



Abanico Veterinario. Janeiro-Dezembro 2022; 12:1-21. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2022.251>  
Revisão da literatura.Recebido: 28/02/2022. Aceito:12/09/2022. Publicado: 07/12/2022. Chave: e2022-18.  
<https://www.youtube.com/watch?v=2pjtZqmxN78>

## Deficiências nutricionais que afetam a retomada da ciclicidade pós-parto em bovinos de dupla finalidade

Nutritional deficiencies that affect to the return of postpartum ovarian activity in dual-purpose cattle



**Avilés-Ruiz Ricardo<sup>1ID</sup>, Barrón-Bravo Oscar<sup>1ID</sup>, Alcalá-Rico Juan<sup>1ID</sup>, Salinas-Chavira Jaime<sup>2ID</sup>, Flores-Nájera Manuel<sup>3ID</sup>, Ruiz-Albarrán Miguel<sup>\*2ID</sup>**

<sup>1</sup>Campo Experimental Las Huastecas, CIRNE-INIFAP Km 55 carretera Tampico-Mante, Altamira, Tamaulipas, México. C.P. 89610. <sup>2</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Tamaulipas Km 5 carretera Cd. Victoria–Mante, Cd. Victoria, Tamaulipas, México. <sup>3</sup>Campo Experimental La Laguna CIRNOC-INIFAP. Matamoros, Coahuila, México. C.P. 27440. \*Autor para correspondência: Ruiz-Albarrán Miguel. E-mail: [aviles.ricardo@inifap.gob.mx](mailto:aviles.ricardo@inifap.gob.mx), [barron.oscar@inifap.gob.mx](mailto:barron.oscar@inifap.gob.mx), [alcala.juan@inifap.gob.mx](mailto:alcala.juan@inifap.gob.mx), [jsalinasc@hotmail.com.mx](mailto:jsalinasc@hotmail.com.mx), [flores.manuel@inifap.gob.mx](mailto:flores.manuel@inifap.gob.mx), [miguel.ruiz@docentes.uat.edu.mx](mailto:miguel.ruiz@docentes.uat.edu.mx)

### Resumo

Diversos fatores nutricionais afetam a retomada da atividade ovariana pós-parto em bovinos de dupla finalidade na região tropical. Este manuscrito descreve a importância de reduzir o anestro pós-parto nas fêmeas para obter maior eficiência reprodutiva. As seções a seguir descrevem como cada componente da ração afetou os parâmetros reprodutivos. Na maioria dos estudos analisados, as comparações dos parâmetros reprodutivos foram feitas entre um grupo de tratamento e um grupo de controle. São descritas várias estratégias para melhorar a reprodução em bovinos de dupla finalidade. Por fim, são apresentadas as conclusões e as implicações práticas.

**Palavras-chave:** anestro pós-parto, atividade ovariana, eficiência reprodutiva, suplementação, exigências.

### Abstract

Different nutritional factors affect the resumption of postpartum ovarian activity in dual-purpose cattle in the tropical region. First, this review establishes the importance of reducing postpartum anestrus in cows to achieve greater reproductive performance. Next sections describe how each nutritional component has affected reproductive parameters. In most of the studies analyzed, comparisons of reproductive parameters were made between a group receiving the treatment and the control group. Then, a series of strategies to improve reproduction in dual-purpose cattle were described. Finally, the conclusions and practical implications were presented.

**Keywords:** postpartum anestrus, ovarian activity, reproductive efficiency, supplementation, requirements.

## INTRODUÇÃO

No México, os sistemas de produção de gado de dupla finalidade são distribuídos principalmente em regiões de clima tropical úmido e tropical seco, onde o pasto é a base da alimentação (González-Padilla *et al.*, 2019). Os cruzamentos das espécies *Bos*



*primigenius*, *Bos primigenius indicus* (Zebu) e *taurus* (subespécies Swiss, Holstein, Jersey, Montbeliard e Simmental) são usados em regiões tropicais (Ríos-Utrera *et al.*, 2020). Além disso, o gado de dupla finalidade tem uma exigência nutricional menor e uma partição de nutrientes diferente em comparação com o gado com mérito leiteiro. No entanto, as deficiências nutricionais nas forragens e a falta de suplementação levam à baixa eficiência reprodutiva em ambos os sistemas (Aguilar-Pérez *et al.*, 2009).

O anestro pós-parto prolongado afeta diretamente a eficiência reprodutiva em sistemas de dupla finalidade (Rojo-Rubio *et al.*, 2009; Lassala *et al.*, 2020). O anestro pós-parto é o período de tempo entre o parto e o reinício da atividade cíclica pós-parto ou o primeiro cio com ovulação (Pohler *et al.*, 2020), de modo que o reinício do estágio reprodutivo pós-parto ocorre quando a fêmea bovina apresenta um ciclo estral com ovulação que produz um oócito viável. No entanto, foi demonstrado que os principais fatores que determinam a duração do anestro pós-parto em bovinos de dupla finalidade são a época do parto e a paridade (Hernández-Reyes *et al.*, 2000); a amamentação e a nutrição (Montiel & Ahuja, 2005; Rojo-Rubio *et al.*, 2009). Este último está intimamente relacionado a fatores como perda de condição corporal, balanço energético negativo e distúrbios metabólicos, bem como patologias uterinas, saúde do úbere e problemas podais em vacas de alta produção de leite (Walsh *et al.*, 2011). Portanto, é necessário que o animal cubra suas necessidades nutricionais para manter uma condição corporal adequada durante o pré e o pós-parto (Montiel-Olguín *et al.*, 2018). Isso melhorará a síntese de hormônios essenciais em quantidades suficientes para que o desenvolvimento folicular, a qualidade do oócito, a função do corpo lúteo e a subsequente sobrevivência do embrião não sejam afetados (Robinson *et al.*, 2006). Para esse fim, recomenda-se que a vaca consiga conceber entre 75 e 85 dias pós-parto. Assim, a soma do tempo de anestro pós-parto mais a duração da gestação é equivalente a um ciclo anual na vaca (Bolaños, 2020). Assim, a eficiência reprodutiva do gado de dupla finalidade é influenciada pela capacidade de reiniciar a atividade cíclica o mais rápido possível após o parto (Butler, 2003). Portanto, a presente revisão tem como objetivo explorar como e quanto as deficiências nutricionais da forragem influenciam a retomada da atividade ovariana pós-parto em bovinos de dupla finalidade.

### **Necessidades nutricionais**

O gado de dupla finalidade com 50 % de genes *Bos taurus* representa os genótipos ideais para a região tropical úmida (López *et al.*, 2010). Embora Arce *et al.* (2017) tenham constatado que o genótipo não teve efeito significativo sobre o intervalo entre partos. Por outro lado, o cruzamento Holstein x Zebu é considerado o mais adequado para a produção de leite (Vite-Cristóbal *et al.*, 2007). Além disso, esse cruzamento tem exigências nutricionais mais baixas e diferente partição de nutrientes em comparação com vacas com alto mérito leiteiro. Assim, seria de se esperar que tanto a magnitude



quanto a duração do balanço energético negativo (BEN) fossem diferentes nesses bovinos devido ao seu menor potencial de produção de leite. Além disso, esses genótipos apresentam uma resposta maior à suplementação energética adicional no início da lactação, melhorando ou eliminando o BEN e aumentando seu desempenho produtivo e reprodutivo (Aguilar-Pérez *et al.*, 2009). Nesse sentido, Garmendia (2005) recomenda a suplementação quando: 1) A oferta de forragem é baixa, de 3 a 6 toneladas de matéria seca/ano; 2) Há limitações energéticas nos períodos pré-parto e pós-parto, já que a restrição alimentar antes do parto afeta a condição corporal do animal e, no período pós-parto, influencia a secreção de hormônios essenciais para a retomada da atividade cíclica reprodutiva; 3) Há baixa ingestão de proteína na dieta, 4) Há animais que não completaram seu crescimento e em animais prenhes para garantir a viabilidade do bezerro e o reinício dos ciclos reprodutivos pós-parto, 5) Há vacas em lactação que perdem rapidamente a condição corporal e estão em um período crítico de limitação de forragem (estação seca), e 6) Na dieta, o teor de fósforo é inferior a 0.20 %, pois o consumo voluntário e o rumor influenciam a secreção de hormônios essenciais para a retomada da atividade cíclica reprodutiva. 20 %, pois isso afeta o consumo voluntário e a fermentação ruminal da matéria seca, causando desequilíbrios na produção de gases ruminais e proteína microbiana, afetando a reprodução.

