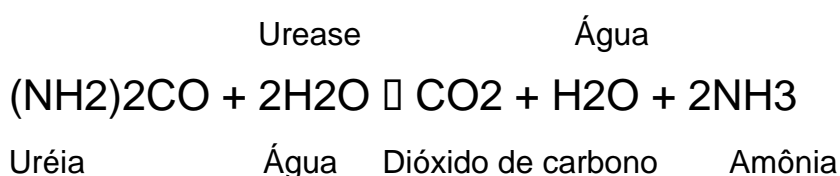
A proteína microbiana, bem como a proteína não degradável no rúmen, e parte de proteína endógena, relacionada ao *turnover* celular, escapam para os intestinos, é conhecida como proteína metabolizável.

As proporções de cada tipo de proteína pode variar por inúmeros fatores, e dentre eles está a taxa de passagem, que pode inclusive alterar a proporção de PDR e PNDR realizada da dieta. Parte da PDR, a depender da taxa de passagem, pode passar para os intestinos, onde pode ser absorvida como amônio, ou então será aproveitada no ceco, para a fermentação. No entanto, nem a proteína, nem os AGCC serão aproveitados pelo animal, sendo somente computado na proteína fecal. A proteína degradável no rúmen, especificamente, tem forte correlação com os níveis de amônia e amônio no rúmen. A proporção de amônia e amônio no rúmen varia de acordo com o pH ruminal, e o escape de amônia é por difusão, o que deixa esse processo facilitado, contribuindo para o NUL. O escape dessa amônia para ambiente fora do rúmen, ocorre pela veia porta, onde alcançando o fígado, passará por processos de conversão para uréia, onde irá contribuir para o nitrogênio ureico do sangue (NUS) e posteriormente para o nitrogênio do leite (NUL).

### 2.3 Correlação NUL, NUU NUS.

A amônia em excesso ou livre no rúmen passa pelas papilas e alcança a circulação. Na circulação essa amônia é conduzida pela veia porta até chegar ao fígado onde é metabolizada em ureia, pois a amônia é tóxica para os tecidos. A ureia transformada no fígado então alcança novamente a circulação onde terá diferentes destinos.

A ureia no sangue ou NUS compõe a ureia presente na saliva, a qual volta para o rúmen na intenção de manter o fornecimento de N para os microrganismos, e também alcança o rúmen através dos vasos presentes na parede ruminal. Ao chegar no rúmen, a ureia se transforma novamente em amônia através de enzimas ureases. Veja o processo representado abaixo:



Outro caminho para a ureia no sangue é nos rins, os quais são responsáveis pela excreção de uréia por meio da urina (NUU). Também, a ureia presente no sangue pode alcançar a glândula mamária e compor o NUL. Diversos estudos relacionam o NUS com o NUL, com uma alta correlação, pois a ureia no corpo permanece em equilíbrio entre os fluidos corporais, como sangue, urina e leite, como mostra na tabela abaixo:

Tabela 6 – Correlação NUL e NUS.

<b>Autor</b>	<b>Coefficiente de correlação (r) entre x e y</b>
Erbersdobler et al. (1980)	0,97
Oltner et al. (1985)	0,91
DePeters and Ferguson (1992)	0,88
Harris (1995)	0,83 - 0,98
Hutjens and Barmore (1995)	0,83-0,98
Lefebvre (1996)	0,83-0,98
Broderick and Clayton (1997)	0,95

Fonte: Adaptado de Munyaneza et al., (2017).

#### **2.4 NUL e energia.**

A porção energética da dieta, referente a carboidratos, estruturais ou não, tem relevante contribuição quando falamos sobre o NUL. Quando há a falta de carboidratos para os microrganismos utilizarem o N disponível, a fermentação é diminuída e com isso há excesso de um N saindo do rúmen.

Ainda sim, quando há excesso de carboidratos, principalmente de alta fermentabilidade, há um pico na produção de ácidos graxos e queda do pH ruminal. Com a queda no pH ruminal, a população de microrganismos fermentadores é injuriada, podendo ocasionar prejuízos na fermentação. Com isso, o N que não será utilizado sairá do rúmen para compor o N em forma de ureia dos fluidos em tecidos. Ademais, a queda do pH irá afetar a proporção de amônia/amônio no rúmen, contribuindo para uma maior ou menor saída do ambiente ruminal.

Visto isso, o sincronismo de proteínas e carboidratos de degradabilidade semelhantes é interessante do ponto de vista de fermentação e eficiência na utilização de N.

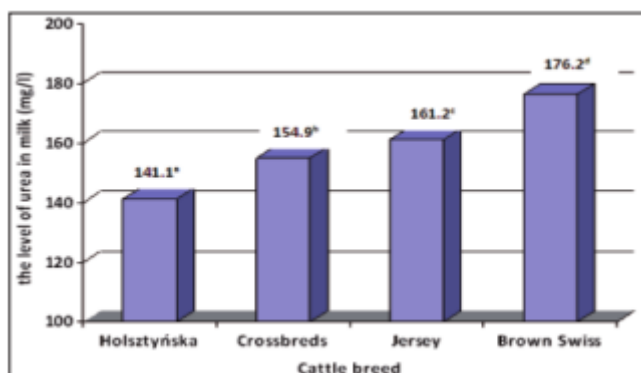
## 2.5 Status metabólico do animal.

