

**Universidade Estadual do Ceará**  
**Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa**  
**Faculdade de Veterinária**  
**Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias**

**Efeito da Adição de Castanha de Caju na Dieta sobre a  
Atividade Reprodutiva no Pós-parto de Vacas Leiteiras  
Criadas no Semi-Árido**

**Alline Ferreira Brasil**

**Fortaleza-Ceará**

**Agosto de 2003**

**Universidade Estadual do Ceará**  
**Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa**  
**Faculdade de Veterinária**  
**Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias**

**Efeito da Adição de Castanha de Caju na Dieta sobre a Atividade Reprodutiva no Pós-parto de Vacas Leiteiras Criadas no Semi-Árido**

**Alline Ferreira Brasil**

Dissertação apresentada à Faculdade de Veterinária da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Veterinárias

**Área de concentração:** Reprodução Animal

**Orientador:** Prof. Dr. Airton Alencar de Araújo

**Fortaleza-Ceará**

**Agosto de 2003**

**B823e**

Brasil, Aline Ferreira.

Efeito da Adição de Castanha de Caju na  
Dieta sobre a Atividade Reprodutiva no Pós-parto  
De Vacas Leiteiras Criadas no Semi-árido  
Aline Ferreira Brasil. – 2003.

46p.                    29,7 cm

Orientador: Airton Alencar de Araújo

Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias)

Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de  
Veterinária.

1. Reprodução Animal. 2. Pós-parto.3. Farelo de castanha de caju I. Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Veterinária.

**CDD 636.082**

**Universidade Estadual do Ceará**  
**Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa**  
**Faculdade de Veterinária**  
**Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias**

**Efeito da Adição de Castanha de Caju na Dieta sobre a Atividade Reprodutiva no Pós-parto de Vacas Leiteiras Criadas no Semi-Árido**

Aline Ferreira Brasil

APROVADA EM 22/08/2003

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Airton Alencar de Araújo  
**Orientador**

---

Prof. Dr. Cláudio Cabral Campelo  
**Examinador**

---

Prof. Dr. Arlindo Alencar Araripe Moura  
**Co-orientador/Examinador**

*Aos meus pais pelo amor incondicional*

*Dedico*

*Vencer não é nada, se não se teve muito trabalho; fracassar não é nada se se fez o melhor possível.  
(Nadia Boulanger, pianista)*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, razão maior de minha existência;

Ao meu pai, **Guilherme de Souza Brasil**, pelo incentivo, carinho e por sempre acreditar em minha capacidade;

A minha mãe, **Rita Maria Ferreira Brasil**, pela paciência, amor e por estar sempre ao meu lado;

Aos meus irmãos, **Rebeca e Christopher**, pela solidariedade, carinho e paciência nos inúmeros momentos de treinos de apresentações;

Ao meu noivo, **Leonardo de Almeida Sousa**, pelo amor, paciência, admiração;

Ao meu orientador, **Dr. Airton Alencar de Araújo**, espelho de pesquisador, veterinário, pela amizade, confiança e por todos os conhecimentos adquiridos nesse tempo de convivência;

Ao **Dr. José Ricardo de Figueiredo**, por ter me iniciado na pesquisa e por todos os ensinamentos adquiridos;

A **Dra Ana Paula Rodrigues**, pela amizade e ótima convivência durante meu estágio no laboratório de folículos pré-antrais;

Aos meus co-orientadores, **Dr. Arlindo Alencar de Araripe Moura**, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará pela confiança, paciência e ao **Dr. Davide Rondina** da Universidade Estadual do Ceará, pela orientação nas análises estatísticas;

Ao **Dr. Cláudio Cabral** por participar da banca de avaliação e pelos valiosos comentários;

Ao **Dr. José Ferreira Nunes**, pelo exemplo de dedicação a pesquisa e por contribuir na realização do experimento;

Ao **Dr. Rômulo José Vieira** e **Virgílio Emanuel Vieira** pelo empréstimo do ultrassom, sem o qual não seria possível a realização do experimento;

A minha grande amiga, **Ticiano Franco Pereira da Silva**, pelo companheirismo, amizade sólida e por estar sempre disposta a me ajudar;

Ao meu amigo **Joaquim Helder Teixeira Pinheiro**, pela amizade verdadeira, pelos conselhos e pelos inúmeros momentos de descontração;

Aos colegas de mestrado da turma de 2002, em especial, **Vanessa Porto Machado, Vandberg Barbosa Braz, Ney Almeida de Carvalho, Ana Karine Rocha**

**Leite, Cláudio Afonso Pinho Lopes, Kilder Dantas Filgueiras** pela alegre convivência;

A **Lucilma Gurgel Leite**, pelos ensinamentos na parte de ultrassonografia;

Ao veterinário **Péricles Afonso Montezuma Júnior**, pelos treinos na parte de palpação retal, diagnóstico de gestação;

Aos estudantes **Raquel Uchoa** e **Júnior Régis**, bolsistas de iniciação científica da UFC, pela ajuda na condução do experimento;

Aos funcionários da Fazenda Experimental Vale do pela ajuda durante o período experimental e pela alegria;

Aos funcionários do laboratório de Nutrição do Departamento de Zootecnia da UFC pelo auxílio nas análises bromatológicas;

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização de mais um sonho.



## RESUMO

O objetivo deste experimento foi avaliar o efeito do farelo de castanha de caju na dieta sobre o desempenho produtivo e a atividade ovariana pós-parto de vacas leiteiras criadas no semi-árido do Nordeste. Doze vacas (8 Pardo Suíço e 4 Girolanda) foram alocadas, através de um delineamento inteiramente casualizado, em dois tratamentos: T0: concentrado sem castanha de caju (milho: 65,1%, far. de soja: 30,9%); T1: concentrado com castanha de caju (milho: 40,4%, far. de soja: 19,7%, far. de trigo: 15%; castanha: 20%). As dietas foram isoproteicas e isocalóricas, com uma proporção de 55 % de volumoso (capim elefante) e 45 % de concentrado. Após o parto, as vacas foram mantidas em baias individuais e o consumo de matéria seca e produção de leite, avaliados diariamente. A partir do 8º dia pós-parto até 15 dias após a ovulação, os ovários de cada animal foram examinados por meio de ultrassonografia. O consumo de matéria seca e a produção de leite não apresentaram diferenças entre os tratamentos com ou sem castanha. O intervalo parto – 1ª ovulação foi menor nas vacas alimentadas com dieta à base de castanha ( $32,8 \pm 2,3$  dias) do que no grupo alimentado com concentrado sem castanha ( $48 \pm 5,2$  dias), entretanto não houve diferença estatística ( $p > 0,05$ ). O diâmetro dos folículos pré-ovulatórios ( $17,12 \pm 0,29$  mm versus  $16,25 \pm 0,25$  mm), apresentou diferença para as vacas tratadas ou não com castanha de caju, respectivamente. A atividade ovariana pós-parto (dinâmica folicular) foi influenciada positivamente pela adição do farelo de castanha de caju na dieta, levando ao retorno mais rápido da ciclicidade das fêmeas, reduzindo deste modo o anestro do pós-parto e o intervalo parto-concepção.

## ABSTRACT

The aim of the experiment was evaluate the effect of cashew nut in the diet on the postpartum ovarian activity of dairy cows raised in the semi-arid region of the Brazilian Northeast. Fourteen cows (9 Brown Swiss and 5 Girolando) were allocated, through a completely randomized design, in one of the two treatments T0: concentrated without cashew nut (corn: 65.1%, soybean meal: 30.9%); T1: concentrate with cashew nut (corn: 40.4%, soybean meal: 19.7%, wheat meal: 15%; cashew nut: 20%). Diets had the same protein and energy content and the a proportion of 55 % forrage and (elephant grass) and 45 % concentrate. After calving, cows were housed in individual pens and dry matter intake and milk production, daily measured. Starting at the 8<sup>th</sup> day postpartum until 15 days after ovulation, both ovaries of each cow were examined by ultrasonography. Dry mater intake and milk yield were not affected by treatments. The period from calving to first ovulation was shorter for the cows fed diets with cashew ( $32.8 \pm 2.3$  days) than for those fed only corn and soybean meal ( $48 \pm 5.2$  days;  $p > 0.05$ ), however did not show difference statistical. The diameter of pre-ovulatory follicle ( $17,12 \pm 0,29$  mm versus  $16,25 \pm 0,25$  mm) did not show differences related to the use of cashew.

## SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	
INTRODUÇÃO .....L.....	01
REVISÃO DE LITERATURA.....	02
1) Ciclo Estral.....	02
2) Controle Neuro-endócrino do ciclo estral .....	03
3) Dinâmica folicular m fêmea cíclica.....	05
3.1) Dinâmica folicular no pós-parto.....	07
4) Balanço Energético no pós-parto.....	08
5) Suplementação com gordura na dieta de vacas leiteiras.....	10
6) Castanha de caju.....	12
JUSTIFICATIVA.....	14
OBJETIVOS.....	15
Objetivo Geral.....	15
Objetivos Específicos.....	15
MATERIAL E MÉTODOS.....	16
RESULTADOS.....	21
DISCUSSÃO.....	32
CONCLUSÕES GERAIS.....	37
PERSPECTIVAS.....	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

FSH	Hormônio folículo estimulante
GnRH	Hormônio liberador de gonadotrofinas
IGFs	Fator de crescimento semelhante a insulina
LH	Hormônio luteinizante
PGF <sub>2</sub> $\alpha$	Prostaglandina F <sub>2</sub> $\alpha$
° C	Graus Celsius
MS	Matéria Seca
PB	Proteína Bruta
EE	Extrato etéreo
FDN	Fibra detergente neutro
FDA	Fibra detergente ácido
FCC	Farelo de castanha de caju
mm	Milímetros

## INTRODUÇÃO

Com o objetivo de aumentar a eficiência produtiva, propriedades dedicadas à pecuária de leite intensiva têm optado pela seleção de animais com maior potencial de produção, entretanto esta prática exige a utilização de alimentos de alto valor energético e protéico. No Ceará, a maior parte destes insumos (milho, soja, farelo de trigo, etc.) é importada de outras regiões do país e sofre variações de preço às vezes acima daquelas verificadas para os produtos lácteos.

Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor mundial de castanha de caju (167.127 toneladas em 2000) e a região Nordeste concentra a maior parte desta produção, da qual 80% é proveniente dos estados do Ceará (46.217 t), Piauí (33.392 t) e Rio Grande do Norte (30.546 t; EMBRAPA, 2001). O farelo de castanha de caju obtido a partir das castanhas impróprias ao consumo e comercialização pode constituir uma alternativa para alimentação de vacas de leite, devido ao volume de produção no Estado e reduzido custo em comparação com ingredientes como o milho e a soja.

O farelo da castanha possui, em média, 92,41 % de matéria seca, 27,6% de proteína bruta e 40,7% de extrato etéreo (PIMENTEL, 2002), o que caracteriza a possibilidade de uso deste sub-produto da agroindústria como fonte de proteína e principalmente energia, na forma de gordura, para animais em lactação. No entanto, estudos são necessários para determinar a influência da gordura presente no farelo de castanha de caju sobre os aspectos reprodutivos de vacas em lactação. Para uma melhor compreensão deste trabalho serão abordados aspectos relacionados à reprodução bovina, bem como a suplementação de gordura e sua influência na reprodução.

## **REVISÃO DE LITERATURA**

### **1. Ciclo Estral**

O ciclo estral em bovinos é dividido didaticamente em quatro fases: pró-estro, estro, metaestro e diestro (GRUNERT & GREGORY, 1989). O pró-estro, que tem a duração média de 3 dias, manifesta-se externamente pelo início de edemaciação vulvar, bem como o aumento de secreção muco vaginal. Por palpação retal, percebe-

se maior contratilidade uterina com aumento da turgidez de suas paredes. Nos ovários, paralelamente a regressão do corpo lúteo, observa-se o desenvolvimento de um folículo pré-ovulatório. Histologicamente, observa-se o início da fase proliferativa, conseqüente ao aumento no nível de estrógenos circulantes. Nesse período, as vacas demonstram tendência para aproximação de outros animais e procuram repetidamente saltar sobre as outras, sem, no entanto permitir a monta.