**Tabela 1. Requisitos nutricionais de vacas de dupla finalidade com 10 kg de leite/dia**

Peso vivo kg	Consumo					
	MS kg/dia	PM g/dia	PB g/dia	EM Mcal/dia	Ca g/dia	P g/dia
400	9.2	778	1788	19.2	37	24
450	10.1	814	1870	20.3	39	26
500	11.0	848	1949	21.3	41	28
550	11.9	882	2027	22.4	42	30
600	12.7	915	2103	23.4	23	32

MS: matéria seca; PM: proteína metabolizável; PB: proteína bruta; EM: energia metabolizável; Ca: cálcio; P: fósforo  
(Adaptado de Anrique, 2014)

### **Reinício da atividade cíclica pós-parto em bovinos**

O período de anestro em gado de corte pode variar dependendo dos efeitos da lactação, da relação mãe-bezerro, da nutrição e dos problemas de parto (Pohler *et al.*, 2020), bem como da infecção uterina, da deficiência proteica, do parto precoce, do parasitismo e do estresse ambiental (Bolaños, 2020); até mesmo da estação do parto e da paridade (Hernández-Reyes *et al.*, 2000); o dia da semana em que ocorre o parto e o tamanho do rebanho afetam o desempenho reprodutivo (Montiel-Olguín *et al.*, 2020). No entanto, no gado de dupla finalidade, a amamentação e a nutrição são os principais fatores que podem modificar a ciclicidade ovariana da fêmea (Montiel & Ahuja, 2005; Rojo-Rubio *et*



*al.*, 2009). No entanto, também foi constatado que a condição corporal e o balanço energético (ingestão de matéria seca) são os fatores que mais contribuem para a frequência dos pulsos de hormônio luteinizante (LH) para atingir a primeira ovulação. Além disso, observou-se que esses fatores afetam indiretamente a saúde uterina em bovinos de corte e leite no pós-parto (Crowe *et al.*, 2014). Com menos pesquisas, foi relatado que a mastite é um fator negativo na eficiência reprodutiva da vaca em gado de dupla finalidade (Bacha & Regassa, 2010; Nava-Trujillo *et al.*, 2010). Outros fatores a serem considerados são o manejo do sêmen no momento da cobertura, entre muitos outros fatores, a deposição do esperma no local ideal do trato reprodutivo no momento apropriado do ciclo estral e o estresse térmico (López-Gatius, 2012). Assim, o anestro pós-parto ou puerpério é definido como o tempo decorrido desde o momento do parto até que as funções reprodutivas sejam restauradas para que ocorra a cobertura efetiva e, conseqüentemente, a gestação. Simultaneamente a essa regeneração, há um aumento progressivo na frequência dos pulsos de LH circulantes, o que é essencial para o estabelecimento de ciclos estrais normais após o parto (Pohler *et al.*, 2020). Nesse sentido, Diskin *et al.* (2003), em sua revisão da literatura, mencionaram que o estado nutricional do gado é um fator importante que afeta o crescimento folicular, a maturação e a capacidade ovulatória e que a retomada da atividade ovariana está relacionada a uma frequência reduzida de pulsos de LH, que é controlada pela liberação de GnRH do hipotálamo. Portanto, um atraso do parto ao primeiro estro com ovulação é causado pela falta de pulsos de LH, que é resultado da inibição da amamentação do bezerro em raças de corte (30-130 dias) e da alta produção em raças leiteiras (25-45 dias; Crowe, 2008). Quando isso ocorre, a vaca não consegue conceber (Lucy *et al.*, 1992; Robinson *et al.*, 2006).

Em vacas de alta produção de leite, foi demonstrado que os principais fatores que determinam a duração do anestro pós-parto estão intimamente relacionados a situações como perda de condição corporal e BEN, distúrbios metabólicos e patologias uterinas, saúde do úbere e claudicação (Walsh *et al.*, 2011).

Walsh *et al.* (2011) consideram que as questões que precisam ser abordadas para reduzir o problema da baixa fertilidade em bovinos são: Em primeiro lugar, minimizar o BEN pré e pós-parto; garantir a expressão e a detecção do estro na vaca, seguido de inseminação artificial; conseguir a ovulação e a fertilização de um oócito de alta qualidade; seguido de um rápido aumento na síntese de progesterona do corpo lúteo, garantindo simultaneamente que o endométrio uterino produza rapidamente um ambiente adequado para estimular o desenvolvimento do embrião e, por fim, garantindo que o embrião produza quantidades adequadas de interferon- $\tau$ , que é um fator antiluteolítico que impede a lise do corpo lúteo em ruminantes e, de forma coordenada e local, mantém a gestação. O interferon- $\tau$  atua nas células uterinas para inibir a transcrição de determinados genes e anular o desenvolvimento do mecanismo luteolítico endometrial. Os mecanismos moleculares envolvidos no silenciamento da expressão desses genes pelo interferon- $\tau$  provavelmente se devem ao fato de que o interferon- $\tau$  induz a expressão de outro fator,



que é um potente repressor da transcrição de enzimas uterinas (Thatcher, 2017). No entanto, todos os itens acima podem ser limitados devido a deficiências nutricionais causadas pela má qualidade da forragem ou pela redução da ingestão de matéria seca no pós-parto. Por exemplo, a concentração de progesterona no sangue é um fator que se torna mais relevante em vacas leiteiras de alta produção, porque seus corpos lúteos produzem menos progesterona e esse hormônio é eliminado mais rapidamente do sangue, devido ao alto metabolismo hepático (Hernández, 2016).

### **Fatores nutricionais que afetam a retomada da atividade cíclica pós-parto**

Os sistemas de produção de gado de dupla finalidade são encontrados principalmente em regiões de clima tropical úmido e tropical seco, sendo a pastagem a base da alimentação (González-Padilla *et al.*, 2019) em pastos e pastagens disponíveis na região (Garay-Martínez *et al.*, 2020). Além disso, o gado de dupla finalidade nos trópicos tem uma exigência nutricional menor e um particionamento de nutrientes diferente em comparação com o gado com mérito leiteiro; a deficiência nutricional das forragens causa baixa eficiência reprodutiva em ambos os sistemas (Aguilar-Pérez *et al.*, 2009). A suplementação alimentar é usada com mais frequência durante períodos climáticos com baixa disponibilidade de pastagem, principalmente na seca (Granados-Rivera *et al.*, 2018), mais comumente com concentrados comerciais (Lassala *et al.*, 2020). No entanto, a oferta de suplementação alimentar em estágios fisiológicos estratégicos de bovinos de dupla finalidade está correlacionada com o aumento da produção de leite (Bautista-Martínez *et al.*, 2017) e a melhoria da eficiência reprodutiva, portanto, a suplementação alimentar deve ser uma prática de manejo permanente e independente da estação climática (Granados-Rivera *et al.*, 2018). O impacto da deficiência de nutrientes nos parâmetros reprodutivos do gado, com foco principalmente em sistemas de duplo propósito, é apresentado a seguir.

### **Deficiência de energia**

Nos ruminantes, a atividade reprodutiva está associada à disponibilidade de energia. A disponibilidade deficiente de glicose causada pela menor ingestão de matéria seca e a alta demanda para a síntese de leite comprometem o animal a entrar em um BEN (Chandra *et al.*, 2011). Além disso, o aumento da cetogênese é um dos requisitos para uma boa adaptação hepática ao aumento da demanda de energia no período imediatamente após o parto, portanto, os corpos cetônicos são um importante recurso energético alternativo para o tecido quando a glicose está sendo redirecionada para a glândula mamária (Herdt, 2000). No entanto, isso pode ser prejudicial ao animal por causar cetose.