A mobilização de tecido muscular é uma realidade enfrentada pelas vacas no período pós-parto. A literatura se aprofundou muito na mobilização de tecidos gordurosos e os impactos disso no período de transição. No entanto, antes de mobilizar gordura, as vacas mobilizam tecido muscular. Segundo estudos dirigidos pela Dr. Jacquelyn Boerman na Purdue University, onde há utilização de ultrassonografia para mapear os tecidos (gordurosos), a mobilização do tecido muscular, especificamente aminoácidos neoglicogênicos, foi usada pelo animal para a obtenção de energia. O uso de aminoácidos glicogênicos, passa pelos processos de desaminação, o que pode contribuir com o NUL. A metabolização do tecido muscular passa pela quantidade de tecido muscular que a vaca apresenta, o *status* energético que o animal se encontra e a dieta e o manejo alimentar da fazenda. Sabe-se que há um limite biológico de metabolização, mas está relacionado com prejuízo com produção de leite, produção de proteína do leite, e reprodução. Ainda assim, o tecido que apresenta maior metabolização e impacto em saúde, produção, reprodução e longevidade das vacas na fazenda é o tecido gorduroso.

## 2.6 Fatores não dietéticos

Além dos fatores dietéticos, também podemos relacionar fatores não dietéticos ao NUL. Alguns trabalhos relacionam o peso do animal com o NUL, e no geral, a concentração de N nos tecidos. Vacas mais pesadas tendem a ter um NUL mais baixo. Outro fator relacionado com o NUL é a raça do animal, podendo ser exemplificada pelo gráfico abaixo do trabalho de Doska et al. 2012.

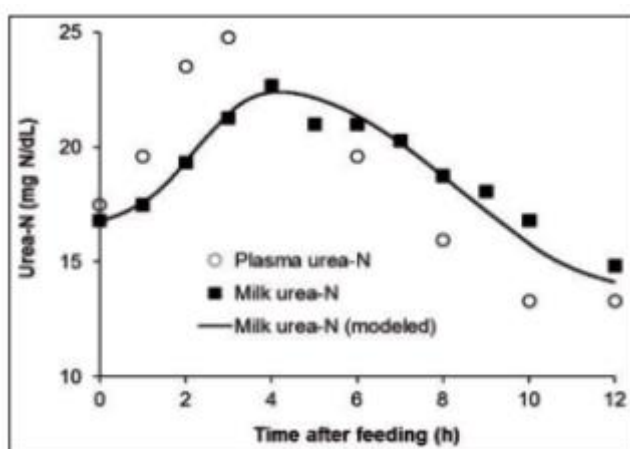
Figura 15 – Gráfico NUL em diferentes grupos genéticos.



Fonte: NUL vs Raça de gado Doska, et al (2012)

Diretamente relacionado à nutrição, o manejo alimentar é um grande pilar de extrema importância e também está vinculado com o NUL e a eficiência de utilização do N. Trabalhos apontam que a frequência de trato na fazenda pode aumentar o NUL dos animais, podendo ser por uma ingestão e maior aporte de N no rúmen. Shadi et al 1998. A curva de MUN relacionado com alimentação está demonstrado na imagem abaixo:

Figura 16 – Gráfico NUL ao longo do tempo de alimentação.

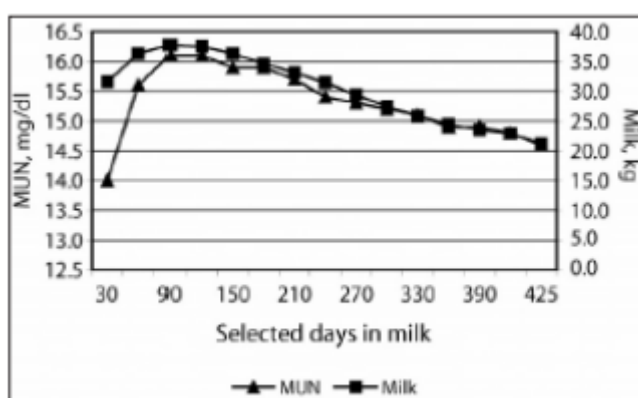


Fonte: NUL vs horário de alimentação Spek,.et al (2013)

Assim como o manejo alimentar, o número de ordenhas também contribui para o aumento do NUL. Talvez como um dreno do N do sangue para o leite.

Muitos trabalhos encontram correlação direta do aumento do NUL com o aumento da produção de leite. Isso se deve porque grande parte do NUL pode ser explicado por N disponível para a fermentação e produção de AGCC que vão compor os sólidos do leite. E especificamente o propionato pode ser utilizado na síntese de glicose pelo fígado e de lactose na glândula mamária, puxando o volume de leite por osmose. Ou seja, quando se aumentou proteína degradável no rúmen, pode ter suprido um possível desbalanço e aumentado a eficiência no processo fermentativo, aumentando a produção de leite. Isso pode não ser verdade quando observamos trabalhos onde há um excesso de proteína degradável em uma dieta balanceada ou falta de energia demonstrado por outros trabalhos onde houve um aumento da produção de leite e uma diminuição do NUL, trazendo à tona a importância do sincronismo proteína/energia no rúmen. Em um contexto geral, a curva de lactação e o NUL ao longo da lactação, seguem uma tendência semelhante, veja a figura 17.

Figura 17 – Gráfico NUL ao longo dos dias em lactação (DEL) e a produção de leite.



Fonte: NUL vs DEL e a produção de leite Johnson and Young, et al (2003)

O NUL é baixo no primeiro mês de lactação, e aumenta significativamente por dois meses, onde posteriormente cai ao longo da lactação. Isso se relaciona ao tipo da dieta, ao status energético e ao consumo de MS do animal nesse período.

A estação do ano, mais especificamente o verão, a época mais quente do

ano, contribui para mudanças nos NUL, e a razão é o estresse térmico por calor. Vacas recebendo a mesma dieta têm variações de NUL ao longo do ano, principalmente quando há alteração do THI, tendo as vacas saindo da zona termo-neutras.