No estro ou cio, a fêmea aceita a monta por parte do macho ou de suas companheiras. A sua duração varia entre as raças, sendo nas raças zebuínas em torno de 3 a 12 horas e nas raças européias em média 12 a 18 horas (BACILA, 1980). Nesta fase, sob influência de elevada concentração de estrógenos produzidos pela teca interna e membrana granulosa dos folículos, observam-se as maiores alterações comportamentais do ciclo estral, como farejar e lambe animais e até mesmo pessoas, tentativa de monta sobre as companheiras e aceitação de monta por parte de machos e fêmeas. Por palpação retal, percebe-se, em um dos ovários, um grande folículo pré-ovulatório com acentuada flutuação. O útero apresenta contratilidade e é erétil ao toque (GRUNERT & GREGORY, 1989). Por vaginoscopia, observa-se acúmulo de muco e grande hiperemia da mucosa, além do canal cervical encontrar-se aberto. Em geral, 10 a 12 horas após o fim da receptividade, ocorre a ovulação.

O metaestro ou pós-estro dura em média 2 a 3 dias e inicia-se a partir do momento em que desaparece a tolerância à monta (KNICKERBOCKER *et al.*, 1986). A rápida suspensão da secreção estrogênica após a ovulação causa hemorragias petequiais no endométrio e a presença de sangue no corrimento vulvar. Em novilhas, este evento (sangramento do metaestro) pode ser observado 1 até 2 dias após o cio.

No diestro ou interestro, o trato genital acha-se sob influência da progesterona produzida pelo corpo lúteo. A duração média desta fase é de 14 dias. Por palpação retal, encontra-se no local da ovulação, a partir do 5º dia do ciclo, um corpo lúteo em crescente estágio de desenvolvimento, o qual atinge maturação completa entre o 8º e 12º dia. Caso não ocorra a concepção, no 17-18º dia iniciase a regressão do corpo lúteo sob influência da prostaglandina-F<sub>2</sub> secretada pelo endométrio.

Ocasionalmente, durante o diestro ocorrem manifestações de cio, o qual estão relacionadas ao crescimento folicular conseqüente a um pico de LH no 8° dia do ciclo estral. Estes folículos não ovulam devido a altas concentrações de progesterona encontrada nesta fase. No fim do diestro, sob ação do FSH hipofisário, inicia-se o processo de crescimento folicular quando um folículo será selecionado e ovulará (KNICKERBOCKER *et al.*, 1986).

## 2. Controle Neuro-endócrino do Ciclo Estral

O ciclo estral é regulado por um complexo neuro-endócrino, com participação do hipotálamo, hipófise e do ovário.

O hipotálamo, localizado na base do 3° ventrículo, representa o comando central dos mecanismos neuro-endócrinos regulatórios do ciclo sexual. Estímulos exógenos, como luz, calor, presença do macho, concentrações sanguíneas de determinados hormônios sexuais, entre outros, são capazes de induzir a produção hipotalâmica do chamado hormônio liberador de gonadotrofinas hipofisárias (GnRH).

A hipófise ou pituitária, situa-se na sela túrcica no corpo do osso basisfenóide, na base do cérebro, e é responsável pela secreção e armazenamento de hormônios gonadotróficos. Anatomicamente dividi-se em lobo anterior (adenohipófise), lobo intermediário e lobo posterior (neurohipófise) (GETTY, 1976).

Sob influência do GnRH, a adenohipófise secreta o hormônio folículo estimulante (FSH) e o Hormônio Luteinizante (LH). O FSH estimula o crescimento dos folículos ovarianos com hiperplasia da granulosa e teca interna. Sob influência do LH, na teca interna ocorre a síntese de androstanediona a partir do colesterol. A androstanediona é convertida em testosterona que, nas células da granulosa do folículo, é aromatizada em estradiol 17 $\beta$  sob influência do FSH ((KNICKERBOCKER *et al.*, 1986). O estrógeno, além de induzir os sintomas do estro, atua também em um *feedback* positivo no hipotálamo e hipófise, pois aumenta a frequência de ondas do

GnRH. Essas ondas induzem na hipófise a liberação do LH, que irá atuar na maturação e ovulação dos folículos.

Após a ovulação, ocorre a luteinização da parede folicular sob influência do LH, originando assim o corpo amarelo ou lúteo que será responsável pela produção de progesterona e ocitocina. A progesterona produzida após a concepção é o principal hormônio responsável pela manutenção da gestação. A progesterona atua em um *feedback* negativo com o hipotálamo e hipófise diminuindo os pulsos de GnRH e, conseqüentemente bloqueando o surgimento de novas ovulações. Além disso, prepara o endométrio para a nidação do embrião e inibe as contrações uterinas. Caso não ocorra a concepção, a fêmea não irá receber o sinal de reconhecimento da gestação e assim, dois a três dias antes do início do novo ciclo, ocorre uma brusca queda dos níveis plasmáticos de progesterona resultante do efeito direto da prostaglandina uterina sobre o corpo lúteo. (Figura 1).

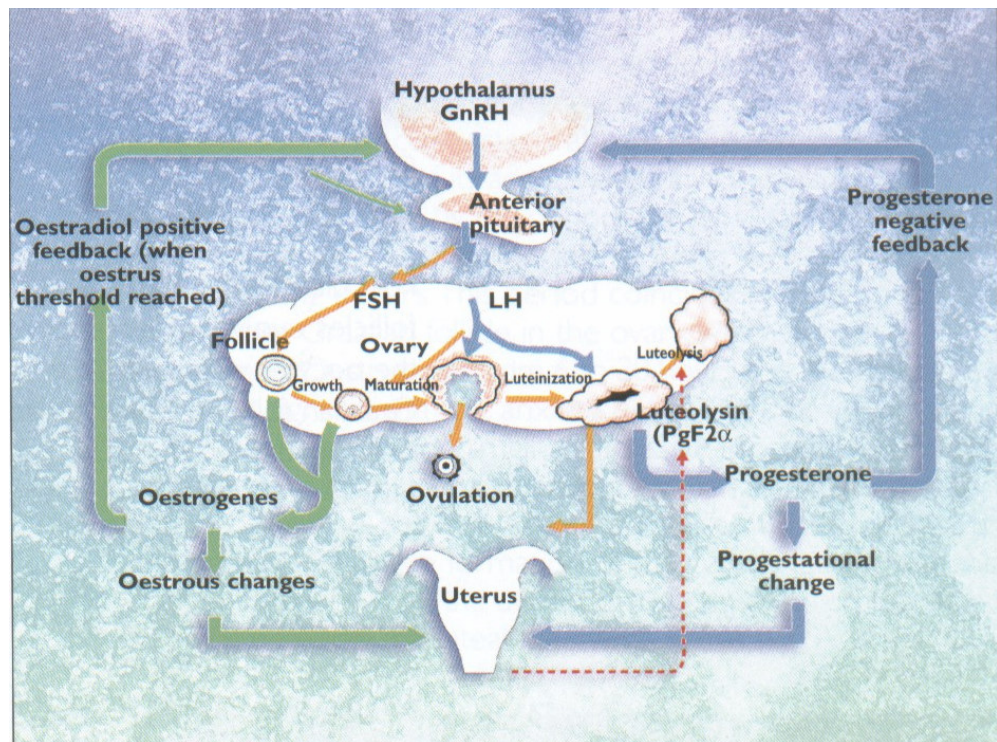


Figura 1: Controle neuro-endócrino do ciclo ovariano (de PETERS & BAUL, 1994)



### 3. Dinâmica Folicular em Fêmea Cíclica

Estudos utilizando ultrassonografia dos ovários revelaram que o crescimento folicular em vacas (FORTUNE *et al.*,1991), cabras (GINTHER & KOT, 1994) e ovelhas (GINTHER *et al.*, 1995) ocorre em ondas. A onda folicular pode ser definida pela sucessão de eventos que envolvem o crescimento e a regressão de um grupo de folículos (LUCY *et al.*,1992). As ondas foliculares ocorrem ao acaso entre os dois ovários e podem ocorrer igualmente durante o período pré-púbere, anestro estacional e no pós-parto (DRIANCOURT *et al.*,1991)

Cada onda de desenvolvimento folicular é caracterizada pela emergência simultânea de 3 a 6 folículos com diâmetro superior a 5 mm de um pool de pequenos folículos. Após esta fase de recrutamento, inicia-se a fase de seleção, na qual apenas um folículo emerge como folículo dominante do grupo de folículos recrutados. Este folículo continua a crescer enquanto os outros (folículos subordinados) regridem (FORTUNE *et al.*,1991).

O folículo dominante normalmente alcança um diâmetro máximo de 15 mm e permanece dominante por alguns dias, até tornar-se atrésico e regredir ou continuar a crescer até o estágio pré-ovulatório (18 a 20 mm) e posteriormente ovular após a luteólise (WEBB & ARMSTROG, 1998).

O mecanismo pelo qual o folículo dominante inibe o crescimento dos outros folículos ou o recrutamento de uma nova onda ainda não é plenamente conhecido. Duas hipóteses são sugeridas para explicar este fenômeno: o folículo dominante secreta algumas substâncias que inibem o crescimento e desenvolvimento dos folículos subordinados ou o folículo atinge e mantém a dominância por meio de um *feedback* negativo sobre a secreção de gonadotrofinas. O estrógeno e/ou inibina produzidas pelo folículo dominante causam declínio dos níveis de FSH, os quais

não são suficientes para manter o crescimento dos folículos subordinados (FORTUNE *et al.*,1991).

Em relação ao número de ondas por ciclo estral, 95% destes são constituídos por duas ou três ondas foliculares (SIROIS & FORTUNE,1998; GINTHET *et al.*,1989). Ciclos com uma única onda folicular têm sido relatados em novilhas no período da puberdade (EVANS *et al.*,1994) e em vacas adultas durante o primeiro intervalo interovulatório após o parto (SAVIO *et al.*,1990). Ciclo de quatro ondas são observados casualmente em *Bos indicus* (RHODES *et al.*, 1995), mas a maioria dos ciclos constituídos por 4 ondas ou mais são acompanhadas por um prolongado intervalo interovulatório resultante de uma luteólise atrasada ou uma falha na ovulação (ADAMS *et al.*,1992).

Em ambos os ciclos estrais de duas ou três ondas, a emergência da primeira onda folicular ocorre no dia da ovulação (dia 0). A emergência da segunda onda ocorre no dia 9 ou 10 para os ciclos de duas ondas, e no dia 8 ou 9 para o ciclo de três ondas. Em ciclos de três ondas, uma terceira onda emerge no dia 15 ou 16. Sucessivas ondas foliculares permanecerão anovulatórias até que a luteólise ocorra (ADAMS, 1999).

### **3.1. Dinâmica folicular pós-parto**

Embora a dinâmica folicular durante o ciclo estral tenha sido extensivamente estudada, poucas informações sobre o desenvolvimento folicular após o parto e antes da primeira ovulação pós-parto, principalmente em vacas leiteiras, tem sido relatado na literatura (BEAM & BUTLER, 1999).

SAVIO *et al.*,(1990) avaliando o desenvolvimento folicular por ultrassonografia a partir do 5º dia pós-parto, relataram que há um variável período até a detecção do folículo dominante (5 a 39 dias) e que o desenvolvimento folicular antes do aparecimento do folículo dominante, é caracterizado pelo crescimento e regressão de pequenos (< 5 mm) e médios (5 a 9 mm) folículos. Estes autores também relataram

que o primeiro folículo dominante ovulou em 14/19 vacas (74%) e ainda que os folículos formaram cistos em 4/19 e uma vaca teve 3 ondas foliculares até o folículo dominante ovular. DUFOUR & ROY (1985) afirmaram haver crescimento de folículos antrais entre 15 e 35 dias, enquanto SPICER *et al.*,(1986) relatam a presença de folículos de 8 mm no dia 7 pós-parto com o aumento do seu número entre os dias 7 e 42 pós-parto em gado de corte.