A suplementação energética evita ou diminui o BEN. Assim, vacas que não são suplementadas antes e depois do parto apresentam um BEN pós-parto profundo, cujo ponto mais baixo é chamado de "nadir", levando mais tempo para atingir um balanço



energético positivo (Aguilar-Pérez *et al.*, 2009). Em um estudo com vacas de corte de idades variadas, a suplementação durante o último terço da gestação com grão de soja integral (1.36 kg/dia) foi comparada a um suplemento à base de farelo de soja/casca (1.56 kg/dia), as vacas alimentadas com o primeiro suplemento quando adultas apresentaram maior atividade ovariana no início e no final da estação reprodutiva em comparação com aquelas alimentadas com um suplemento à base de farelo de soja/casca (Banta *et al.*, 2008).

Da mesma forma, Aguilar-Pérez *et al.* (2009) descobriram que a suplementação com concentrados à base de cereais melhorou os parâmetros reprodutivos do gado. Nesse estudo, a suplementação consistiu em sorgo (69 %), soja (14 %), farelo de trigo (15 %) e minerais (2 %). Esses cereais juntos continham 878 g/kg de matéria seca, 168 g de proteína bruta/kg de matéria seca e 11.8 MJ de energia metabolizável/kg de matéria seca (2.82 Mcal EM/kg MS), fornecendo 0.9 % do peso vivo. Para o grupo de controle, foram oferecidos apenas farelo de trigo e minerais (15 e 2 %, respectivamente). Vale a pena mencionar que o gado usado para este estudo era de dupla finalidade (Holstein x Zebu), pastando no início da lactação em regiões tropicais do México. As vacas suplementadas apresentaram maior porcentagem de ovulação em comparação com o grupo de controle (58 e 30 %, respectivamente) e maior taxa de gestação no 90º dia pós-parto (47 e 22 %, respectivamente) e menor intervalo entre o parto e o primeiro estro (62.8±6.9 dias e 68.2±3.8 dias, respectivamente), de modo que essa suplementação tende a melhorar os parâmetros reprodutivos.

Em gado de pasto *Cynodon nlemfuensis* (Suíço x Zebu), a adição de um suplemento energético na dieta (sorgo moído a 0.4 % do peso vivo) ajudou a melhorar a atividade cíclica pós-parto, encurtando o intervalo entre o parto e o aparecimento do primeiro corpo lúteo (ultrassonografia, duas vezes por semana durante o estudo) em vacas suplementadas. Da mesma forma, a taxa de gestação mais alta das vacas de duplo propósito suplementadas (40±10 vs. 51±10 dias) não pôde ser explicada pelo status nutricional, sugerindo efeitos adicionais da energia de suplementação mediados por hormônios metabólicos, que levam ao aumento da síntese de progesterona nas células luteais que estão associadas ao aumento da taxa de concepção em vacas suplementadas (42 vs. 0 %; Tinoco-Magaña *et al.*, 2012).

Recentemente, em um estudo realizado por De Souza *et al.* (2019) em vacas leiteiras da raça Holstein, eles descobriram que, quando suplementadas com ácido palmítico durante as três primeiras semanas após o parto, período fresco, observaram que o ácido palmítico aumenta a concentração plasmática de beta-hidroxibutirato durante a primeira semana após o parto em comparação com o grupo de controle. A importância é que a cetogênese, o processo pelo qual os ácidos graxos são convertidos em beta-hidroxibutirato, ocorre nas mitocôndrias das células do fígado e pode ocorrer em resposta à falta de disponibilidade de glicose no sangue (Robinson y Williamson, 1980). A produção de beta-



hidroxibutirato é iniciada para disponibilizar energia principalmente a partir de ácidos graxos. Portanto, concentrações plasmáticas elevadas de beta-hidroxibutirato como marcadores de BEN excessivo revelam uma diminuição no desempenho reprodutivo ([Chapinal et al., 2012](#)). Concentrações plasmáticas de beta-hidroxibutirato de 10 a 14 mg/dL tendem a aumentar o risco de um distúrbio metabólico (deslocamento de abomaso, metrite, cetose clínica) e 15 % menos probabilidade de engravidar após um período de espera voluntário de 70 dias. Embora nesse estudo o ácido palmítico tenha aumentado a concentração plasmática de beta-hidroxibutirato na primeira semana do período fresco, ocorreu uma diminuição acentuada logo em seguida, o que não representa um risco. Portanto, os pesquisadores concluíram que as concentrações plasmáticas de beta-hidroxibutirato da suplementação com ácido palmítico provavelmente estão associadas ao aumento da partição de nutrientes para a glândula mamária, e não como um indicador de disfunção metabólica. Essa estratégia de alimentação reduz o BEN e evita a perda da condição corporal da vaca no pós-parto.

### **Deficiência de proteína**

[Bolaños \(2020\)](#) sugere evitar a subalimentação proteica da vaca na dieta durante o parto, pois o sistema imunológico, por meio da formação de anticorpos (compostos proteicos), é responsável por capturar e digerir as bactérias que entram no sistema reprodutivo durante o parto, causando infecções uterinas. A inflamação em resposta à presença de bactérias no trato reprodutivo tem efeitos negativos sobre a eficiência reprodutiva; nesse sentido, o pesquisador considera que a falta de um nível adequado de proteína na dieta é uma causa da metrite. Por outro lado, [Garmendia \(2005\)](#) comentou que, uma vez esgotadas as reservas de proteína no corpo, a falta de proteína limita a produção de leite em primeira instância e a síntese de imunoglobulinas, de modo que a competência imunológica fica comprometida. Como resultado, há uma maior predisposição para o surgimento de patologias durante e após o nascimento, como a retenção de membranas fetais.

A baixa qualidade proteica das pastagens não melhoradas onde os ruminantes pastam não atende às exigências nutricionais. A proteína produz uma resposta maior na ingestão de matéria seca. À medida que o teor de proteína bruta das forragens aumenta, a magnitude das respostas de produção devido à suplementação adicional de proteína pode não estar relacionada a mudanças na ingestão de forragem, mas a mudanças na digestibilidade da forragem ou na eficiência metabólica da utilização de nutrientes, incluindo os efeitos da proteína degradável e não degradável. Devido ao alto teor de proteína degradável das gramíneas, a suplementação de proteína não degradável (overage) pode melhorar o desempenho da pastagem ([Kawas, 2007](#)).

[Lara et al. \(2015\)](#) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar as concentrações de progesterona e LH durante o pós-parto em resposta a diferentes doses de metionina suplementar ou protegida (0, 8, 16 e 24 g/dia). O estudo foi realizado em um rancho



experimental no México com vacas leiteiras da raça Holstein durante 96 dias no período pós-parto inicial. Embora os resultados tenham mostrado que houve uma concentração mais alta de progesterona nos três primeiros ciclos nas vacas alimentadas com o aminoácido protegido ou de complementação, as concentrações de LH, que produzem o pico pré-ovulatório, não foram estatisticamente diferentes. Portanto, eles concluíram que a suplementação com metionina protegida para vacas durante o pós-parto parece melhorar a função do corpo lúteo, sem atingir um pico de LH mais alto em comparação com as vacas que não receberam a suplementação. Na revisão de literatura de [Alvarez-Cardona \*et al.\* \(2019\)](#), eles mencionam que a ação dos aminoácidos neuroestimuladores estimula a secreção de gonadotrofinas adenohipofisárias e, portanto, regula o controle dos eventos fisiológicos gonadais.