Outros fatores dietéticos que podem ser acrescentados nessa análise holística sobre o NUL são a categoria animal trabalhada, onde primíparas têm um menor valor de NUL comparado às múltíparas. O consumo de água também afeta o NUL e está diretamente relacionado à taxa de depuração no rim e taxa de filtração no rim. Quanto maior o consumo de água, tende a ter maior filtração pelos rins e excreção de uréia do sangue. Diminuindo assim, a relação do de N dos fluidos como um todo, assim diminuindo o NUL.

## **2.7 NUL e a reprodução**

Diversos estudos correlacionam o NUL com o desempenho reprodutivo do rebanho, o que também impacta significativamente a parte econômica da fazenda. Autores correlacionam o aumento do MUN com baixo risco de prenhez, ou seja, prejuízos na taxa de concepção. Com a redução da taxa de concepção, reduzimos a taxa de prenhez e aumentamos o período de lactação do rebanho. Com um maior período de lactação, aumentamos o DEL médio do rebanho, fazendo com que a média das vacas esteja longe do pico de produção e assim produzindo menos leite.

Rajala-Schultz et al mapeou 24 rebanhos na região de Ohio, associando o NUL com a fertilidade do rebanho. Rajala-Schultz pontuou que vacas com valores de MUN abaixo de 10 eram 2,4 vezes mais prováveis de estarem confirmadas prenhez que vacas com Mun em 10 a 12,7mg/dl estando 1,4 vezes mais prováveis de estarem prenhas que vacas com valores MUN acima de 15,4 mg/dl.

Rajala-Schultz et al discute a causa desse aumento no NUL afetando negativamente a reprodução, por contribuir para uma redução do pH uterino relatado por Elrod and Butler (1993) e Elrod et al (1993).

Inicialmente ao ler essa informação o que vem a nossa mente é que o NUL em si não é o causador da infertilidade, mas sim talvez um excesso de carboidratos não fibrosos da dieta, que propiciam o aumento no NUL, e que também causam a SARA. Essa acidose relacionada ao pH do rúmen,

modificaria o pH do sangue, contribuindo com um quadro de acidez geral no organismo, inclusive no tecido uterino. A SARA e o excesso de carboidratos na dieta já foi descrito por Cosentini et al 2023 como fator de depressão da reprodução em vacas leiteiras, contribuindo para aumento de SARA, aumento de insulina, queda na qualidade oocitária, variação no consumo de MS, queda na função imune, e queda no status de saúde.

No entanto, ao debruçarmos na literatura relacionada, encontramos trabalhos como o de Rhoads et al 2004, no qual testa o efeito infusão de ureia no pH do útero de vacas de leite. Neste trabalho o autor encontra o NUL como ator principal na queda do pH uterino. O aumento de NUL no ambiente uterino, principalmente na fase luteal afeta uma a enzima esteroide dependente contribuindo para uma alteração na atividade da enzima CA (carbonic anhydrase) na qual é responsável pelo balanço de íons  $H^+$  e  $-HCO_3$  representado pelo esquema abaixo:

Equação estequiométrica íons  $H^+$  e  $-HCO_3$ :



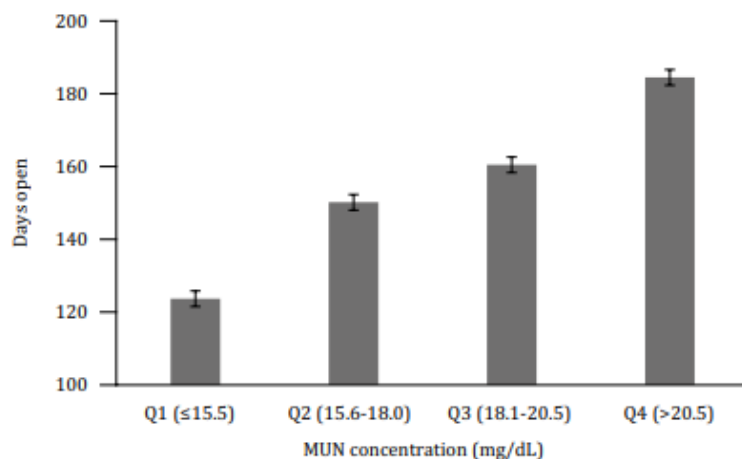
Isso implica de forma significativo o ambiente de acomodação para tanto o oócito quanto para o embrião, pois o pH reflete em uma mudança da atividade secretória do útero. Isso pode criar um ambiente hostil tanto para o oócito quanto para o embrião, resultando, desenvolvimento precoce e comprometendo a viabilidade do embrião. Ocon and Hansen (2003) relataram que quando cultivados *in vitro* em pH abaixo de 7,0, embriões apresentam queda nas taxas de clivagem e blastocisto.

## 2.8 Levantamentos realizados no Brasil

Dois artigos foram elencados para a discussão do NUL no Brasil. O primeiro Doska et al 2012, traz um levantamento através de fazendas da região do Paraná. Já o segundo artigo, relaciona o NUL com dados de reprodução (dias em aberto) também em fazendas no Sul.

Veja a diferença do quartil 1 (<15.5) para o quartil 4 (<20.5) na figura 18. As vacas com maiores valores de NUL demoraram mais para estar prenhas desde o parto. Isso pode ser por motivos que já discutidos (ambiente uterino, uréia e embrião) mas também pode estar relacionado com o sincronismo de energia e proteína desses animais. Por isso, em estudos associativos, podemos tanto encontrar efeitos do NUL, como também não encontrar.

Figura 18 – NUL e dias em aberto em rebanhos brasileiros.