ROCHE & BOLAND (1991), afirmaram que o crescimento de um grupo de folículos de 6 a 8 mm começa entre 7 e 10 dias após o parto e que deste grupo emerge um único folículo dominante que ovula em 75 a 80% das vacas entre os dias 10 e 30 dias pós-parto.

Embora a maioria das vacas leiteiras desenvolvam folículo dominante durante a segunda semana pós-parto, três padrões de desenvolvimento folicular baseados no destino do primeiro folículo dominante têm sido descrito (BEAM & BUTLER, 1997): 1- ovulação do folículo dominante durante a primeira onda folicular; 2- desenvolvimento de sucessivas ondas até a ovulação e 3- desenvolvimento de cisto folicular a partir do primeiro folículo dominante. Os padrões 1 e 3 são caracterizados pelo desenvolvimento de folículos dominantes que produzem estrógeno suficiente para estimular a liberação de LH e ocasionar a ovulação, enquanto o padrão 2 caracteriza-se pelo crescimento de folículos dominantes que produzem concentrações baixas de estrógeno.

#### **4. Balanço Energético no Pós-parto**

No início da lactação, as vacas passam por um período de balanço energético negativo, em que a energia necessária para a manutenção e reprodução é superior a energia consumida. Vacas com déficit energético-protéico no pós-parto aumentam o período de inatividade ovariana, em função da supressão de liberação de LH pela adenohipófise, a qual é controlada pela liberação de GnRH proveniente do hipotálamo (BOLAND *et al.*,2001). No ovário, o déficit tem efeito no crescimento folicular e na produção de esteróides. A combinação destes fatores inibem a maturação e ovulação do folículo dominante, que culminará com sua atresia. Segundo MIALOT & GRIMARD

(1996), os mediadores para esta ação no sistema nervoso central podem ser a glicose, ácidos graxos e corpos cetônicos, e no ovário: insulina, IGFs (Figura 2).

Na tentativa de aumentar a densidade energética da dieta para fornecer energia para a produção de leite, a inclusão de gordura na dieta de vacas leiteiras no início do pós-parto tem sido utilizada com sucesso.

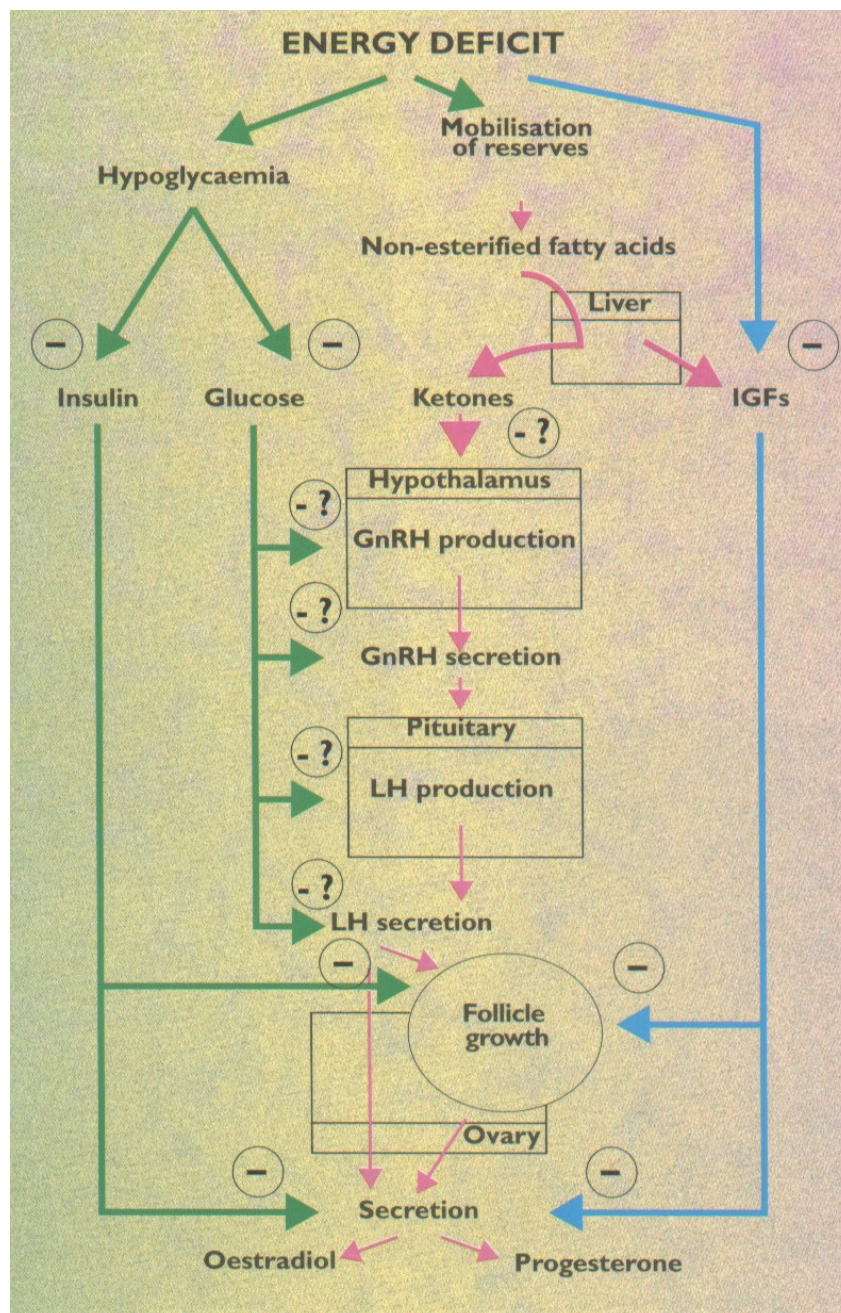


Figura 2: Efeito do déficit energético no metabolismo e hormônios envolvidos na regulação da função reprodutiva durante o ciclo reprodutivo (de MIALOT & GRIMARD,1996).

## 5. Suplementação com Gordura na Dieta de Vacas Leiteiras

De fato, parece haver uma relação antagonista entre produção de leite e fertilidade (KINSEL *et al.*,1998). No início da lactação, a evolução da produção de leite geralmente não é acompanhada por aumentos no consumo de matéria seca, resultando em um balanço energético negativo, redução da atividade ovariana e, conseqüentemente, das taxas de concepção (CANFIELD *et al.*,1990). Portanto, a integração entre os aspectos relacionados à produção de leite e reprodução deve ser conhecida quando são desenvolvidas estratégias que visam melhorar a produtividade dos rebanhos.

A suplementação de gordura para vacas em lactação aumenta a densidade energética da dieta e, conseqüentemente, o consumo total de energia e a produção de leite, desde que o consumo de matéria seca não seja reduzido (ERICKSON *et al.*,1992; HARRISON *et al.*,1995; SCHNEIDER *et al.*,1988). Ácidos graxos também possuem efeito positivo sobre o desempenho reprodutivo das fêmeas lactantes e, a priori, a lógica interpretação é de que a maior densidade energética, maior consumo total de energia e balanço energético positivo seriam as causas deste desempenho (CANFIELD *et al.*,1990; LUCY *et al.*,1991 ab).

No entanto, em vários estudos realizados sobre o uso de gordura para vacas de leite, houve melhoria nos aspectos reprodutivos sem que tenha sido observada variação positiva no balanço energético, condição corporal ou peso vivo (CARROLL *et al.*,1994; SON *et al.*,1996; STAPLES *et al.*,1998). De fato, alguns estudos mostram que a adição de gordura animal ou vegetal não causou variação ou reduziu o balanço energético (BEAM & BUTLER, 1997; HARRISON *et al.*,1995; LUCY *et al.*,1993;

SPICER *et al.*,1993). Porém, outros estudos mostram uma relação positiva entre os níveis de gordura na dieta e o balanço energético dos animais (PALMQUIST & WEISS, 1994). A razão destas diferenças de resultados não é clara, mas pode estar associada às pequenas reduções no consumo de matéria seca e/ou aumentos significativos na produção de leite que, em muitos casos e dependendo da magnitude deste aumento, é um evento que se associa com um balanço energético negativo para o animal (STAPLES *et al.*,1998).

Embora haja necessidade de uma melhor compreensão dos efeitos da suplementação de gordura no desempenho reprodutivo, as informações disponíveis indicam que a utilização de ingredientes com elevado teor de extrato etéreo para ruminantes produz efeitos sobre a fisiologia e desempenho reprodutivo de fêmeas, os quais são independentes, pelo menos em parte, do suplemento de energia para o animal em lactação (MATTOS *et al.*, 2000). A suplementação de gordura estimula o aumento no número total de folículos (LUCY *et al.*, 1991a,b; THOMAS & WILLIAMS, 1996; BEAM & BUTLER, 1997), diâmetro dos folículos pré-ovulatórios (LUCY *et al.*,1993; BEAM & BUTLER, 1997; OLDICK *et al.*,1997) e a concentração de colesterol no plasma sanguíneo (WEHRMAN *et al.*,1991). Estudos também mostram que a suplementação com níveis de gordura na dieta causam pequena elevação, porém significativa, nas concentrações plasmáticas de progesterona (STAPLES *et al.*, 1998) e redução na taxa de metabolismo deste esteróide (HAWKINS *et al.*, 1995). Níveis de progesterona têm sido associados a taxas de concepção em vacas (BRITT *et al.*, 1996).

Outro mecanismo importante de ação das gorduras adicionadas a dietas de vacas em lactação diz respeito ao processo de síntese de prostaglandinas. Alguns ácidos graxos insaturados com cadeia de 20 elementos de carbono, como o ácido araquidônico, são substratos para a síntese de  $\text{PGF}_2\alpha$  e o ácido dihomo- $\gamma$ -linolênico pode ser também desaturado e formar ácido araquidônico, contribuindo para a formação de prostaglandina  $\text{F}_2\alpha$  (GURR *et al.*, 1991). Por outro lado, ácidos graxos insaturados, como o ácido linoleico têm a capacidade de inibir a síntese de  $\text{PGF}_2\alpha$ . A suplementação de vacas com dietas contendo ácido linoleico reduz a produção de ácido araquidônico (JENKINS, 1988) e inibe a secreção de  $\text{PGF}_2\alpha$  por células

endoteliais (KADUCE *et al.*, 1982) e células do endométrio (DANET-DESNOYERS *et al.*, 1993; THATCHER *et al.*, 1994). Infusão com gordura (0,45 kg/dia; via abomaso), em comparação com a infusão de sebo, glicose ou água, reduziu significativamente a concentração de 13, 14-dihydro-15-ceto-PGF<sub>2</sub> $\alpha$  (metabólito da prostaglandina F<sub>2</sub> $\alpha$ ) em vacas de leite (OLDICK *et al.*, 1997). Em ovelhas, BURKE *et al.*, (1996) mostraram que infusões de óleo de soja causaram aumentos na concentração deste metabólito e WILLIAMS (1989) observou que a adição de caroço de algodão a dietas de vacas, em comparação com dietas isocalóricas sem caroço, praticamente dobrou a duração da fase luteal, sob estímulo do GnRH. A razão precisa destes efeitos não é conhecida, mas pode estar associada à composição de ácido linoleico na gordura amarela (17, 3 %), óleo de soja (50 %) e caroço de algodão (10,7 %). Parte significativa dos ácidos graxos insaturados são submetidos à biohidrogenação microbiana no rúmen, mas este processo não é completo, de modo que em torno de 25 % destes ácidos presentes nas dietas podem ser absorvidos pelo intestino delgado e tornarem-se disponíveis para os tecidos dos animais (MURPHY *et al.*, 1987; FELLNER *et al.*, 1995; STAPLES *et al.*, 1998).