### **Deficiência de vitaminas**

As vitaminas desempenham um papel indispensável nos processos reprodutivos. As necessidades nutricionais de vitamina A, D e E são 2123-3685, 579-1004 e 16-27 UI/kg de matéria seca, respectivamente, para vacas de 400 a 600 kg ([Anrique, 2014](#)). Por exemplo, as deficiências dessas vitaminas causam uma alta porcentagem (80 %) de casos de retenção de membranas fetais, devido à falha na separação da junção feto-materna ([Ndiweni y Finch, 1996](#)). Embora os mecanismos associados à separação do tecido feto-materno sejam pouco compreendidos, há sugestões de atividade insuficiente de leucócitos imediatamente após o parto, resultando em quebra inadequada do colágeno do tecido e, portanto, falha na separação do tecido ([Kimura \*et al.\*, 2002](#)). Além disso, para que as vilosidades coriônicas se desalojem das criptas no lado materno da placenta, é necessário que haja uma forte vasoconstrição das artérias das vilosidades. A vasoconstrição reduz a pressão nas artérias e, assim, permite que as vilosidades sejam liberadas das criptas ([Senger, 2003](#)). A esse respeito, [Montiel-Olguín \*et al.\* \(2018\)](#) descobriram que vacas leiteiras de fazendas familiares no México que chegam ao parto em baixa condição corporal têm maior probabilidade de ter membranas fetais retidas. Isso pode ser atribuído à deficiência de vitaminas. Foi demonstrado que a suplementação com vitamina E ( $\alpha$ -tocoferol) aumenta vários aspectos do sistema imunológico, incluindo o aumento da migração e quimiotaxia de células polimorfonucleares ([Ndiweni y Finch, 1996](#)) e o aumento da resposta de quimiotaxia por neutrófilos do sangue ([Politis \*et al.\*, 1996](#)). Portanto, foi sugerido que a suplementação com vitamina E pode reduzir a prevalência de membranas fetais retidas devido a um aumento no sistema imunológico e, assim, garantir a separação do tecido fetal e materno [Bourne \*et al.\*, 2007](#)). Em relação aos processos infecciosos reprodutivos pós-parto, [Kaewlamun \*et al.\* \(2011\)](#) descobriram que uma concentração maior de  $\beta$ -caroteno, um precursor da vitamina A, no sangue tem um efeito positivo sobre a porcentagem de leucócitos polimorfonucleares no útero e no colo do útero em vacas suplementadas em comparação com o controle. A partir desse estudo, propõe-se que a suplementação com  $\beta$ -caroteno antes do parto pode ter um



efeito benéfico consequente na reprodução. Por outro lado, [Gagnon et al. \(2015\)](#) sugerem que a administração intramuscular de vitamina B12 (cianocobalamina) em combinação com ácido fólico em vacas leiteiras durante o pós-parto tem um efeito sobre a expressão gênica, que pode ser o resultado de um aumento na secreção de LH e, conseqüentemente, promover a diferenciação celular e uma parada da divisão celular nas células da granulosa. Portanto, podemos dizer que as vitaminas são micronutrientes indispensáveis para o funcionamento adequado do organismo e para a manutenção da homeostase celular; em questões reprodutivas, seu uso é voltado para a prevenção de problemas de doenças que podem ocorrer com frequência na unidade de produção animal. Em sua revisão da literatura, [De Rensis et al. \(2017\)](#) mencionaram que a administração de vitamina E, A e selênio (antioxidantes) pode proteger o oócito na dinâmica folicular no ovário durante o estresse térmico. Vale a pena mencionar que a vitamina A não existe como tal, ela precisa passar por mudanças e processos para ser transformada em retinol. Foi demonstrado que essas vitaminas suplementadas antes do parto em bovinos têm um impacto positivo no sistema imunológico e reprodutivo ao reduzir as taxas de estresse oxidativo, ajudando a prevenir algumas doenças comuns em unidades de produção, como retenção de membrana fetal, metrite e puerpério anormal, causadas por imunodeficiência e que têm um impacto negativo nos parâmetros reprodutivos ([Hernández, 2016](#)). Além disso, a esse respeito, [Montiel-Olguín et al. \(2018\)](#) descobriram que a retenção de membranas fetais, o parto distócico e a condição corporal  $\leq 2.5$  são os principais fatores de risco associados ao desempenho reprodutivo reduzido de vacas (1263 lactações) de rebanhos leiteiros de pequena escala (96) na região tropical e subtropical do México.

Em sua revisão da literatura, [González-Maldonado et al. \(2019\)](#) destacam que a vitamina C (ácido ascórbico), como antioxidante e cofator indispensável em processos enzimáticos, degradação de colágeno em folículos pré-ovulatórios, desenvolvimento e crescimento folicular, desempenha um papel muito importante na produção de oócitos viáveis. Em conjunto com a vitamina E, os resultados não mostraram uma melhora no tamanho do folículo ou do corpo lúteo. No entanto, quando integradas a protocolos de inseminação artificial em tempo fixo, elas demonstraram aumentar o número de vacas prenhes, possivelmente devido ao fato de que, quando as vacas são injetadas com essas vitaminas, elas produzem oócitos de melhor qualidade e, portanto, embriões viáveis, em comparação com as vacas que não são injetadas.

Com relação à retenção de membranas fetais, uma condição médica associada ao anestro pós-parto prolongado, há três teorias por trás da etiologia dessa condição, que são falhas na separação da junção feto-materna, obstrução mecânica e contrações miometriais. A primeira falha provavelmente se deve à disfunção enzimática, causada pela falta de moléculas orgânicas chamadas coenzimas, principalmente vitaminas, que ajudam a enzima nas transformações bioquímicas para a separação dos cotilédones das



carúnculas. No entanto, nenhum estudo demonstrou que a deficiência de vitamina E sozinha tem efeito sobre a retenção da membrana fetal, mas que seu mecanismo de ação pode ser mediado pelo selênio (Bourne *et al.*, 2007).

### **Deficiência mineral**

A infertilidade em gado leiteiro é um problema bastante complexo e multifatorial, que deve ser avaliado considerando outras doenças ou distúrbios que ocorrem no animal. É pertinente mencionar que a hipocalcemia, a mastite, a laminite e a retenção de placenta têm um impacto negativo na fertilidade subsequente da vaca. Os minerais, os oligoelementos e as vitaminas desempenham um papel importante na prevenção dessas doenças (Wilde, 2006).

Os requisitos minerais durante a lactação são: cálcio, fósforo, magnésio, enxofre, sódio e cloro (0.60-0.80, 0.40-0.45, 0.22-0.28, 0.23, 0.20 e 0.25 % de matéria seca, respectivamente; Anrique, 2014). No entanto, a maioria das forragens não fornece a quantidade adequada de minerais exigida pelo animal (Rojo-Rubio *et al.*, 2009). A suplementação limitada agrava a condição corporal e, conseqüentemente, seu ciclo sexual, o que significa anestro pós-parto mais longo e mais tempo para a vaca engravidar novamente (Bolaños, 2020). Foi demonstrado que a suplementação de macro e micro minerais em premixes, oferecidos em acesso aberto, tem sido a maneira mais eficiente de melhorar a resposta reprodutiva em bovinos (Rojo-Rubio *et al.*, 2009).

Os macrominerais estão envolvidos no equilíbrio ácido-base e no metabolismo do cálcio em vacas leiteiras e de dupla finalidade. O uso de sais aniônicos em combinação com a suplementação de concentrações adequadas de cálcio e magnésio pode ajudar a melhorar a ingestão de matéria seca e reduzir o balanço energético negativo no período pós-parto, além de prevenir a hipocalcemia, que está associada ao prolapso uterino). (Bolaños, 2020), ovários císticos, retenção de placenta e formação de pequenos corpos lúteos (Román *et al.*, 2009). A esse respeito, Bolaños (2020) considera que a disponibilidade de cálcio pode ser responsável por partos lentos e fazer com que o bezerro morra antes de ser expelido, devido ao fato de que, no momento do parto, as células musculares uterinas exigem um gasto de energia e íons de cálcio que são responsáveis pela ativação do sistema contrátil.