Fonte: NUL e dias em aberto em rebanhos brasileiros Almeida, et al (2021)

### 2.9 Relação do NUL com vacas a pasto.

Há tempos temos ouvido que necessariamente vacas a pasto tem um NUL altíssimo e que isso é irreversível e não afeta a reprodução. Ao falar “vaca a pasto”, teremos inúmeras situações, tal qual a figura 19 e a figura 20, veja abaixo:

Figura 19 – Representação pasto A, Vacas a pasto Sacramento - MG.



Fonte: Imagem autoral.

Figura 20 – Representação pasto B capim nas secas

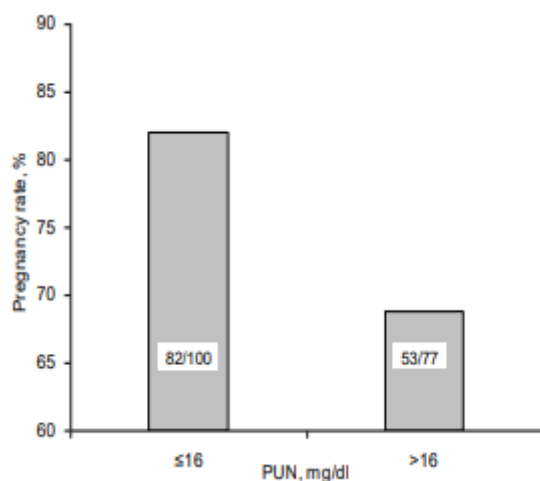


Fonte: [www.boisaúde.com](http://www.boisaúde.com)

O pasto em vacas em sistemas de pastejo é como um ingrediente como outro qualquer. Tendo ele como ingrediente, podemos observar suas flutuações na composição química, visto as mudanças climáticas e os efeitos meteorológicos que acontecem. Melhor que analisar o pasto para eficiência de uso de N, é analisar a dieta como um todo. As estratégias de suplementação podem afetar o desempenho dos animais, bem como a utilização do N. Por exemplo, para obtenção de um mesmo resultado produtivo, as estratégias de suplementação serão diferentes para o pasto A e para o pasto B. Ademais, o resultado de NUL desses dois cenários podem ser completamente diferentes, onde esperaríamos um resultado alto no pasto A e um resultado mais baixo no pasto B, devido a disponibilidade de PDR no capim.

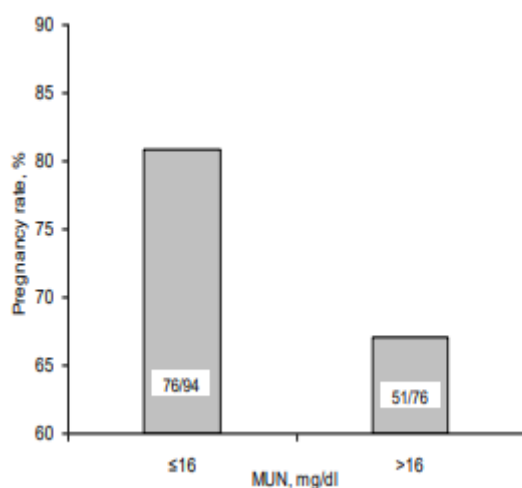
No trabalho de Chaveito et al (2004), as vacas foram dispostas em uma mesma situação, com pasto e lanche de silagem *ad libitum*. Neste estudo foi medido NUL e Ureia no sangue correlacionando-se com reprodução.

Figura 21 – Gráfico taxa de prenhez e NUP (nitrogênio ureico do plasma)



Fonte: Chaveiro et al., (2004)

Figura 22 – Gráfico taxa de prenhez e NUL (nitrogênio ureico do leite)



Fonte: Chaveiro et al., (2004)

Com os achados de Chaveiro et al., (2004), podemos afirmar que a reprodução de vacas a pasto pode ser afetada da mesma forma que vacas confinadas, veja as figuras 21 e 22. São inúmeros os fatores que afetam a reprodução das vacas, estresse térmico, utilização de glicose, *leak gut*, sanidade, entre outros... E por isso se torna tão difícil conhecer e isolar todos os fatores que a afetam. O NUL não deve ser utilizado como muleta para compensar informações não acessadas, procuradas, entendidas ou medidas. Ainda nos dias de hoje não sabemos qual o peso do nitrogênio ureico na reprodução, ou se o nitrogênio ureico é o causador ou a consequência.

## 2.10 NUL como ferramenta para monitorar reprodução

Acerca do que foi discutido, sabemos que o NUL pode afetar a reprodução de vacas leiteiras. No entanto, a dúvida que surge é se podemos utilizar o NUL como ferramenta para diagnóstico da reprodução em propriedade leiteiras.

Para que possamos discutir essa relação, trago alguns cenários, onde as vacas carinhosamente denominadas Charmosa, Tulipa e Puranga, passam por diferentes cenários dietéticos, onde esperamos diferentes respostas no NUL e em seu desempenho reprodutivo. Veja as tabelas 7, 8 e 9 abaixo.

Tabela 7– Representação NUL e atendimentos das exigências energéticas e proteicas.

<b>Animal/ Vaca</b>	<b>Proteína</b>	<b>Energia</b>	<b>NUL</b>
Charmosa	ALTA	ALTA	14 mg/dl
Tulipa	MÉDIA	MÉDIA	14 mg/dl
Puranga	BAIXA	BAIXA	14 mg/dl

Fonte: Autoral.

Tabela 8– Representação NUL e atendimentos das exigências energéticas e proteicas.

<b>Animal/ Vaca</b>	<b>Proteína</b>	<b>Energia</b>	<b>NUL</b>
Charmosa	MÉDIA	BAIXA	18,2 a 21,2 mg/dl
Tulipa	ALTA	BAIXA	18,2 a 21,2 mg/dl
Puranga	ALTA	MÉDIA	18,2 a 21,2 mg/dl

Fonte: Autoral.