Em concordância com estes efeitos sobre a atividade dos ovários e endométrio, estudos têm mostrado aumentos nos índices de desempenho reprodutivo, como taxa de prenhez e concepção e redução no número de inseminações por concepção, em vacas alimentadas com caroço de algodão, gordura inerte e farinha de peixe (STAPLES *et al.*, 1998), embora alguns resultados também demonstrem a inexistência de relação positiva entre os níveis de gordura na dieta e as taxas de concepção. A razão destes efeitos negativos não é clara, mas pode estar associada a problemas de manejo durante os experimentos, percentagem dos ingredientes e gordura nas dietas ou variações muito grandes no “status” energético dos animais (CARROL *et al.*, 1994; SKLAN *et al.*, 1994).

## **6. Castanha de caju**

A castanha de caju possui 21 % de proteína bruta e 37 % de extrato etéreo, dos quais 81,5 % são de ácidos graxos insaturados e 6,8 % de palmítico, 11,7 %,

estereático, 71,6 %, oleico e 9,9 % de ácido linoléico (MILITÃO, 1999). Além de conseqüências sobre a produção de leite, a composição de ácidos graxos da castanha de caju pode ter influência também sobre aspectos reprodutivos de vacas em lactação, mas não há informação alguma sobre a magnitude e o tipo destes efeitos.

PIMENTEL (2002) trabalhando com quantidades crescentes de farelo de castanha de caju no concentrado (0, 8, 16 e 24%) observou a manutenção da produção de leite, embora tenha ocorrido redução do consumo de matéria seca quando as concentrações utilizadas foram de 16 e 24%.

Portanto, um experimento será conduzido com a finalidade de avaliar os efeitos da castanha de caju sobre aspectos da função reprodutiva de vacas em lactação criadas no semi-árido.



## JUSTIFICATIVA

As informações disponíveis mostram que a utilização de certos tipos de ingredientes com elevados teores de gordura na dieta de ruminantes exercem influência positiva sobre a atividade reprodutiva durante a fase de pós-parto, período geralmente crítico para o manejo reprodutivo de rebanhos leiteiros. Os mecanismos pelos quais as diversas fontes de gordura exercem ação sobre o sistema reprodutivo ainda não estão completamente elucidados, mas parece haver uma ação direta sobre o ovário e útero e provavelmente através do fornecimento de energia durante a fase de maior produção de leite.

Como descrito anteriormente, o farelo da castanha utilizado em concentrações de até 24% no concentrado, manteve a produção de leite, embora o consumo tenha sido reduzido nas concentrações de 16 e 24%. Além de conseqüências sobre a produção de leite, a composição de ácidos graxos da castanha de caju pode ter influência também sobre o desempenho reprodutivo de vacas em lactação, porém na literatura não há informação sobre a magnitude e o tipo destes efeitos.

## **OBJETIVOS**

### **GERAL**

Avaliar os efeitos sobre a eficiência reprodutiva e produtiva da utilização do farelo de castanha de caju para a alimentação de vacas em lactação, criadas nas condições ambientais do semi-árido do Nordeste.

### **ESPECÍFICOS**

Determinar os efeitos da adição de gordura ao concentrado, na forma de farelo de castanha de caju, sobre a dinâmica folicular pós-parto de vacas leiteiras criadas em confinamento, no ambiente do semi-árido do Nordeste.

Determinar os efeitos da adição de gordura, na forma de farelo de castanha de caju sobre a produção de leite, consumo de matéria seca, peso vivo e escore corporal de vacas leiteiras criadas em confinamento, no ambiente do semi-árido do Nordeste.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Local do Experimento**

O experimento foi conduzido de Agosto a Dezembro de 2002 na Fazenda Experimental Vale do Curu (FEVC) localizada no perímetro irrigado do município de Pentecoste, semi-árido do Ceará, a 3º 47' de latitude sul e 39º 17' de longitude com uma altitude de 78,0 m. A precipitação média é de 786,7 mm/ano, concentrando-se nos meses de março a maio e, ao longo do ano, a umidade relativa do ar e temperatura apresentam médias de 74 % e 27,1 °C, respectivamente, com temperatura máxima de 35,3 °C e mínima de 22,4 °C. Durante o período experimental, a temperatura média ambiental foi de 27,3 °C ,com temperatura máxima de 35,4 ° C e mínima de 22,6° C. (Estação Meteorológica, FEVC; 2002).

### **Manejo dos animais, dietas e delineamento experimental**

Quatorze vacas, sendo nove Pardo-Suiços e cinco Gir Holanda ( ¼ Gir e ¾ Holandês), entre a 2ª e 5ª lactação, foram alocadas através de um delineamento inteiramente casualizado em dois tratamentos em função dos níveis de farelo de castanha de caju na dieta. No primeiro grupo (T0), as vacas receberam concentrado sem farelo de castanha de caju e no segundo grupo (T1), uma dieta com 20% de farelo de castanha de caju. Os outros ingredientes do concentrado eram milho grão

triturado, farelo de soja, farelo de trigo, uréia, calcário, fosfato bicálcico, sal e premix mineral/vitamínico (Tabela1).

Os animais receberam uma dieta isoproteica e isocalórica, composta de volumoso (capim elefante e silagem de milho) e concentrado na proporção de 55:45 %, com base na matéria seca, de acordo com as exigências estabelecidas pelo NRC (2001). Os grupos alocados nos tratamentos T0 e T1 foram ajustados em função da ordem de parto e produção de leite.

Os animais permaneceram confinados durante todo o dia em baias individuais sombreadas com livre acesso à água e à noite, os mesmos tinham acesso à mistura mineral em áreas livres no estábulo. A porção volumosa da dieta foi fornecida à vontade, duas vezes ao dia, permitindo sobras de 10%. Os concentrados foram ofertados durante as ordenhas da manhã e da tarde (7 kg/dia). O consumo de matéria seca, bem como a produção de leite, foram avaliados diariamente para cada animal, pesando-se a quantidade de alimento fornecida e as sobras da manhã seguinte. Amostras do alimento fornecido foram analisadas a cada 15 dias para quantificação do conteúdo de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro (FDN), de modo que a dieta pudesse ser ajustada conforme estas análises (NRC, 2001).

Peso vivo e condição corporal (escore de 1 a 5; WILDMAN *et al.*, 1982) foram avaliados a cada duas semanas. A temperatura do ar durante o período experimental foi avaliada diariamente na estação experimental da fazenda.

Tabela 1: Composição centesimal dos concentrados utilizados.

Ingredientes (%)	T0	T1
Farelo de castanha	0	20
Farelo de Soja	30.85	20.27
Farelo de trigo	0.0	15
Milho	65.1	39.83
Premix Mineral e Vitamínico	1,5	1,5
Calcário		
Uréia		

	1,15	0,61
	0,56	0,6
<b><u>Manejo no pré-parto:</u></b>	0,83	2,17

---

Os conteúdos totais de gordura nas dietas (capim + concentrado) com 0 e 20% de farelo de castanha de caju foram respectivamente, 3,63% e 7,59%, com base na matéria seca (Tabela 2). O teor de matéria seca do concentrado no tratamento com 20% de castanha (T1) foi superior ao tratamento sem castanha (T0) o que possivelmente contribuiu, embora de forma discreta, para o maior teor de proteína bruta na dieta total.

Tabela 2: Composição bromatológica (%) do capim elefante + silagem, do concentrado contendo diferentes níveis de farelo de castanha de caju e da dieta fornecida aos animais.

	Capim elefante + Silagem de milho	Níveis de Farelo de Castanha de Caju	
		0%	20%
MS	20,69	88,38	89,35
PB	7,41	19,9	20,50
EE	0,04	3,22	10,97
FDN	67,85	.	.
FDA	41,90	.	.

---

Capim elefante + silagem e concentrado		
PB	13,23	14,20
EE	3,63	7,59

---

### **Manejo Pré-parto**

Peso vivo e condição corporal também foram monitorados em todas as vacas a partir de 21 dias antes do parto de modo que pudessem atingir, na semana do parto, escore corporal entre 3,5 e 4,0 (WILDMAN *et al.*, 1982). Nesta fase, a alimentação consistia de volumoso de capim elefante e concentrado ( com ou sem castanha), ajustada em função das exigências dos animais (NRC, 2001). Animais que apresentaram parto distócico ou retenção placentária não foram utilizados no experimento.

### **Manejo reprodutivo e avaliação da dinâmica folicular**

Todos os animais após o parto receberam 50 mL de Oxitetraciclina associada a Diclofenaco sódico por via endovenosa no intuito de se prevenir infecções uterinas e a partir do 8º dia pós-parto, a cada 48 horas, os ovários de cada animal foram examinados até 15 após o aparecimento da primeira ovulação pós-parto, com a ajuda de ultrassom (Pie Medical, Falco Vet 100) equipado com uma sonda transretal com dupla frequência (6 ou 8 MHz). De cada ovário registraram-se de 4 a 8 imagens ultrassonográficas para posterior avaliação através do programa "Image J" (National Institute of Health, USA). Os folículos foram quantificados e classificados em categorias de acordo com o diâmetro médio: classe I (diâmetro <3 mm); classe II (diâmetro 3 - 5 mm); classe III (diâmetro 6 - 9 mm), classe IV (diâmetro 10- 15 ) ou classe 5 (> 15 mm). A ovulação foi monitorada através da detecção de um folículo dominante (diâmetro > 10 mm, sem a presença de um outro folículo maior) com conseqüente aparecimento do corpo lúteo e concentrações periféricas de progesterona acima de 1 ng/ml de plasma (LUCY *et al.*, 1991 a,b; CANFIELD & BUTLER, 1991).

Nos mesmos dias de exames ultrassonográficos, amostras de sangue foram coletadas em tubos contendo EDTA através de punção da veia jugular. Após a coleta,

as amostras foram mantidas em gelo, centrifugadas a 1.000 g durante 20 minutos, e o plasma mantido a  $-20^{\circ}\text{C}$  para posterior determinação das concentrações de estradiol  $17\beta$  e progesterona através de “kits” de radioimunoensaio (Coat-a-Count Total) Todas as amostras foram processadas em duplicatas.

### **Análise estatística**

As análises estatísticas foram realizadas com o programa computacional SAS (SAS, 2001). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o procedimento GLM (General Linear Model). O efeito da adição de farelo de castanha de caju sobre as variáveis dependentes: número de dias parto – 1<sup>o</sup> ovulação, número de folículos em cada classe, diâmetro do folículo dominante ou ovulatório, diâmetro do corpo lúteo, concentrações plasmáticas de estradiol  $17\beta$  e progesterona, produção de leite e consumo de matéria seca foi avaliado através de análise de variância.

O Test T de Fisher foi utilizado para comparar os tratamentos em relação ao diâmetro dos folículos dentro de cada classe, bem como o peso e escore corporal dentro de cada dia de avaliação.

O Teste de Duncan foi utilizado para comparar o peso e escore corporal dentro de cada tratamento, bem como o número de folículos dentro de cada classe. Antes da submissão a análise estatística, os dados referentes ao número de folículos foram transformados em logaritmos.

Correlação entre temperatura ambiental, consumo de matéria seca e produção de leite foi analisada pelo coeficiente de Pearson. Os dados foram expressos em média ( $\pm$  E.P.) e as diferenças foram consideradas estatisticamente diferentes a partir de  $P < 0,05$ .