Por outro lado, o zinco e a vitamina E são eficazes na prevenção da mastite, que ocorre principalmente nas primeiras semanas de lactação, aumentando as funções antioxidantes e a queratinização do ducto da teta mamária. Eles também são eficazes na claudicação resultante da laminite em gado leiteiro, que ocorre principalmente durante a lactação, embora a maioria das agressões originais ao casco possa ocorrer antes do parto. Entretanto, o zinco e a biotina também estão envolvidos na melhora da queratinização do casco e na prevenção dessa doença (Wilde, 2006).



Além disso, é importante mencionar que a porcentagem de vacas que retêm a placenta pode ser reduzida com a prevenção da hipocalcemia e a administração de concentrações adequadas de selênio (Wilde, 2006). Em um estudo realizado por Vedovatto *et al.* (2019) foi demonstrado que a administração de uma dose única de minerais traço (60, 10, 5 e 15 mg/mL de Zn, Mn, Se e Cu, respectivamente) 30 dias antes da inseminação artificial não tem efeito positivo sobre as estruturas ovarianas em vacas Nelore em condições de pastagem na região de Mato Grosso, Brasil. No entanto, esse mesmo grupo de pesquisadores constatou que a administração dos minerais traços mencionados acima aumenta as concentrações plasmáticas de enzimas antioxidantes em todas as vacas a eles aplicadas, independentemente da condição corporal, e as vacas com condição corporal <5 pontos tenderam a melhorar a taxa de prenhez, mas não naquelas com condição corporal  $\geq 5$  (escala de 1-9). Provavelmente há outros minerais relacionados à reprodução e sua ação ainda é desconhecida.

Foi feito um compêndio de estudos recentes sobre o efeito da deficiência de nutrientes na retomada da atividade cíclica pós-parto em bovinos (Tabela 2), mostrando o suplemento e o sistema de produção estudados, bem como os parâmetros que influenciaram o aumento do tempo de anestro pós-parto relatado pelos autores.

Como pode ser visto na tabela 2, com relação à presente revisão da literatura, foi obtido um pequeno número de estudos realizados em sistemas de duplo propósito. A esse respeito, verificou-se que os sistemas de duplo propósito a baixa adoção de tecnologias reprodutivas é um dos principais problemas (Espinosa-García *et al.*, 2018; Bautista-Martínez *et al.*, 2019; Lassala *et al.*, 2020; Villarroel-Molina *et al.*, 2021), eles têm um número muito pequeno de cabeças, consideradas de subsistência porque grande parte da produção é para autoconsumo, há variabilidade na produção que depende do ambiente. Da mesma forma, González-Padilla *et al.* (2019) consideraram que as principais restrições ao crescimento e à lucratividade das unidades de produção eram a falta de acesso ao crédito, seguida pelo baixo valor de mercado de seus produtos e pela infraestrutura insuficiente. Isso leva ao fato de que esse grupo de produtores não é levado em conta para a realização da ciência básica e transcendental.



**Tabela 2. Efeito da suplementação na retomada da atividade cíclica pós-parto em gado leiteiro e de dupla finalidade**

Componente nutricional	Suplemento	Sistema de produção	Parâmetros reprodutivos	Estudo
<b>Energia</b>	Concentrados (grãos)	Dupla finalidade	↑ estros 74 % vs 39 % ↑ ovulação 59 % vs 30 % ↑ taxa de gestação 47 % vs 22 %	<a href="#">Aguilar-Pérez et al., 2009</a>
	Sorgo	Dupla finalidade	↑ presença de CL aos 70 dias 50 % vs 33 % ↑ taxa de gestação 42 % vs 0 %	<a href="#">Tinoco-Magaña et al., 2012</a>
<b>Proteína</b>	Metionina (24g/d)	Laticínios	Melhora a função do CL	<a href="#">Lara et al., 2015</a>
<b>Vitaminas</b>	E	Dupla finalidade	↓ intervalo de nascimento 1er. estro 28.3±2.4 vs 41.4±1.3	<a href="#">Khatti et al., 2017</a>
<b>Minerales</b>	Zn, Mn, Se e Cu (30 dias antes IA)	Da carne	↑ taxa de gestação 86.7 % vs 36.84 % ↑ taxa de gestação quando CC < 5 (escala 1-9) 58.4 % vs 46.8 %	<a href="#">Vedovatto et al., 2019</a>

CL: corpo lúteo; CC: condição corporal; IA: inseminação artificial; ↑: aumenta; ↓: diminui

### **Estratégias de manejo da alimentação para melhorar a reprodução em gado de dupla finalidade**

Os efeitos negativos exercidos pela amamentação e pelo pasto, sem serem suplementados, inibem o restabelecimento da atividade ovariana pós-parto, prolongando o intervalo entre partos que pode ultrapassar 500 dias, um período extenso de anestro pós-parto em bovinos de dupla finalidade ([Rojo-Rubio et al., 2009](#)), o que faz com que não seja mais economicamente rentável para uma unidade de produção manter uma vaca vazia por um ano ou mais ([Martínez et al., 2021](#)).

#### **Uso de pastagens melhoradas**

[Samadi et al. \(2013\)](#) demonstraram que o manejo nutricional baseado em pastagens antes e depois do parto pode ser usado para induzir diferenças marcantes no peso, na condição corporal e no status metabólico hormonal em vacas de corte no pós-parto. Esses pesquisadores concluíram que as vacas que receberam pasto melhorado tiveram concentrações plasmáticas mais altas de glicose, insulina, fator de crescimento semelhante à insulina-I e leptina em comparação com as vacas que receberam pasto menos digerível. Essas diferenças nos perfis de glicose e de hormônios metabólicos foram associadas à retomada mais precoce da ovulação das vacas que receberam pasto melhorado. A redução do período de anestro pós-parto em vacas de corte alimentadas com pastagens subtropicais melhoradas pode resultar em uma melhor homeostase metabólica. A retomada mais precoce da função ovariana cíclica das vacas em pastagens melhoradas provavelmente resultou das ações positivas gerais da glicose e dos hormônios metabólicos nos tecidos somáticos e, mais especificamente, no hipotálamo e nos ovários. As possíveis ações em diferentes tecidos dentro do eixo reprodutivo



provavelmente refletem a natureza das inter-relações entre nutrição, reguladores metabólicos e função reprodutiva, com informações que permitem uma integração dos efeitos da leptina e do fator de crescimento semelhante à insulina-I sobre a secreção de GnRH, o que parece envolver uma ação indireta por meio da kisspeptina e dos neurônios da leptina; e uma ação mais direta sobre os neurônios do GnRH (fator de crescimento semelhante à insulina-I). Considerando que, no experimento, a retomada da ciclicidade ovariana pós-parto (ovulação) em 12 e 15 semanas foi de 100 % para vacas mantidas em pastagens melhoradas em comparação com aquelas mantidas em pastagens menos digeríveis, onde apenas 14 % apresentaram ovulação em 15 semanas.

### **Tecnificação de unidades de produção e manipulação de componentes nutricionais na dieta.**

[Velázquez et al. \(2020\)](#) avaliaram um protocolo para induzir o reinício da atividade ovariana em vacas cruzadas *Bos tauros* x *Bos indicus* na região tropical do México. O tratamento hormonal consistiu na colocação de CIDR com e sem estradiol em unidades de produção de dupla finalidade com três status de tecnificação descritos como: Alto nível de tecnificação, onde o pastoreio é feito em pastagens com pastagens melhoradas, realizam registros produtivos e reprodutivos e suplementação nutricional durante a ordenha dos animais; nível médio de tecnificação, as mesmas condições que o anterior; no entanto, não realizam registro de desempenho produtivo e reprodutivo; baixo nível de tecnificação, onde o pastoreio é feito em forragem natural disponível e sem registros produtivos e reprodutivos ou suplementação nutricional dos animais. Nessa pesquisa, esse grupo de pesquisadores concluiu que as vacas respondem à indução da atividade ovariana pela combinação de progesterona e estradiol em alta proporção em todos os níveis de tecnificação. Esses resultados confirmam os benefícios das unidades de produção com status de tecnificação médio e baixo, uma vez que programas de inseminação artificial em tempo fixo, por exemplo, podem ser realizados. No entanto, questões econômicas devem ser avaliadas. [Bautista-Martínez et al. \(2019\)](#), em sua caracterização econômico-produtiva do sistema de gado de dupla finalidade em três regiões tropicais do México, constataram que as práticas relacionadas ao manejo reprodutivo são as menos realizadas nas unidades de produção; a promoção da aplicação e adoção de tecnologias relacionadas a essa área poderia ser uma alternativa para melhorar as variáveis produtivas e reprodutivas a longo prazo.