Tabela 9 – Representação NUL e atendimentos das exigências energéticas e proteicas.

<b>Animal/ Vaca</b>	<b>Proteína</b>	<b>Energia</b>	<b>NUL</b>
Charmosa	MÉDIA	ALTA	11,2 mg/dl
Tulipa	BAIXA	MÉDIA	11,2 mg/dl

Fonte: Autoral.

O NUL por si só não diz se as exigências de energia e proteína estão atendidas. No caso da primeira tabela 7, todas as três vacas têm o mesmo NUL de 14mg/dl, que é considerável bom em relação a eficiência de nitrogênio, e de acordo com o que vários trabalhos apontam não afetar a reprodução. No entanto, a vaca nomeada Puranga, com baixo aporte de proteína e energia, possivelmente não vai conseguir atender suas exigências para lactação, crescimento, ganho, imunidade e reprodução, e com isso, não se espera o mesmo resultado das vacas Charmosa e Tulipa. O aporte de energia líquida e

proteína metabolizável é crucial para que o animal cumpra todas as suas exigências nutricionais, dentre elas a reprodução. Vaca em um estado de má nutrição não emprenha igualmente uma vaca bem nutrida.

Nesse trabalho, Godden (2001) há uma discussão envolta do trabalho de Oltner e Wiktorsson 1983, onde podemos observar o conceito sincronismo de energia e proteína como argumento contrário ao uso do NUL como ferramenta para avaliação de reprodução. No exemplo acima, podemos observar vacas com o mesmo NUL, mas com status nutricional totalmente diferentes, e com excesso ou falta de proteína ou energia e que sem sombra de dúvidas vão impactar a produção e reprodução. O NUL deve sim ser usado como ferramenta, mas para o foco na utilização do nitrogênio: para custo e meio ambiente.

O nitrogênio ureico do sangue afetou o pH uterino no trabalho de Rhoads (2004); afetou também o desenvolvimento do embrião em De Wit (2001). Diversos estudos associativos mostram o NUL como fator depressor de fertilidade em vacas de leite nos EUA, Brasil, Israel, Portugal e diversos lugares do mundo. (Almeida et al 2021, Hojman et al 2004, Rajala-Schultz et al 2001, Chaveiro et al 2011). No entanto, em estudos associativos, sem saber como essas vacas são e como estão, principalmente consumo de MS e formulação da dieta, manejo no pós-parto, manejo do estresse por calor, e bem-estar. É muito difícil individualizar o efeito do nitrogênio uréico.

O NUL é um fator multifacetado com diversas variáveis, e por isso é difícil individualizar como fator causal da depressão do desempenho reprodutivo. O NUL, utilizando de uma analogia, é a ponta de um Iceberg, é o que conseguimos enxergar na vaca, no entanto, há diversos fatores que não conseguimos enxergar que está acontecendo na vaca.

## **2.11 Relação NUL e resultados econômicos**

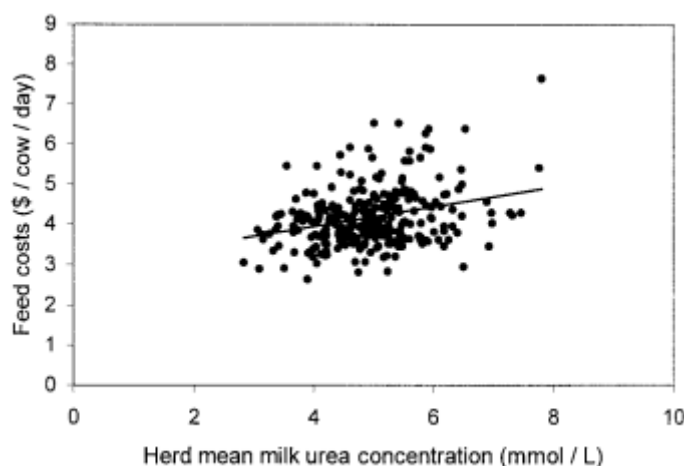
Na maioria dos casos, o foco da fazenda que trabalha com vacas de leite é obtenção de renda e geração de patrimônio (não digo a maioria, pois temos fazendas experimentais onde o foco é a geração de conhecimento ou treinamento de mão de obra). Visto isso, o nutricionista de um rebanho de vacas de leite deve formular e monitorar o manejo alimentar para o limiar entre o máximo desempenho produtivo e menor custo possível (com qualidade de ingredientes), dentro das condições permissíveis. Ainda, pensando nos impactos

em sanidade, reprodução, longevidade, entre outros fatores.

Visto isso, um indicador muito utilizado para encontrar uma relação ótima em produtividade e custo alimentar é o RMCA (Receita Menos Custo Alimentar). Alguns softwares de formulações já imputam alguns desses fatores, como o RLM (Ração Lucro Máximo). Basicamente, o foco é atingir a maior margem, não importa, considerando somente fatores econômicos, e não financeiros, se o custo alimentar é baixo e a produtividade é média ou se o custo alimentar é médio e a produtividade é alta, a margem será a mesma. Logicamente, a decisão entre os dois cenários deve ser baseada em outros fatores, como, estoque de alimentos, fluxo de caixa da propriedade (dieta com custo alimentar alto, precisa de um aporte alto inicial, a fazenda terá caixa?).