## RESULTADOS

### 1. Consumo de matéria seca e produção de leite

Embora diferença estatisticamente significativa não tenha sido observada, as vacas recebendo dieta com farelo de castanha de caju apresentaram um menor consumo de matéria seca total, durante as seis primeiras semanas pós-parto. Dentro de cada grupo, o consumo de matéria seca das vacas apresentou variações semelhantes ao longo do período experimental (T1: 12,08 a 14,77 MS e T0: 13,35 a 14,48 MS), havendo um crescimento gradual na quantidade de alimento consumida a partir da primeira semana pós-parto (Figura 3). O consumo de matéria seca em função do peso vivo aumentou de forma consistente após o parto ( $p < 0,001$ ), até atingir um valor máximo na sexta semana pós-parto (Figura 4).



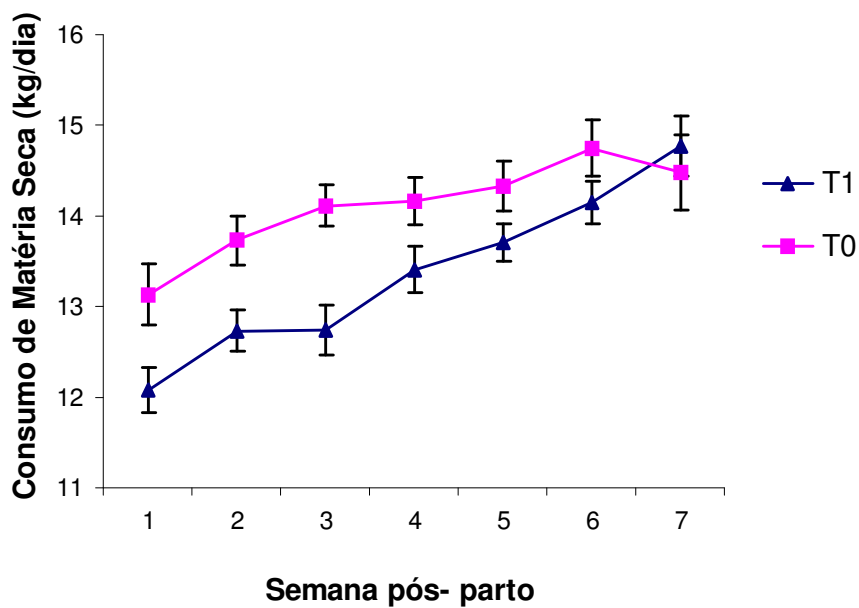


Figura 3: Consumo de matéria seca total no período da primeira à sétima semana pós-parto em vacas alimentadas com (T1) ou sem (T0) farelo de castanha de caju.

O consumo médio de matéria seca foi semelhante para os animais alimentados com ou sem castanha de caju, no período de 2 a 47 dias pós-parto (Figura 3). As variações no consumo de matéria seca em função do peso vivo também não foram significativas entre os tratamentos (Figura 4).

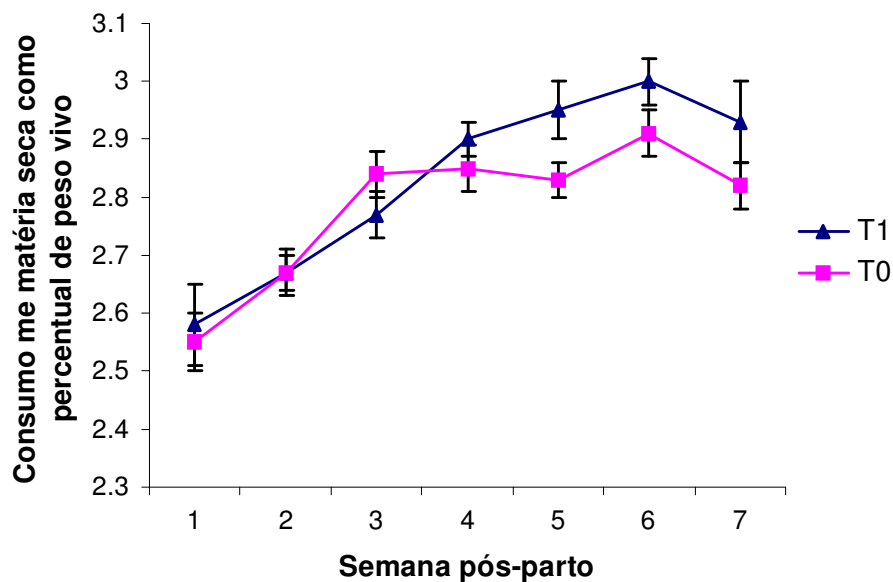


Figura 4: Consumo de matéria seca com o percentual de peso vivo da primeira a sétima semana pós-parto de vacas alimentadas com (T1) ou sem (T0) farelo de castanha de caju.

A produção de leite das vacas apresentou elevação a partir da primeira semana pós-parto em ambos os grupos, mas a diferença entre os mesmos não foi significativa ( $p > 0.01$ ), com variações de 13,4 a 20,38 kg e 15,74 a 19,66 kg para os grupos com ou sem castanha de caju, respectivamente (Figura 5).

O estudo das interações entre parâmetros ambientais e produtivos dos animais mostrou que o consumo de matéria seca e produção de leite não apresentaram correlação ( $p > 0,10$ ) com a temperatura do ar (média da temperatura da manhã – 9:00 h - e à tarde – 15:00 h). No entanto, a produção de leite diária de cada vaca esteve associada ao consumo de matéria seca ( $r = 0,58$  e  $0,66$ , para os grupos alimentados com ou sem castanha, respectivamente;  $p < 0,001$ ).

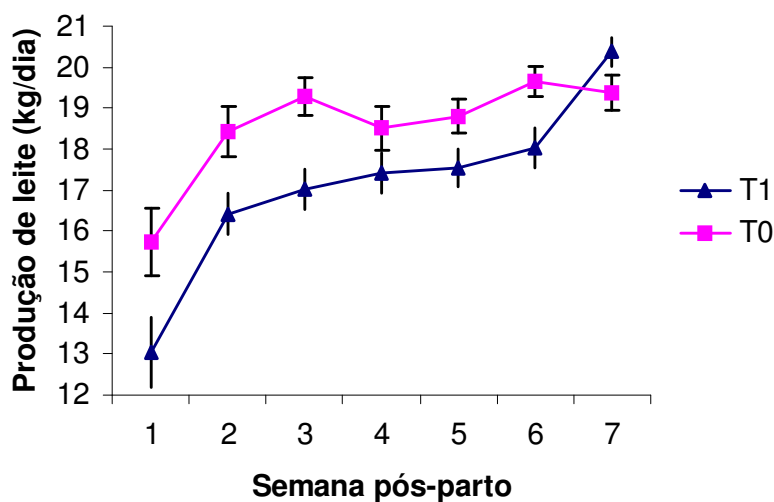


Figura 5: Produção de leite da primeira a sétima semana pós-parto em vacas alimentadas com (T1) ou sem (T0) farelo de castanha de caju.

## 2. Peso Vivo e Escore Corporal

O peso vivo dos animais, bem como o escore corporal, não foi influenciado pela adição de castanha de caju na dieta, apresentando variações de 461,17 a 480,0 kg e 3,38 a 3,53 no grupo tratado com castanha e de 497,33 a 513,33 kg e 3,35 a 3,58 no grupo tratado sem castanha, no período até 45 dias pós-parto. Diferenças significativas no escore corporal foram observadas dentro de cada tratamento entre os dias pós-parto. No tratamento com castanha, o escore aos 45 dias pós-parto foi significativamente superior ( $P < 0.05$ ) ao escore avaliado na primeira semana pós-parto (Dia 0) e 15 após o parto, sendo similar ao escore do dia 30 pós-parto e no tratamento sem castanha, os escores dos dias 30 e 45 pós-parto foram significativamente superiores aos escores dos dias 0 e 15 e semelhantes entre si (Figuras 6 e 7).

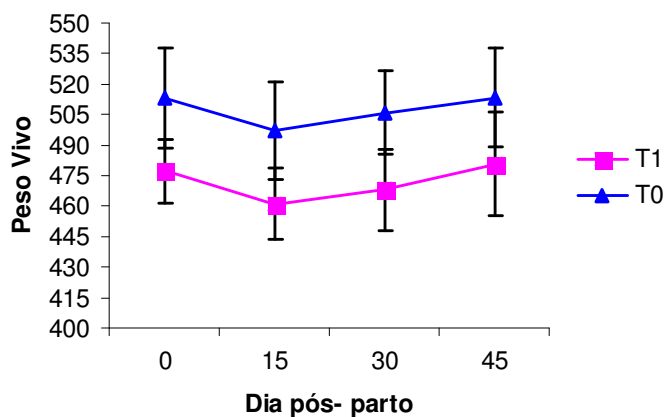


Figura 6: Peso corporal de vacas alimentadas com (T1) ou sem (T0) castanha de caju no período da primeira semana (dia 0) até 45 dias pós-parto.

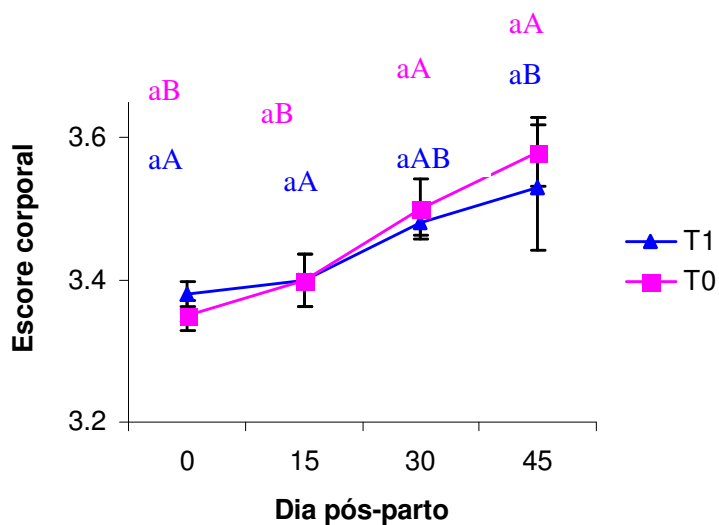


Figura 7: Escore corporal de vacas alimentadas com (T1) ou sem (T0) castanha de caju no período da primeira semana (dia 0) até 45 dias pós-parto.

- a,b- letras diferentes na mesma coluna indica diferença significativa
- A,B- letras diferentes na mesma linha indica diferença significativa,  $p < 0,05$

### 3. Parâmetros reprodutivos

Das 14 vacas experimentais, duas apresentaram retenção placentária, uma em cada grupo e, devido à detecção de uma infecção uterina, foram excluídas do experimento. O intervalo entre o parto e o período da emergência da primeira onda folicular foi menor para o grupo que não recebeu castanha. Entretanto o intervalo até a detecção do folículo dominante, na primeira onda, não foi significativamente diferente entre os tratamentos. O diâmetro do folículo dominante, bem como o diâmetro máximo do folículo pré-ovulatório, também não diferiu entre os tratamentos. O número médio de ondas foliculares até a primeira ovulação foi menor no grupo tratado com castanha de caju ( $1,8 \pm 0,30$  vs.  $2,6 \pm 0,33$  ondas), resultando assim em um menor intervalo parto - 1ª ovulação ( $36,33 \pm 3,9$  vs.  $48,33 \pm 5,25$  dias), mas estas só foram consideradas significativas considerando-se um nível de significância de 10% (Tabela 3).

Tabela 3: Dados reprodutivos no pós-parto de vacas alimentadas com ou sem castanha de caju.