Por outro lado, na mesma região mexicana descrita acima, [Zárate-Martínez et al. \(2022\)](#) estudaram o comportamento reprodutivo de sistemas de duplo propósito com dois níveis de fibra detergente neutro, induzindo a ovulação com um protocolo hormonal de inseminação artificial em tempo fixo. O experimento consistiu em: tratamento 1 alimentado com 4.5 kg de concentrado por vaca/dia e tratamento 2 alimentado com 3 kg de concentrado por vaca/dia. A forragem foi oferecida *ad libitum* em ambos os tratamentos. Os resultados obtidos foram que as vacas do tratamento 2 consumiram mais



fibra detergente neutra do que as vacas do tratamento 1, 38 e 44 % da dieta total, respectivamente. Esse grupo de pesquisadores comentou que o aumento na ingestão de forragem até o ponto em que a fibra detergente neutra compensou a ingestão de energia e proteína metabolizável foi semelhante para ambos os tratamentos durante os primeiros 15 dias antes do parto. As vacas do tratamento 2 (6.25 MS/dia) tentaram compensar os déficits de nutrientes consumindo mais forragem do que as do tratamento 1 (7.37 kg MS/dia). Além disso, eles comentam que a proteína metabolizável sempre foi deficiente durante a lactação em ambos os tratamentos. Nas vacas do tratamento 2, a proteína metabolizável deficiente resultou em menor teor de nitrogênio no leite. Por fim, eles descobriram que as vacas do tratamento 1 perderam menos condição corporal em 75.2 %, o que se refletiu em uma taxa de gestação mais alta no primeiro serviço no tratamento em comparação com o tratamento 2, com 42.8 %, embora não tenham produzido mais leite. Eles concluíram que a redução da fibra detergente neutra na dieta de 44 para 38 % e a aplicação do protocolo hormonal de inseminação artificial em tempo fixo diminuíram o período aberto para 105 dias em vacas em lactação nos trópicos do México.

### CONCLUSÕES

Foi descrita a importância das deficiências nutricionais que afetam o reinício da ciclicidade pós-parto e as estratégias de manejo da dieta para melhorar a reprodução em bovinos de dupla finalidade. Além disso, ao realizar essa revisão, os autores tomaram conhecimento da falta de informações científicas sobre os efeitos das deficiências alimentares e forrageiras na retomada ovariana pós-parto, especificamente em bovinos de dupla finalidade [*Bos taurus* (Holstein, Jersey) x *Bos indicus* (Gir, Nelore, Braman)]. Pesquisas sobre esse tópico devem ser desenvolvidas para estabelecer recomendações práticas específicas para esses cruzamentos e, assim, evitar o uso indevido de informações geradas em outras cadeias de produção (gado de corte e de leite) e regiões (áridas e temperadas) do México.

### LITERATURA CITADA

AGUILAR-PÉREZ C, Ku-Vera J, Centurión-Castro F, Garnsworthy PC. 2009. Energy balance, milk production and reproduction in grazing crossbred cows in the tropics with and without cereal supplementation. *Livestock Science*. 122:227-233. ISSN: 1871-1413. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.09.004>

ALVAREZ-CARDONA F, Maki-Díaz G, Franco-Robles E, Cadena-Villegas S, Hernández-Marín A. 2019. L-Arginina, Aspartato y Glutamato, y su relación con la reproducción de ovejas Review. *Abanico Veterinario*. 9:1-13. ISSN: 2448-6132.

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2019.929>



ANRIQUE R. 2014. Composición de alimentos para el ganado bovino. 4ta. Edición. Universidad austral de Chile. ISBN 978-956-8765-04-0.

[https://www.academia.edu/9785035/Composicion\\_de\\_alimentos\\_para\\_ganado\\_bovino](https://www.academia.edu/9785035/Composicion_de_alimentos_para_ganado_bovino)

ARCE C, Aranda EM, Osorio MM, González R, Díaz P, Hinojosa JA. 2017. Evaluación de parámetros productivos y reproductivos en un hato de doble propósito en Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 8:83-91. ISSN: 2448-6698.

<https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4347>

BACHA B, Regassa FG. 2010. Subclinical endometritis in Zebu x Friesian crossbred dairy cows: its risk factors, association with subclinical mastitis and effect on reproductive performance. *Tropical Animal Health and Production*. 42:397-403. ISSN: 1573-7438.

<https://doi.org/10.1007/s11250-009-9433-5>

BANTA JP, Lalman D, Wettemann R. 2008. Whole soy bean supplementation and cow age class: effects on intake, digestion, performance and reproduction of beef cows. *Journal of Animal Science*. 86: 1864-1878. ISSN: 1740-0929.

<https://doi.org/10.2527/jas.2007-0383>

BAUTISTA-MARTÍNEZ Y, Herrera-Haro JG, Espinosa-García JA, Martínez-Castañeda FE, Vaquera-Huerta H, Bárcena-Gamma JR, Morales A. 2017. Relación entre las prácticas tecnológicas de manejo, la producción y su asociación con las épocas del año en el sistema de doble propósito del trópico mexicano. *Nova Scientia*. 9:154-170. ISSN: 2007-0705. <https://doi.org/10.21640/ns.v12i25.2117>

BAUTISTA-MARTÍNEZ Y, Herrera-Haro JG, Espinosa-García JA, Martínez-Castañeda FE, Vaquera-Huerta H, Morales A, Aguirre-Guzmán, G. 2019. Caracterización económico-productiva del sistema bovino doble propósito en tres regiones tropicales de México. *ITEA, Información Técnica Económica Agraria: revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA)*. 115(2): 134-148. ISSN: 1699-6887.

<https://www.aida-itea.org/index.php/revista/contenidos?idArt=618&lang=esp>

BOLAÑOS ED. 2020. Producción de becerros bajo el sistema vaca-cría en el trópico. Libro Técnico Núm. 40. INIFAP.CIRGOC. Huimanguillo, México. Pp. 105. ISBN: 978-607-37-1262-0. [https://vun.inifap.gob.mx/BibliotecaWeb/\\_Content](https://vun.inifap.gob.mx/BibliotecaWeb/_Content)

BOURNE N, Laven R, Wathes DC, Martinez T, McGowan M. 2007. A meta-analysis of the effects of vitamin E supplementation on the incidence of retained foetal membranes in dairy cows. *Theriogenology*. 67: 494-501. ISSN: 0093-691X.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.08.015>

BUTLER WR. 2003. Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livestock Production Science*. 83: 211-218. ISSN: 0301-6226. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(03\)00112-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00112-X)



CHANDRA G, Aggarwal A, Singh AK, Kumar M, Aggarwal A, Singh AK, Kumar M., Kushwaha R, Singh A, Singh YK. 2011. Negative energy balance and reproduction. *Agriculture Reviews*. 32: 246-254. ISSN: 0976-0741.

<https://arccjournals.com/journal/agricultural-reviews/ARCC910>

CHAPINAL N, Carson ME, LeBlanc SJ, Leslie KE, Godden S, Capel M, Santos JEP, Overton MW, Duffield TF. 2012. The association of serum metabolites in the transition period with milk production and early-lactation reproductive performance. *Journal of Dairy Science*. 95:1301-1309. ISSN: 1525-3198. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4724>

CROWE MA, Diskin MG, Williams EJ. 2014. Parturition to resumption of ovarian cyclicity: comparative aspects of beef and dairy cows. *Animal*. 8:40-53. ISSN: 1751-732X.