Alguns trabalhos na literatura trazem o NUL como fator correlacionado ao custo da dieta e até mesmo ao desempenho econômico da atividade. No trabalho de Godden (2001), houve uma correlação positiva entre o NUL e o custo da dieta, de forma geral, quando ao custo alimentar aumentava o NUL das vacas também aumentava, veja pela linha preta no gráfico abaixo:

Figura 23– Gráfico relação custo alimentar e NUL



Fonte: Godden et al., (2001).

Neste mesmo gráfico, o que chama a atenção é a distribuição dos dados. A linha preta nos mostra a tendência dessa relação, mas, observe o quanto são dispersos os dados. Temos dietas com alto custo e baixo NUL, podemos observar também dietas com baixo custo e alto NUL. Teríamos que observar cada dieta individualmente, mas podemos inferir que essa relação varia de acordo com o que é adicionado na dieta, a quantidade e o custo. Por exemplo,

no cenário A podemos atender a exigências de aminoácidos essenciais e proteína metabolizável de diferentes maneiras (hipoteticamente isolando fatores energéticos). Posso maximizar a fermentação ruminal, produzindo mais proteína microbiana e entregando mais PDR para que isso aconteça, juntamente com uma PNDR selecionada com diferentes alimentos proteicos com diferentes perfis aminoacídicos. Ou então, no cenário B posso diminuir o incremento de PDR, e entregar mais PNDR, e além disso, fechar a exigência de AA através de aminoácidos protegidos. No cenário A, a dieta tende a ser mais barata, principalmente pois alimentos com alta PDR, como a uréia, são baratos. No entanto, esse excesso de PDR, pode aumentar o NUL, e esse NUL estar alto mesmo com uma dieta barata. No cenário B, há abundância de ingredientes com perfil alto em PNDR, e AA protegidos, em que na maioria dos casos, são caros e vão elevar o custo da dieta. No entanto, essa forma de entregar AA, peptídeos é através de absorção e digestão intestinal, reduzindo PDR e o nitrogênio em excesso no rúmen, ou seja, dieta cara e com NUL baixo. Esse trabalho não encontrou relação entre o NUL e a margem da atividade, provavelmente por isso.

### **2.3 NUL e o meio ambiente**

Há grande interesse mútuo em se produzir alimentos com um impacto ambiental cada vez mais baixo. Parte desse impacto ambiental é inevitavelmente gerado na produção de leite, onde as vacas cumprem o papel de utilizar materiais, na grande maioria das vezes, coprodutos de outras indústrias para produzir alimentos nutricionalmente riquíssimos para uma população crescente. O foco das pesquisas e da indústria têm sido os GEE (gases de efeito estufa), principalmente o metano. No entanto, derivados do N (nitrogênio), como o óxido nitroso, amônia e outros componentes, impactam diretamente o ecossistema da região, bem como a parte social próxima da leiteria.

Segundo NASEM 2021, o principal fator de perda de N é o próprio consumo de N. Ou seja, voltar a formulação da dieta para vacas de leite para a precisão, é o caminho para a sustentabilidade. A excreção de N na urina é melhor estimada através dos parâmetros de PB da dieta e nível de N ureico do leite, tendo as perdas de N das fezes totais (urina mais fezes) podendo ocorrer pelos seguintes processos: volatilização, lixiviação, escoamento superficial, e emissão de N. No entanto o N da urina comparado às fezes tem perdas maiores por volatilização em amônia e lixiviação. E essa volatilização por amônia na cadeia do leite, além de contribuir para a toxicidade nos animais (de acordo com a instalação) como

problemas respiratórios, em humanos e animais, cumpre um papel social importante na indústria de leite. Cidades próximas às fazendas, sofrem com a emissão de amônia, que por muitas vezes não causam alguma toxicidade aos cidadãos, mas sim formam inferências a respeito da pecuária leiteira com o meio ambiente. O retrato disso é cidadão da cidade que ao passar e sentir o cheiro de amônia logo pensa que esse cheiro está associado à poluição. Isso é comum quando se tem bacias leiteiras muito grandes próximas a centros urbanos, como é o caso do Magic Valley em Idaho, USA.

Alguns trabalhos como o de Bougouin et al (2016) apontam que os principais fatores contribuintes para a emissão de amônia são: o tipo do sistema de alojamento, estação do ano, composição da dieta, e produção de leite. Outros estudos tentam correlacionar NUL com UUN, para prever a emissão de amônia. No entanto, essa equação não é sempre acurada, pois alguns minerais da dieta podem alterar a ingestão de água pelo animal, tal como sódio e K potássio. O aumento da ingestão de água, muda o volume urinário produzido e com isso a concentração de N na urina. Apesar disso, sabendo dessa limitação, podemos correlacionar NUL e UNN, assim como o trabalho de Powell et al (2014), onde os autores calcularam que a cada 1mg/dl da diminuição do NUL associou-se uma redução de 7 a 12% nas emissões de amônia.

O óxido nitroso por sua vez passa por diferentes processos para ser formado. Tais quais: hidrólise e mineralização de N organicamente ligado em amônio, nitrificação em nitrito ( $\text{NO}_2$ ), e  $\text{NO}_3$  no ambiente aeróbio, seguido da redução anaeróbia a N elementar, com a produção intermediária de  $\text{N}_2\text{O}$  e óxido nítrico ( $\text{NO}$ ) através da nitrificação. Fatores que contribuem para que isso aconteça são: Temperatura, teor de umidade, disponibilidade de carbono orgânico facilmente degradável (cama compost) e o estado de oxidação do ambiente. E além disso, a liberação de  $\text{N}_2\text{O}$  da urina no ambiente solo, depende de tipo do solo, umidade do solo, e temperatura do solo.