Parâmetros	Tratamento 1	Tratamento 0	P
Intervalo parto - início da 1ª onda	$10,16 \pm 0,30$	$9,16 \pm 0,30$	0,004
Intervalo parto - emergência do folículo dominante (dia)	$14,83 \pm 1,42$	$13,5 \pm 1,52$	0,53
Diâmetro folículo dominante (mm)	$10,93 \pm 0,21$	$11,04 \pm 0,32$	0,77
Diâmetro máximo do folículo pré-ovulatório (mm)	$18,80 \pm 0,36$	$18,05 \pm 0,26$	0,12
Nº ondas até a 1ª ovulação	$1,8 \pm 0,30$	$2,6 \pm 0,33$	0,096
Nº dias para 1ª ovulação	$36,33 \pm 3,9$	$48,33 \pm 5,25$	0,099

No tratamento com castanha (T1), 2 animais ovularam na primeira onda folicular (33%), 3 na segunda onda (50%) e somente 1 vaca na terceira onda folicular (17%) e, no tratamento sem castanha de caju (T0), apenas 1 ovulou na primeira onda folicular (17%) e o restante ovulou somente na terceira onda folicular (83%) (Figura 8). Dos 12 animais, quatro (dois em cada tratamento) apresentaram ovulação sem sinais de estro, sendo a ovulação confirmada apenas por ultrassonografia e dosagem hormonal.

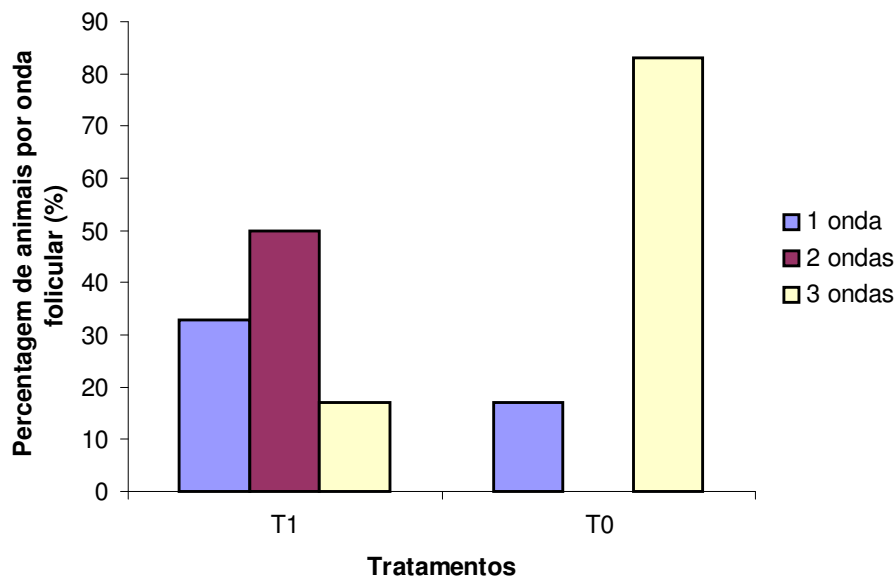


Figura 8: Percentagem de animais com 1, 2 ou 3 ondas foliculares nos tratamentos com (T1) ou sem (T0) castanha de caju.

A adição de castanha de caju na dieta esteve associada a um maior diâmetro dos folículos das classes 3 (6-9 mm) e 5 (> 15 mm), enquanto que maiores folículos da classe 2 (3-5 mm) foram observados no tratamento sem castanha (Tabela 4).

Tabela 4: Diâmetro médio de folículos nas diferentes classes em vacas alimentadas com dieta com (T1) ou sem (T0) castanha de caju.

Classe Folicular	Tratamento 0	Tratamento 1	P
Classe 1 (> 3mm)	2,69±0,18 <sup>a</sup>	2,61±0,04 <sup>a</sup>	0,76
Classe 2 (3-5 mm)	5,18±0,03 <sup>a</sup>	4,77±0,04 <sup>b</sup>	< 0,0001
Classe 3 (6-9 mm)	7,08±0,03 <sup>a</sup>	7,35±0,04 <sup>b</sup>	< 0,0001
Classe 4 (10-15 mm)	12,42±0,15 <sup>a</sup>	12,07±0,17 <sup>a</sup>	0,1326
Classe 5 (> 15 mm)	16,25±0,25 <sup>a</sup>	17,12±0,29 <sup>b</sup>	0,0312

- a,b- diferentes letras na mesma linha indica diferença significativa

O número total de folículos em cada categoria não foi afetado pela adição de castanha de caju na dieta, exceto na classe folicular 1 (< 3mm). Um maior número de folículos da classe 3 (6-9 mm) foram observados na dieta sem (T0) castanha de caju (Tabela 5).

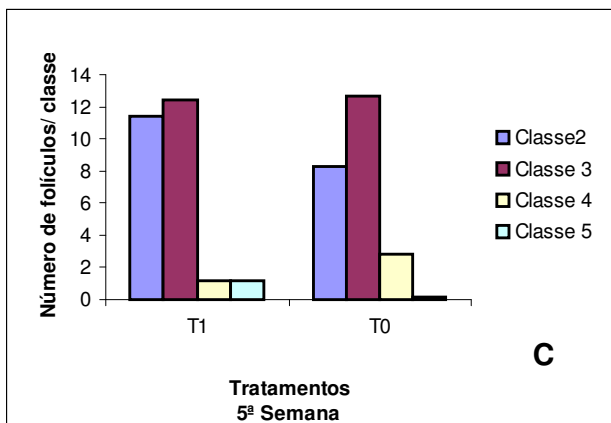
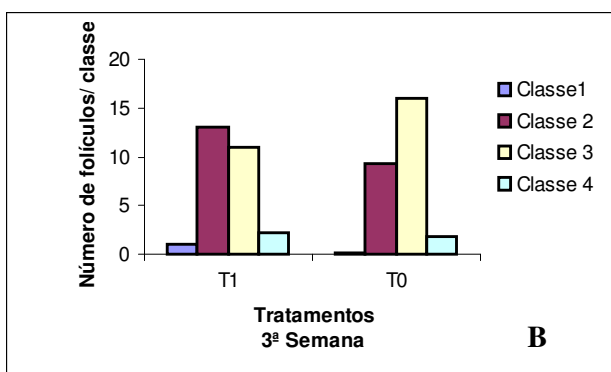
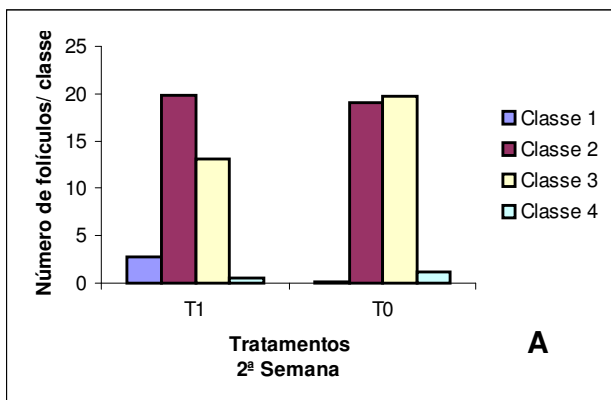
Tabela 5: Número de folículos nas diferentes classes em vacas alimentadas com dieta com (T1) ou sem (T0) castanha de caju.

Classe Folicular	Tratamento 0	Tratamento 1	P
Classe 1 (< 3 mm)	0,05±0,03 <sup>a</sup>	1,16±0,41 <sup>b</sup>	0,003
Classe 2 (3-5 mm)	10,48±1,3 <sup>a</sup>	12±1,58 <sup>a</sup>	0,46
Classe 3 (6-9 mm)	17,69±1,11 <sup>a</sup>	13,5±1,2 <sup>b</sup>	0,016
Classe 4 (10-15 mm)	2,15±0,24 <sup>a</sup>	2,53±0,43 <sup>a</sup>	0,42
Classe 5 (> 15 mm)	0,56±1,15 <sup>a</sup>	0,66±0,2 <sup>a</sup>	0,68

- a,b- diferentes letras na mesma linha indica diferença significativa

Quando se comparou o número de folículos entre os tratamentos por categoria dentro de cada semana pós-parto observou-se que o número de folículos das classes 1, 2, 3 e 4 não foi afetado pela adição da castanha de caju na 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> semana pós parto (Figura 9A e 9B). Na 5<sup>a</sup> semana pós-parto o número médio de folículos nas classes 2, 3, 4 e 5 foi semelhante entre os tratamentos, o mesmo ocorrendo na 6<sup>a</sup> semana pós-parto (Figura 9C e 9B).





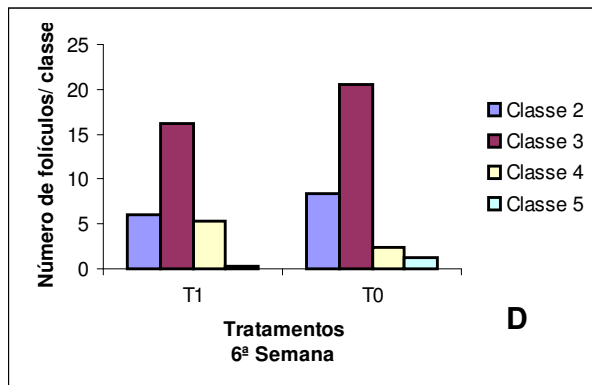
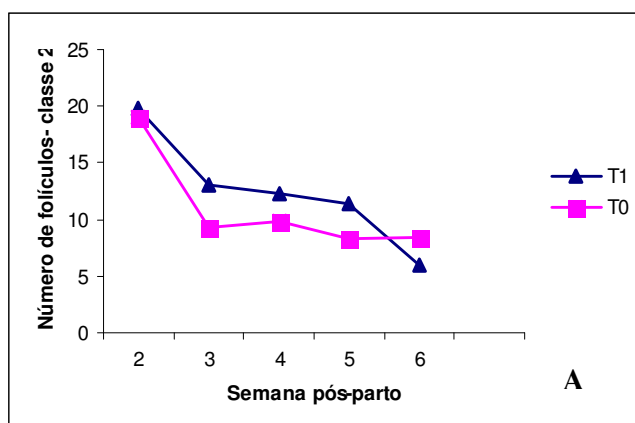


Figura 9: Número de folículos por classe folicular na 2ª (A), 3ª (B), 5ª (C) e 6ª (D) semana pós-parto de vacas alimentadas com (T1) ou sem (T0) castanha de caju.

O número de folículos da classe 2 foi reduzido de forma acentuada a partir da 3ª semana após o parto e, após este período, apresentou ainda uma fase de estabilização e decréscimo gradual (Figura 10 A). A população de folículos médios (classe 3) apresentou variações semanais, mas o número total praticamente foi o mesmo para cada tratamento durante o período experimental (Figura 10 B). O número de folículos da classe 4 (10-15 mm) também aumentou após o parto, mas as variações não foram significativas entre os tratamentos (Figura 10 C).



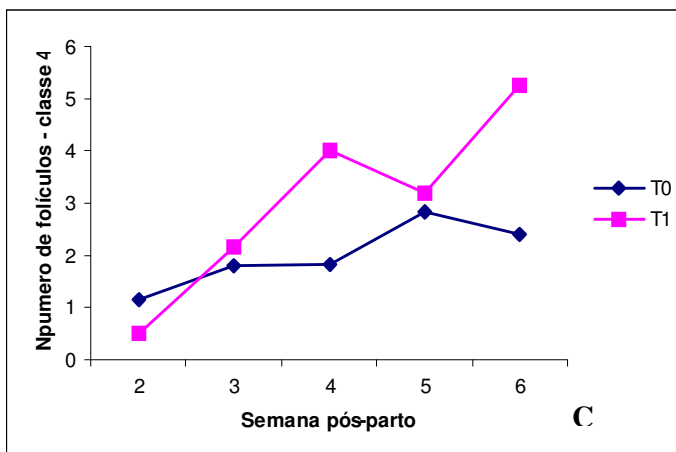
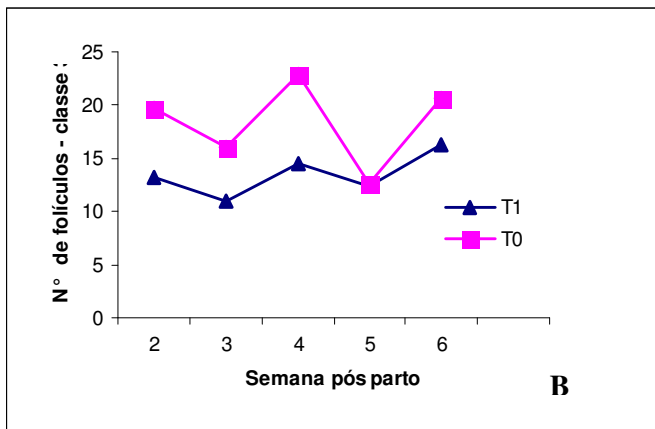


Figura 10: Número de folículos por classe em função das semanas pós-parto e dos tratamentos, com (T1) ou sem (T0) castanha de caju.