<https://doi.org/10.1017/S1751731114000251>

CROWE MA. 2008. Resumption of ovarian cyclicity in post-partum beef and dairy cows. *Reproduction in Domestic Animal*. 43:20–28. ISSN: 1439-0531.

<https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01210.x>

DE RENSIS F, Lopez-Gatius F, García-Ispierto I, Morini G, Scaramuzzi RJ. 2017. Causes of declining fertility in dairy cows during the warm season. *Theriogenology*. 91:145-153. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.12.024>

DE SOUZA J, Strieder-Barboza C, Contreras GA, Lock AL. 2019. Effects of timing of palmitic acid supplementation during early lactation on nutrient digestibility, energy balance, and metabolism of dairy cows. *Journal of Dairy Sciences*. 102:270-287. ISSN: 1525-3198. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14977>

DISKIN MG, Mackey DR, Roche JF, Sreenan JM. 2003. Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Animal Reproduction Science* 78:345–370. ISSN: 0378-4320. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(03\)00099-X](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(03)00099-X)

ESPINOSA-GARCÍA JA, Vélez-Izquierdo A., Góngora-González SF, Cuevas-Reyes V, Vázquez-Gómez R, Rivera-Maldonado JA. 2018. Evaluación del impacto en la productividad y rentabilidad de la tecnología transferida al sistema de bovinos de doble propósito del trópico mexicano. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 21:261-272. ISSN: 1870-0462. <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/2411>

GAGNON A, Khan DR, Sirard MA, Girard CL, Laforest JP, Richard FJ. 2015. Effects of intramuscular administration of folic acid and vitamin B12 on granulosa cells gene expression in postpartum dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 98:7797–7809. ISSN: 1525-3198. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9623>



GARAY-MARTÍNEZ JR, Barrón-Bravo OG, Maciel-Torres SP, Avilés-Ruiz R, Joaquín-Cancino S, Bautista-Martínez Y, Granados-Rivera LD. 2020. Caracterización de las unidades de producción de bovinos en El Mante, Tamaulipas. *Ciencia e Innovación*. 3: 113-124. ISSN: 2594-150X.

<http://cienciaeinnovacion.com.mx/2020/06/22/caracterizacion-de-las-unidades-de-produccion-de-bovinos-en-el-mante-tamaulipas/>

GARMENDIA J. 2005. Suplementación estratégica de vacas de doble propósito alrededor del parto. IX Seminario de pastos y forrajes.

[http://avpa.ula.ve/eventos/ix\\_seminario\\_pastosyforraje/Conferencias/C8-JulioGarmendia.pdf](http://avpa.ula.ve/eventos/ix_seminario_pastosyforraje/Conferencias/C8-JulioGarmendia.pdf)

GONZÁLEZ-MALDONADO J, Rangel-Santos R, Rodríguez-de Lara R, Ramírez-Valverde G, Ramírez-Bribiesca JE, Monreal-Díaz JC. 2019. Suplementación con ácido ascórbico para mejorar la fertilidad del ganado lechero. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 10: 1000-1012. ISSN: 2448-6698. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i4.4703>

GONZÁLEZ-PADILLA E, Lassala A, Pedernera M, Gutiérrez CG. 2019. Cow-calf management practices in Mexico: Farm organization and infrastructure. *Veterinaria México OA*. 6: 1-17. ISSN: 2448-6760.

<https://doi.org/10.22201/fmvz.24486760e.2019.3.677>

GRANADOS-RIVERA LD, Quiroz-Valiente J, Maldonado-Jáquez JA, Granados-Zurita L, Díaz-Rivera P, Oliva-Hernández J. 2018. Caracterización y tipificación del sistema doble propósito en la ganadería bovina del Distrito de Desarrollo Rural 151, Tabasco, México. *Acta Universitaria*, 28:47-57. ISSN: 2007-9621. <https://doi.org/10.15174/au.2018.1916>

HERDT TH. 2000. Ruminant adaptation to negative energy balance. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 16: 215–230. ISSN: 1558-4240.

[https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30102-X](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30102-X)

HERNÁNDEZ J. 2016. Fisiología clínica de la reproducción de los bovinos lecheros. Primera edición. Universidad Autónoma de México. Coyoacán, México. Pp. 172. ISBN: 978-607-02-8690-2.

[https://fmvz.unam.mx/fmvz/publicaciones/archivos/Fisiologia\\_Clinica.pdf](https://fmvz.unam.mx/fmvz/publicaciones/archivos/Fisiologia_Clinica.pdf)

HERNÁNDEZ-REYES E, Segura-Correa VM, Segura-Correa JC, Osorio-Arce MM. 2000. Intervalo entre partos, duración de la lactancia y producción de leche en un hato de doble propósito en Yucatán, México. *Agrociencia*. 34:699-705. ISSN: 1405-3195.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30234604>



KAEWLAMUN W, Okouyi M, Humblot P, Techakumphu M, Ponter AA. 2011. Does supplementing dairy cows with carotene during the dry period affect postpartum ovarian activity, progesterone, and cervical and uterine involution? *Theriogenology*. 75: 1029-1038. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.11.010>

KAWAS JR. 2007. Producción y utilización de bloques multnutrientes como complemento de forrajes de baja calidad para caprinos y ovinos: la experiencia en regiones semiáridas. *Tecnología e Ciência Agropecuaria*. 2: 63-69.

[https://www.researchgate.net/publication/237756032\\_Produccion\\_y\\_Utilizacion\\_de\\_Bloques\\_Multinutrientes\\_como\\_Complemento\\_de\\_Forrajes\\_de\\_Baja\\_Calidad\\_para\\_Caprinos\\_y\\_Ovinos\\_La\\_Experiencia\\_en\\_Regiones\\_Semiaridas](https://www.researchgate.net/publication/237756032_Produccion_y_Utilizacion_de_Bloques_Multinutrientes_como_Complemento_de_Forrajes_de_Baja_Calidad_para_Caprinos_y_Ovinos_La_Experiencia_en_Regiones_Semiaridas)

KHATTI A, Mehrotra S, Patel PK, Singh G, Maurya VP, Mahla AS, Chaudhari RK, Narayanan K, Das GK, Singh M, Sarkar M, Gupta HK. 2017. Supplementation of vitamin E, selenium and increased energy allowance mitigates transition stress and improves postpartum reproductive performance in crossbred cow. *Theriogenology*. 104: 142-148. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.08.014>

KIMURA K, Goff JP, Kehrl ME, Reinhardt TA. 2002. Decreased neutrophil function as a cause of retained placenta in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 85:544-550. ISSN: 0022-0302. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74107-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74107-6)

LARA A, Mendoza GD, Sánchez-Torres T, Hernández PA, Martínez JA. 2015. Response of LH and progesterone in postpartum cows added with different levels of protected methionine. *Life Science Journal*. 12: 104-112. ISSN: 1097-8135.

<http://www.lifesciencesite.com/ljsj/life1202s15/>

LASSALA A, Hernández-Cerón J, Pedernera M, González-Padilla E, Gutiérrez CG. 2020. Cow-calf management practices in Mexico: Reproduction and breeding. *Veterinaria México OA*. 7: 1-15. ISSN: 2448-6760.

<http://dx.doi.org/10.22201/fmvz.24486760e.2019.3.677>

LÓPEZ R, Díaz M, García JG, Núñez R, López R, Martínez PA. 2010. Eventos reproductivos de vacas con diferente porcentaje de genes *Bos taurus* en el trópico mexicano. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 1(4):325-336. ISSN: 2448-6698.