No entanto, a relação amônia e  $\text{N}_2\text{O}$  do estrume é complexa. Se há ações para a mitigação das emissões de amônia, esse N pode contribuir para a formação de óxido nitroso e vice-versa. A mesma relação é vista em algumas ações voltadas à mitigação de metano, por exemplo, a redução da PB da dieta pode aumentar a fibra pode aumentar a produção de  $\text{CH}_4$  metano, mas vai reduzir a emissão de  $\text{N}_2\text{O}$ . Por tanto, é preciso ter uma visão integrada ao avaliar essas ações.

### **III. RELATO DE CASO – Uso do nitrogênio ureico do leite como ferramenta em fazendas de vacas de leite**

Na pecuária moderna devemos fazer uso de uma série de ferramentas na tentativa de produzir mais alimento, tendo menos impacto negativo ambiental, melhor impacto social e impacto econômico positivo, sempre atrelado aos princípios do Bem-estar animal.

Visto isso, o desenvolvimento de tecnologias que permitam os produtores acesso a informações, o entendimento da mesma e a tomada de decisões é crucial. Vivemos em uma pecuária que a cada dia vem se tornando mais precisa, e principalmente do ponto nutricional, onde está relacionada a maior parte das “dores” de uma fazenda de leite, custo, parte ambiental, conforto animal, etc.

Passo a passo a nutrição de ruminantes de uma forma geral tem se tornando mais precisa. A comparação com a nutrição de animais monogástricos não é justa, pois não há um rúmen na moela de uma galinha para usar o farelo de soja e talvez modificar o perfil de aminoácidos. No entanto, a pecuária de leite vem trazendo avanços e tornando tão precisa quanto a avicultura. Atualmente, possuímos ferramentas estatísticas que modulam o comportamento dos nutrientes no rúmen através de modelos mecanísticos com uma série de fatores integrados. Há muito o que melhorar, mas o avanço que vem sendo feito é exponencial.

Diante da demanda por ferramentas que permitam a tomada de decisão, o NUL vem sendo utilizado para direcionarmos os olhares para a nutrição proteica de vacas de leite, onde o uso dessa análise pode ou não ser usada na tomada de decisão.

### **3. DISCUSSÃO**

Na busca de uma pecuária mais eficiente, a utilização do NUL tem efeitos positivos, mas depende do que estamos analisando e em qual segmento da cadeia do leite essa ferramenta está sendo aplicada.

O NUL como ferramenta para ajustes nas dietas, seja no âmbito comercial, ou acadêmico, é positivo. O NUL está correlacionado com o NUS, o qual reflete o escape de amônia do rúmen para o fígado e parte da metabolização

de proteínas de tecidos para gliconeogénese. Este primeiro trás uma série de informações e possibilidades do que pode estar ocorrendo no ambiente ruminal em reflexo à dieta fornecida. Tal como o excesso de PB, desequilíbrio de PDR/PNDR, perda do sincronismo proteína/energia, entre outros. Neste caso, o NUL servirá para fazer pequenos ajustes da dieta e juntamente com outros indicadores, permitir o conhecimento de oportunidade e onde agir em cada situação. Por exemplo, em uma dieta para o lote de alta produção da fazenda, com médias de 70, 75, >2, produção kg por dia, DEL (dias em lactação), e ordem de parto, respetivamente. O NUL do lote está em 21mg/dl, o que pode nos fazer refletir sobre os pontos elencados. Observando a dieta, viu-se que a PDR está acima da recomendação e da utilização pelo rúmen para o processo de fermentação, exemplo PDR a 80% da PB. Outro indicador que podemos olhar é o balanço de energia na dieta pela proteína, qual seria a ELL que a dieta está? Por exemplo, além do achado de 21mg/dl, as vacas desempenharam 10kg a menos do esperado, e foi observado 0,5 Mcal / kg de MS a menos na dieta dos animais.

A utilização do NUL como ferramenta de medir excreção de N pela urina, devido a alta correlação entre NUL e UUN, se torna não acurada sem considerar a produção de urina do animal. Essa última, pode ser afetada pela ingestão de água do animal, e que por sua vez é afetada pelo consumo de íons do animal, como Na e K. Na fazenda, sabemos esse consumo e até podemos modela-lo, no entanto, para a indústria, ou então, para a pesquisa em fazendas comerciais sem esses dados é difícil. O que pode ser feito nesses casos é a mensuração direta do N da urina, o que melhora a acurácia, mas piora a praticidade.

Na mesma linha de raciocínio, o NUL pode ser associado com a parte econômica da fazenda. Alguns trabalhos fazem essa associação entre o NUL e indicadores econômicos como custo alimentar ou lucratividade. No entanto, há limitações no uso do NUL como ferramenta de análise econômica da fazenda. Em primeiro lugar, NUL alto (acima de 16mg/dl) pode e não pode representar custo alimentar alto, ou margem de lucro pequena; assim como, NUL baixo não é sinônimo de um custo alimentar baixo e margem de lucro alta. Por exemplo, uma dieta com a proteína vindo principalmente na forma de PDR, com o uso da uréia, ingrediente relativamente barato, muito provavelmente vai resultar em um excesso de amônia no rúmen resultando em maior excreção e maior valor de NUL. Se com essa dieta forem atendidas as exigências do lote, a produtividade desejada pode ser alcançada, e a margem de lucro pode ser maior. Não

necessariamente a dieta mais barata representa a dieta mais lucrativa, e nem sempre a dieta com maior desempenho representa a dieta mais lucrativa. Sendo o NUL uma boa ferramenta para análise econômicas, laticínios com pouca informação econômica dos seus produtores poderiam induzi-las através do NUL, e usar essa informação na precificação.