## DISCUSSÃO

### Consumo de Matéria Seca e Produção de Leite

No presente estudo, as vacas que foram alimentadas com concentrado contendo 20% de castanha de caju (7,59% EE da dieta total) apresentaram um menor consumo de matéria seca total do que o grupo não suplementado com castanha de caju, principalmente nas primeiras semanas pós-parto, mas estas diferenças não foram significativas. BEAM & BUTLER (1998) utilizando dietas suplementadas com gordura extrusada (7,0% EE com base na matéria seca) ou não (4,5% de EE com base na matéria seca) encontraram semelhantes resultados, embora na 4ª semana pós-parto um menor consumo foi encontrado nos animais suplementados com lipídeos. Estes mesmos autores em 1997, trabalhando com dietas a base sebo e gordura amarela (3,3%, 5,2% e 7,1% EE na matéria seca) também não encontraram diferenças significativas no consumo de matéria seca do parto até o 84º dia pós-parto, embora os grupos alimentados com moderado e alto teor de gordura tivessem menor consumo de matéria seca em relação ao grupo suplementado com pouca gordura.

PIMENTEL *et al.*, (2002) também trabalhando com farelo de castanha de caju, verificaram que o consumo total de matéria seca foi reduzido ( $P < 0,05$ ) com a inclusão de castanha de caju, com valores de 14 kg MS/dia (0% de FCC) a 13,22 (24% de FCC). A dieta com maior teor de FCC (24%) apresentou consumo de matéria seca total equivalente ( $P > 0,05$ ) aos tratamentos com 8 e 16%. CHAN *et al.*, (1997) verificaram que o consumo de matéria seca não sofreu alteração com a adição de teores médios (4,6%) e elevados (7,4%) de gordura inerte ao rúmen à dieta de vacas leiteiras. SCHNEIDER *et al.*, (1988) também não observaram redução no consumo de matéria seca quando vacas foram alimentadas com dietas suplementadas com (4,4% EE) ou sem (2,6% EE) ácido graxo de cadeia longa protegido com sais de cálcio (Ca-LFCA)

A produção de leite permaneceu praticamente sem alterações com a adição de castanha de caju, sendo esse resultado coincidente com outros estudos, onde se

utilizaram dietas com até 7,4 % de gordura proveniente de várias fontes, incluindo sebo (BEAM & BUTLER, 1998; GRUMMER & LUCK, 1993); óleo e soja integral (SANTOS *et al.*, 2001) e ácidos graxos protegidos associados com sebo (KNAPP & GRUMMER, 1991) ou caroço de algodão (CHAN *et al.*, 1997). PIMENTEL *et al.*, (2002) embora tenha encontrado redução significativa no consumo de matéria seca total com a adição de 24% de farelo de castanha de caju na dieta, não observou efeito significativo da inclusão de gordura sobre a produção de leite.

No entanto, KNAPP *et al.*, (1991), ao suplementarem vacas leiteiras com grão de soja tostado, observaram um primeiro aumento de 2,6 kg de leite/dia com o fornecimento de 12% do grão e um segundo aumento de 1,3 kg de leite/dia, quando o fornecimento passou de 12 para 18%. PEIXOTO *et al.*, (1994), utilizando 500g de ácidos graxos complexados com sais de cálcio (84,5% de E.E.), obtiveram aumento significativo na produção de leite (1,13 kg/dia) com este tipo de suplementação. Como observado no presente estudo, a suplementação com gordura tem apresentado resultados satisfatórios com relação ao incremento da produção de leite, embora as respostas sejam variadas. A maioria das variações é devido às respostas dos animais em relação ao consumo de matéria seca, o que depende também do nível e tipo de gordura fornecida.

### **Peso Vivo e escore corporal**

O peso vivo e escore corporal dos animais não foram influenciados pelos tratamentos. Resultado semelhante foi observado por PIMENTEL *et al.*, (2002) utilizando diferentes níveis de farelo de castanha de caju 0% a 24 % (2,37 % EE a 24% (6,83% EE). WEHRMAN *et al.*, (1991) também não encontraram diferenças significativas no peso e escore corporal de vacas alimentadas com dieta a base de caroço de algodão (vacas alimentadas com dieta contendo 6% EE da matéria seca total ou 2,2% EE da matéria seca total). Contudo, a suplementação com teores de gordura (4,7 e 6,4%) permitiu que o ganho de peso de vacas (respectivamente, 16 e 13 kg) e a recuperação da condição corporal entre a 18<sup>a</sup> e 44<sup>a</sup> semana de lactação fossem

superiores àqueles obtidos com a dieta controle (HARRISON *et al.*, 1995). As diferentes respostas obtidas para o peso vivo e escore corporal nestes trabalhos variam de acordo com o nível de suplementação, efeitos desta sobre o consumo de matéria seca, estágio de lactação e ambiente a que estiveram submetidos os animais, dentre outros fatores.

### **Parâmetros Reprodutivos**

No presente estudo, o número de dias para a detecção do folículo dominante não diferiu entre os tratamentos. BEAM E BUTLER (1997) observaram um menor número de dias para a detecção do folículo dominante em vacas recebendo dieta com moderada gordura (5,2% extrato etéreo) em relação as que receberam dieta com pouca (3,3% extrato etéreo) ou muita gordura (7,1% de extrato etéreo). Estes mesmos autores em 1998, em experimento com vacas recebendo dieta com 4,5% de extrato etéreo ou 7% (suplementado com gordura extrusada) não observaram diferenças significativas para a detecção do primeiro folículo dominante. O diâmetro do folículo dominante não foi alterado pela suplementação com farelo de castanha de caju.

No entanto, BEAM & BUTLER (1997) trabalhando com dietas com sebo e gordura amarela com baixa (3,3% EE), moderada (5,2% EE) e alta (7,7% EE) suplementação com gordura, verificaram haver diferença entre os tratamentos, tendo as vacas alimentadas com um teor médio de gordura possuírem um maior diâmetro do folículo dominante. O diâmetro de folículos pré-ovulatórios aumentou com a suplementação com gordura, embora o máximo diâmetro destes mesmos folículos não tenham aumentado. BEAM & BUTLER (1997, 1998) encontraram resultados semelhantes trabalhando como dietas contendo sebo e gordura amarela e lipídeo extrusado, respectivamente.

O intervalo parto - 1<sup>a</sup> ovulação, embora menor no grupo tratado com castanha de caju não apresentou diferenças significativas a 5% de probabilidade. BEAM & BUTLER (1997) encontraram diferenças significativas neste intervalo no mesmo nível de significância entre as dietas com baixa (45,3 d) moderada (21,4 d) e alta (37,4 d) Agrupando os animais em os que ovularam na primeira onda folicular e os que ovularam nas ondas subseqüentes, o presente estudo mostrou um intervalo parto- 1<sup>a</sup>

ovulação para os grupos tratados ou não com castanha de 26.0 ± 1,52 e 47,7 ± 3,02 dias, respectivamente ( $p < 0,03$ ). Da mesma forma, BEAM & BUTLER (1998) trabalhando com dieta suplementada ou não com gordura extrusada (7,0% EE e 4,8% EE da matéria seca da dieta) também agrupando os animais, encontrou diferença significativa no intervalo parto- 1ª ovulação.

No presente estudo, 33% dos animais suplementados com castanha ovularam na primeira onda e o restante (67%) ovulou em ondas subseqüentes. BEAM & BUTLER (1997) encontraram diferenças entre as dietas com baixa, moderada e alta suplementação de gordura, tendo a dieta com moderada gordura apresentado 83,3% dos animais ovulando na primeira onda, a dieta com baixa gordura 30,8% dos animais e a dieta com alta gordura 41,7% dos animais. Estes mesmos autores em 1998, trabalhando com dietas com 4,5 ou 7% de EE encontraram 50% dos animais ovulando na primeira onda e 21,4% ovulando nas subseqüentes ondas. No presente trabalho, 33% dos animais apresentaram ovulação sem sinais de estro. ALLRICH (1994) relata que a incidência de ovulação silenciosa na primeira ovulação pós-parto é de 50 a 94 % dos animais (SAVIO *et al.*, 1990). As teorias para a ocorrência de ovulação silenciosa são várias, dentre elas destacam-se a baixa concentração de estrógeno produzida na primeira ovulação pós-parto, curto período estral e menor sensibilidade do hipotálamo ao estrógeno da primeira ovulação pós-parto.

O número de folículos nas diferentes categorias não foi afetado pela adição de castanha de caju na dieta. WEHRMAN *et al.*, (1991) relataram o aumento no número de folículos de 3.1 a 9.9 mm em vacas alimentadas com dieta com caroço de algodão (6,0% EE). Estes autores hipotetizam que este aumento no número de folículos favorece o aumento no pool de folículos para a seleção do folículo dominante, aumentando conseqüentemente o potencial de retorno da atividade ovariana pós-parto. BEAM & BUTLER (1997) relatam o aumento de folículos de 10 a 15 mm em dietas com baixa (3,3%EE) e alta (7,7% EE) suplementação com gordura e decréscimo em dietas com moderada (5,2% EE) gordura na 2ª semana pós-parto. O aumento de folículos das classes 3 e 4 e a redução no número de folículos nas classes 1 e 2 encontrados no presente estudo, estão de acordo com a literatura, onde pequenos folículos diminuem no número para o aumento de folículos de médio diâmetro (recrutamento e seleção)

que iram constituir o pool de folículos selecionados de onde somente um se tornará dominante e ovulará (FORTUNE *et al.*,1994).

O mecanismo ou mecanismos pelos quais a dieta contendo gordura melhorou alguns parâmetros reprodutivos não está ainda completamente elucidado. Várias hipóteses são propostas: 1- a gordura favoreceu o aumento dos pulsos de GnRH, e conseqüentemente aumentou os pulsos de LH. Este aumento nos pulsos de LH, pode ter aumentado o diâmetro dos folículos, bem como a concentração plasmática de progesterona. 2- a gordura aumentou o número de receptores de IGFs e conseqüentemente estimulou a proliferação das células da granulosa. 3- a gordura pode ter aumentado a concentração de insulina e sta, promoveu uma maior proliferação das células da granulosa e da concentração plasmática de progesterona (STAPLES *et al.*,1998).



## CONCLUSÕES

- A adição de farelo de castanha de caju na dieta de vacas leiteiras no pós-parto manteve a produção de leite, podendo ser recomendada, com segurança, como fonte de energia alternativa em vacas no pós-parto sem comprometimento da performance produtiva e reprodutiva.
- A atividade ovariana pós-parto (dinâmica folicular) foi influenciada positivamente pela adição do farelo de castanha de caju na dieta, levando ao retorno mais rápido da ciclicidade das fêmeas, reduzindo deste modo o anestro do pós-parto e o intervalo parto-concepção.