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11242010000400002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242010000400002)

LÓPEZ-GATIUS F. 2012. Factors of a noninfectious nature affecting fertility after artificial insemination in lactating dairy cows. A review. *Theriogenology*. ISSN: 0093-691X. 77:1029-1041. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.10.014>

LUCY MC, Savio JD, Badinga L, De La Sota RL, Thatchers WW. 1992. Factors that affect ovarian follicular dynamics in Cattle. *Journal of Animal Science*. 70:3615-3626. ISSN: 1740-0929. <https://doi.org/10.2527/1992.70113615x>



MARTÍNEZ JF, Galina CS, Rubio I, Balam WL, Corro MD. 2021. Evaluación reproductiva y costos en programas de empadre estacional con *Bos indicus* en trópico mexicano. *Revista MVZ Córdoba*. 26:e2130. ISSN: 0122-0268. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2130>

MONTIEL F, Ahuja C. 2005. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: a review. *Animal Reproduction Science*. 85: 1-26. ISSN: 0378-4320. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2003.11.001>

MONTIEL-OLGUÍN L, Espinosa-Martínez M, Ruiz-López F, Estrada-Cortés E, Durán-Aguilar M, Vera-Avila H. 2020. El día de parto y tamaño del hato impactan indicadores reproductivos en establos familiares. *Abanico veterinario*. ISSN: 2448-6132. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2020.23>

MONTIEL-OLGUÍN LJ, Estrada-Cortés E, Espinosa-Martínez MA, Mellado M. 2018. Risk factors associated with reproductive performance in small-scale dairy farms in Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. 51: 229–236. ISSN: 1573-7438. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1681-9>

NAVA-TRUJILLO H, Soto-Belloso E, Hoet AE. 2010. Effects of clinical mastitis from calving to first service on reproductive performance in dual-purpose cows. *Animal Reproduction Science*. 21:12–16. ISSN: 0378-4320.

<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.05.014>

NDIWENI N, Finch JM. 1996. Effects of in vitro supplementation with  $\alpha$ -tocopherol and selenium on bovine neutrophil functions: implications for resistance to mastitis. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 51:67-78. ISSN 0165-2427.

[https://doi.org/10.1016/0165-2427\(95\)05515-0](https://doi.org/10.1016/0165-2427(95)05515-0)

POHLER Ky G, Franco G A, Reese S T, Smith M F. 2020. Physiology and pregnancy of beef cattle. *Animal Agriculture*. 37-55. ISBN: 978-0-12-817052-6.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817052-6.00003-3>

POLITIS I, Hidiroglou N, White JH, Gilmore JA, Williams SN, Scherf H, Frigg M. 1996. Effects of vitamin E on mammary and blood leukocyte function, with emphasis on chemotaxis, in periparturient dairy cows. *American Journal of Veterinary Research*. 57:468-471. ISBN: 0002-9645. <https://europepmc.org/article/med/8712508>

RÍOS-UTRERA Á, Villagómez-Amezcuca E, Zárate-Martínez J P, Calderón-Robles R C, Vega-Murillo V E. 2020. Análisis reproductivo de vacas Suizo Pardo x Cebú y Simmental x Cebú en condiciones tropicales. *Revista MVZ Córdoba*. 25:e1637. ISSN: 0122-0268. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1637>

ROBINSON JJ, Ashworth CJ, Rooke JA, Mitchell LM, McEvoy TG. 2006. Nutrition and fertility in ruminant livestock. *Animal Feed Science and Technology*. 126:259–276. ISSN: 0377-8401. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.08.006>



ROBINSON AM, Williamson DH. 1980. Physiological roles of ketone bodies as substrates and signals in mammalian tissues. *Physiological Reviews*. 60:143–187. ISSN: 1522-1210. <https://doi.org/10.1152/physrev.1980.60.1.143>

ROJO-RUBIO R, Vázquez-Armijo JF, Pérez-Hernández P, Mendoza-Martínez GD, Salem AZM, Albarrán-Portillo B, González-Reyna A, Hernández-Martínez J, Rebollar-Rebollar S, Cardoso-Jiménez D, Dorantes-Coronado EJ, Gutierrez-Cedillo JG 2009. Dual purpose cattle production in Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. 41: 715-721. ISSN: 1573-7438. <https://doi.org/10.1007/s11250-008-9249-8>

ROMÁN H, Ortega L, Hernández L, Díaz E, Espinoza JA, Nuñez G, Vera HR, Medina M, Ruiz FJ. 2009. Producción de leche de bovinos en el sistema doble propósito. Libro Técnico Núm. 22. INIFAP.CIRGOC. Veracruz, México. 335p. ISBN: 978-607-425-171-5. Disponible en: <https://www.uv.mx/veracruz/cienciaanimal/files/2013/11/Produccion-de-leche-de-bovinos-en-el-sistema-doble-proposito.pdf>

SAMADI F, Phillips NJ, Blache D, Martin GB, D’Occhio MJ. 2013. Interrelationships of nutrition, metabolic hormones and resumption of ovulation in multiparous suckled beef cows on subtropical pastures. *Animal Reproduction Science*. 137: 137-144. ISSN: 0378-4320. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.12.012>

SENGER PL. 2003. Pathways to pregnancy and parturition. Segunda edición. Editorial Current Conceptions, Inc. Washington State University. Pullman, E.U.A. 323p. ISBN: 0-9657648-2-6. [www.currentconceptions.com](http://www.currentconceptions.com)

THATCHER W. 2017. A 100-Year Review: Historical development of female reproductive physiology in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 100: 10272–10291. ISSN: 1525-3198. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13399>

TINOCO-MAGAÑA JC, Aguilar-Pérez CF, Delgado-León R, Magaña-Monforte JG, Ku-Vera JC, Herrera-Camacho J. 2012. Effects of energy supplementation on productivity of dual-purpose cows grazing in a silvopastoral system in the tropics. *Tropical Animal Health and Production*. 44: 1073-1078. ISSN: 1573-7438. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-0042-8>

VEDOVATTO M, Moriela P, Fernandes R, Sampaio D, Carvalho FJ, Cortada IM, da Silva C, Luiz De Lucca A, Garcia R, Aparecida S, Loriano G. 2019. Effects of a single trace mineral injection on body parameters, ovarian structures, pregnancy rate and components of the innate immune system of grazing Nellore cows synchronized to a fixed-time AI protocol. *Livestock Science*. 225: 123-128. ISSN: 1871-1413. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.05.011>



VELÁZQUEZ H, Galindo L, Barrientos M, Galina CS, Maquivar MG, Montiel F. 2020. Effect of the technological status of small cow-calf farm producers on the induction to resumption of ovarian activity of dual-purpose cattle raised under tropical conditions. *Open Journal of Veterinary Medicine*. 10: 195-205. ISSN: 2165-3364.

<https://doi.org/10.4236/ojvm.2020.1011017>

VILLARROEL-MOLINA O, De-Pablos-Heredero C, Barba C, Rangel J, García A. 2021. The Importance of Network Position in the Diffusion of Agricultural Innovations in Smallholders of Dual-Purpose Cattle in Mexico. *Land*. 10:401. ISSN: 2073-445X.

<https://doi.org/10.3390/land10040401>

VITE-CRISTÓBAL C, López-Ordaz, García-Muñiz J G, Ramírez-Valverde R, Ruiz-Flores A, López-Ordaz R. 2007. Producción de leche y comportamiento reproductivo de vacas de doble propósito que consumen forrajes tropicales y concentrados. *Veterinaria México*. 38:63-79. ISSN: 0301-5092. <https://www.redalyc.org/pdf/423/42338107.pdf>

WALSH SW, Williams EJ, Evans ACO. 2011. A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Animal Reproduction Science*. 123: 127-138. ISSN: 0378-4320. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.12.001>

WILDE D. 2006. Influence of macro and micro minerals in the peri-parturient period on fertility in dairy cattle. *Animal Reproduction Science*. 96: 240-249. ISSN: 0378-4320. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2006.08.004>

ZÁRATE-MARTÍNEZ JP, Juárez-Lagunes FI, Ríos-Utrera Á, Montero-Lagunes M, Fragoso-Islas A. 2022. Consumo de FDN y su efecto sobre la respuesta a la IATF en vacas del trópico de México. *Revista MVZ Córdoba*. 27: e2121. ISSN: 0122-0268. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2121>

[Errata Erratum](#)

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-veterinario/errata>