Há muita informação científica a respeito da relação entre NUL e o desempenho reprodutivo dos animais. No entanto, a maioria dos dados corresponde a experimentação em fazendas comerciais distintas, ou com o número de estudos/ animais muito baixo. A grande problemática de associar o NUL com o desempenho reprodutivo não esperado é o sincronismo de energia/proteína que o animal se encontra, e com isso o status proteico energético. Como discutido ao longo deste trabalho, vacas com semelhantes concentrações de NUL podem estar com o suprimento de proteína e energia atendidos suficientemente, não atendidos, ou em excesso. Dessa forma, não conseguimos modelar o efeito do NUL e a reprodução e sem essas informações. Há interesse ainda, de se fazer um estudo com N de animais grande, com o balanço de energia e proteína uniformes e ambiente controlados, para isolar o efeito negativo do NUL. A reprodução em vacas de leite é multifacetada e por isso o técnico deve ter em mente o senso de urgência ou uma ferramenta de matriz de urgência para definir onde atuar primeiro na reprodução de vacas de leite.

#### **4. CONCLUSÃO**

Em conclusão, a discussão sobre o uso do NUL na pecuária leiteira destaca sua importância como ferramenta para otimizar dietas e melhorar a eficiência produtiva. Embora o NUL ofereça *insights* valiosos sobre a excreção de nitrogênio e o equilíbrio nutricional dos animais, sua aplicação deve ser feita com cautela, considerando as variáveis que influenciam a produção de urina e o estado nutricional. A inter-relação entre NUL e indicadores econômicos sugere que um NUL elevado não necessariamente implica em custos mais altos, e sim que a análise deve incluir o contexto das dietas e suas contribuições para a produtividade e lucratividade. Além disso, as relações entre NUL e desempenho reprodutivo permanecem complexas, exigindo estudos mais aprofundados para compreender os impactos do status proteico e energético dos animais. Portanto,

para uma gestão eficaz na pecuária de leite, é fundamental adotar uma abordagem holística, levando em conta tanto os aspectos nutricionais quanto econômicos, e o monitoramento contínuo dos indicadores de desempenho.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. de et al. Associations of days open with milk urea nitrogen and other herd traits in dairy cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 50, p. e20200081, 2021.
- BURGOS, S. A.; FADEL, J. G.; DEPETERS, E. J. Prediction of ammonia emission from dairy cattle manure based on milk urea nitrogen: Relation of milk urea nitrogen to urine urea nitrogen excretion. **Journal of dairy science**, v. 90, n. 12, p. 5499-5508, 2007.
- BURGOS, S. A. et al. Prediction of ammonia emission from dairy cattle manure based on milk urea nitrogen: Relation of milk urea nitrogen to ammonia emissions. **Journal of Dairy science**, v. 93, n. 6, p. 2377-2386, 2010.
- BUTLER, W. R. Symposium: optimizing protein nutrition for reproduction and lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 9, p. 2533-2539, 1998.
- CASTILLO, Alejandro R. et al. A review of efficiency of nitrogen utilisation in lactating dairy cows and its relationship with environmental pollution. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 9, n. 1, p. 1-32, 2000.
- CHAVEIRO, António E. et al. Association between plasma and milk urea on the insemination day and pregnancy rate in early lactation dairy cows. **Journal of Physiology and Pharmacology Advances**, v. 1, n. 1), p. 9-14, 2011.
- DE WIT, A. A. C.; CESAR, M. L. F.; KRUIP, T. A. M. Effect of urea during in vitro maturation on nuclear maturation and embryo development of bovine cumulus-oocyte-complexes. **Journal of dairy science**, v. 84, n. 8, p. 1800-1804, 2001.
- DOSKA, Maria Cecília et al. Sources of variation in milk urea nitrogen in Paraná dairy cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 692-697, 2012.
- GODDEN, S. M. et al. Relationships between milk urea concentrations and nutritional management, production, and economic variables in Ontario dairy herds. **Journal of dairy science**, v. 84, n. 5, p. 1128-1139, 2001.
- GODDEN, S. M. et al. Milk urea testing as a tool to monitor reproductive performance in Ontario dairy herds. **Journal of dairy science**, v. 84, n. 6, p. 1397-1406, 2001.
- HOF, G. et al. Milk urea nitrogen as a tool to monitor the protein nutrition of dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 80, n. 12, p. 3333-3340, 1997.
- MCDOUGALL, Scott. Reproduction performance and management of dairy cattle. **Journal of Reproduction and Development**, v. 52, n. 1, p. 185-194, 2006.
- MONTENY, G. J.; ERISMAN, J. W. Ammonia emission from dairy cow buildings: a review of measurement techniques, influencing factors and possibilities for reduction. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, p. 225-247, 1998.
- MUNYANEZA, Napoléon; NIYUKURI, J.; HACHIMI, Y. Et. Milk urea nitrogen as an indicator of nitrogen metabolism efficiency in dairy cows: a review. **Theriogenology Insight-An International Journal of Reproduction in all Animals**, v. 7, n. 3, p. 145-159, 2017.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2021. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Eighth Revised Edition*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25806>.
- NOUSIAINEN, Juha; SHINGFIELD, K. J.; HUHTANEN, Pekka. Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. **Journal of dairy science**, v. 87, n. 2, p. 386-398, 2004.

RAJALA-SCHULTZ, P. J. et al. Association between milk urea nitrogen and fertility in Ohio dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 84, n. 2, p. 482-489, 2001.

RHOADS, M. L. et al. Effects of urea infusion on the uterine luminal environment of dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 87, n. 9, p. 2896-2901, 2004.

SALAMOŃCZYK, E.; GULIŃSKI, P. Differences in the level of urea in milk between standard and extended lactation period and the impact on the environment. **Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica**, v. 14, n. 2, p. 147-164, 2017.