## PERSPECTIVAS

- Pesquisas adicionais são necessárias para verificar os efeitos da adição de farelo de castanha de caju na dieta de vacas leiteiras durante todo o período de lactação.
- A adição de farelo de castanha de caju na dieta de vacas leiteiras poderia ser implementada em rebanhos, isto é, sobre um efetivo maior de animais para se conhecer melhor seus efeitos sobre os parâmetros produtivos e reprodutivos e verificar a viabilidade econômica do seu emprego dentro da relação custo benefício.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adams, G.P, Matteri, R.L., Ginther, O.J.,1992. Effect of progesterone on ovarian follicles, emergence of follicular waves and circulating follicle-stimulating hormone in heifers. *J.Reprod.Fertility*, 95: 627-640.

Adams, G.P. 1999. Comparative patterns of follicle development and selection in ruminants. *J.Reprod.Fertility Supplement*, 54: 17-32.

Allrich, R.D., 1994. Endocrine and Neural Control of Estrus in Dairy Cows. *J. Dairy Science*. 77.2738-2744.

Bacila, M. 1980. *Bioquímica Veterinária*. 534p. Ed. Varela

Beam, S.W., Butler, W. R. 1997. Energy balance and ovarian follicular development prior to the first ovulation post-partum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. *Biol. Reprod*. 56:133-142.

Beam, S.W., Butler, W. R. 1998. Energy balance, metabolic hormones and early postpartum follicular development in dairy cows fed prilled lipid. *J.Dairy Science*. 81: 121-131.

Beam, S.W., Butler, W. R. 1999. Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. *J.Reprod.Fertility Supplement*. 54: 411-424.

Boland, M.P., Lonergan, P., O`Callaghan, D.O. 2001. Effect of nutrition on endocrine parameters, ovarian physiology and oocyte and embryo development. *Theriogenology*. 55: 1323-1340.

Britt, J. H., Shaw, D. W., Washburn, S. P., Hedgpeth, V. S. 1996. Endogenous progesterone during the luteal phase before insemination influences embryo recovery in lactating dairy cows. *J. Anim. Sci.* 74(Suppl. 1):225 (Abstract).

Canfield, D. J., Barton, B. A., Anderson, G. W., Smith, R. D. 1990. Effects of excess degradable protein on postpartum reproduction and energy balance in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 73:2342:2349.

Carroll, D. J., Hossain, F. R., Keller, M. R. 1994. Effect of supplemental fish meal on the lactation and reproductive performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 77:3058-3072.

Canfield, R. W., Butler, W. R. 1991. Energy balance, first ovulation and the effects of naloxone on LH secretion in early postpartum dairy cows. *J. Anim. Sci.* 69:740-746.

Cummins, K. A., Sartin, J. L. 1987. Response of insulin, glucagon and growth hormone to intravenous glucose challenge in cows fed high fat diets. *J. Dairy Sci.* 70:277-283.

Danet-Desnoyers, G., Johnson, J. W., O'Keefe, S. F., Thatcher, W. W. 1993. Characterization of a bovine endometrial prostaglandine synthesis inhibitor (EPSI). *Biol. Reprod.* 48(Suppl. 1):115 (Abstract).

Driancourt, M.A., 1991. Follicular dynamics in sheep and cattle. *Theriogenology.* 35: 55-79.

Dufour, J.J. & Roy, G.L. 1985. Distribution of ovarian follicular populations in the dairy cow within 35 days after parturition. *J. Reprod. Fertility.* 73: 229-235.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Apresenta estatísticas e mapas referentes à produção de caju e castanha. Disponível em: <<http://www.cnpat.embrapa.br/~vitor/>>. Acesso em: 04 ago. 2001.

Erickson, P. S., Murphy, M. R. Clark, J. H. 1992. Supplementation of dairy cow diets with calcium salts of long-chain fatty acids and nicotinic acid in early lactation. *J. Dairy Sci.* 75:1078-1089.

Evans, A.C.O., Adams, G.P., Rawlings, N.C. 1994. Endocrine and ovarian follicular changes leading up to the first ovulation in prepubertal heifers. *J. Reprod. Fert.* 100: 187-194.

Fellner, V., Sauer, F. D., Kramer, J. K. G. 1995. Steady-state rates of linoleic acid biohydrogenation by rumen bacteria in continuous culture. *J. Dairy Sci.* 78:1815-1823.

Fortune, J.E.1991. Follicle selection in domestic ruminants. *J. Reprod. Fertility Supplement.* 43: 187-198.

Ginther, O.J., Kastelic, J.P., Knopf, L.,1989. Composition and characteristics of follicular waves during the bovine estrous cycle. *Anim. Reprod. Science.* 20: 187-200.

Ginther, O.J., Kot, K., 1994. Follicular dynamics during the ovulatory season in goats, *Theriogenology.* 42: 987-1001.

Ginther, O.J., Kot, K., Wiltbank, M.C. 1995. Associations between emergence of follicular wave and fluctuations in FSH concentrations during the estrous cycle in ewes. *Theriogenology,* 43: 689-703.

Grunert, E. & Gregory, R.M. 1989. Diagnóstico e Terapêutica da infertilidade na vaca. 2ª edição, 174p. Ed. Sulina.

Gurr, M. I., Harwood, J. L. 1991. Dietary lipids: implications for health and disease. Page 162. In: Lipid Biochemistry. M. I. Gurr and J. L. Harwood, Ed. Chapman and Hall, London, United Kingdom.

Harrison, J. H., McNamara, J. P., Kincaid, R. L. 1995. Production responses in lactating dairy cattle fed rations high in fat. *J. Dairy Sci.* 78:181-193.

Jenkins, K. J. 1988. Factors affecting poor performance and scours in preruminant calves fed corn oil. *J. Dairy Sci.* 71:3013-3020.

Kaduce, T. L., Spector, A. A., Bar, R. S. 1982. Linoleic acid metabolism and prostaglandin production by cultured bovine pulmonary artery endothelial cells. *Artherosclerosis* 2:380-389.

Knickerbocker, J.J., Thatcher, W.W., 1986. In Morrow, D.A.: Current Therapy in Theriogenology 2. Endocrine patterns during the initiation of puberty, the estrous cycle, pregnancy and parturition in cattle. 117-125.

Kinsel, M. L., Etherington, W. G. 1998. Factors affecting reproductive performance in Ontario Dairy herds. *Theriogenology* 50:1221-1238.

Lammoglia, M. A., Willard, S. T., Hallford, D. M., Randel, R. D. 1997. Effects of dietary fat on follicular development and circulating concentrations of lipids, insulin, progesterone, estradiol 17 $\beta$ , 13,14-dihydro-15-keto-prostaglandin F<sub>2</sub> and growth hormone in estrous cyclic Brahman cows. *J. Anim. Sci.* 75:1591-1600.

Lucy, M. C., Staples, C. R., Michel, F. M., Thatcher, W. W. 1991a Effects of feeding calcium soaps to early post-partum dairy cows on plasma prostaglandine F<sub>2</sub> $\alpha$ , luteinizing hormone and follicular growth. *J. Dairy Sci.* 74:483-489.

Lucy, M. C., Staples, C. R., Michel, F. M., Thatcher, W. W. 1991b. Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early postpartum dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74:473-482.

Lucy, M.C., Savio, J.D., Badinga, L., De La Sota, R.L., Thatcher, W.W. 1992. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. *J. Animal Science.* 70: 3615-3626.

Lucy, M. C., De La Sota, R.L., Staples, C. R., Thatcher, W. W. 1993. Ovarian follicular populations in lactating dairy treated with recombinant bovine somatotropin (semitrove) or saline and fed diets differing in fat content and energy. *J. Dairy Sci.* 76:1014-1027.

Mattos, R., Staples, C. R., Thatcher, W. W. 2000. Effects of fatty acids on reproduction in ruminants. *Ver. Reprod.* 5:38-45.

Militão, S. F. 1999. Utilização do farelo da amêndoa da castanha de caju suplementado com enzimas em dietas de frangos de corte. Tese de mestrado. UFC.

Murphy, M. R., Udén, P., Palmquist, D. L., Wiktorsson, H. 1987. Rumen and total diet digestibilities in lactating cows fed diets containing full-fat rapeseed. *J. Dairy Sci.* 70:1572-1582.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. 7<sup>th</sup>. Ed. Washington D.C.: National Academic of Sciences, 2001.

Oldick, B. S., Staples, C. R., Thatcher, W. W., Gyawu, P. 1997. Abomasal infusion of glucose and fat – effect on digestion, production, and ovarian and uterine function of cows. *J. Dairy Sci.* 80:1315-1328.

Palmquist, D. L., Weiss, W. P. 1994. Blood and hydrolyzed feather meals as sources of undegradable protein in high fat diets for cows for cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 77:1630-1643.

Petit, H. V., Dewhurst, R. J., Proulx, J. G., Khalid, M., Haresign, W., Twagiramungu, H. 2001. Milk production, milk composition and reproductive function of dairy cows fed different fats. *Can. J. Anim. Sci.* 81(2):263-271.

Pimentel, P.G. Consumo de Matéria Seca e Nutrientes, Produção de Leite e Indicadores de Estresse Térmico de Vacas Pardo-Suíço Alimentadas com Diferentes Níveis de Castanha de Caju no Semi-Árido. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2002. 56 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará.

Refsdal, A.O., 2000. To treat or not to treat: a proper use of hormones and antibiotics. *Animal Reproduction Science*, 60-61:109-119.

Rhodes, J.M., De`ath, G., Entwistle, K.W., 1995. Animal and temporal effects on ovarian follicular dynamics in Brahman heifers. *Anim. Reprod. Science.* 38: 265-277.

Roche, J.F & Boland, M.P. 1991. Turnover of dominant follicles in cattle of different reproductive states. *Theriogenology.* 35: 81-90.

SAS Institute Inc., SAS/STAT<sup>®</sup> User's Guide, V.6, 5th Edition, volume 2, Cary, NC, 2001. 846 pp.

Savio, J.D., Boland, M.P., Hynes, N., Roche, J.F. 1990. Resumption of follicular activity in the early post-partum period of dairy cows. *J. Reprod. Fertility.* 88: 569-579.

Schneider, P., Sklam, D., Chalupa, W., Kronfeld, D. S. 1988. Feeding calcium salts of fatty acids to lactating cows. *J. Dairy Sci.* 71:2143-2150.



Sirois, J., Fortune, J.E. 1988. Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in heifers monitored by real-time ultrasonography. *Biol. Reprod.* 39: 308-317.

Son, J., Grant, R. J., Larson, L. L. 1996. Effects of tallow and escape protein on lactational and reproductive performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79:822-830.

Skhan, D., Kaim, M., Moallem, U., Folman, Y. 1994. Effect of dietary calcium soaps on milk yield, body weight, reproductive hormones and fertility in first parity and older cows. *J. Dairy Sci.* 77:1652-1660.

Spicer, L. J., Vernon, R. K., Tucker, W. B., Wetterman, R. P., Hogue, J. F. Adams, G. D. 1993. Effects of inert fat on energy balance, plasma concentrations of hormones and reproduction in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 76:2664-2673.

Staples, C. R., Burke, J. M., Thatcher, W. W. 1998. Influence of supplemental fat on reproductive tissues and performance of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 81:856-871.

Sturman, H., Oltenacu, E.A. B., Foote, R.H., 2000. Importance of inseminating only cows in estrus. *Theriogenology*, 53: 1657-1667.

Thomas, M. G., Williams, G. L. 1996. Metabolic hormone secretion and FSH-induced sperovulatory responses of beef heifers fed dietary fat supplements containing predominantly saturated and polyunsaturated fatty acids. *Theriogenology* 45:451-458.

Webb, R., Armstrong, D.G. 1998. Control of ovarian function: effect of local interactions and environmental influences on follicular turnover in cattle. 53: 95-112.

Wehrman, M. E., Welsh, T. H. Jr., Williams, G. L. 1991. Diet induced-hyperlipidemia in cattle modifies the intrafollicular cholesterol environment, modulates ovarian follicular dynamics and hastens the onset of postpartum luteal activity. *Biol. Reprod.* 45:514-522.

Wildman, E.E, *et al.*, A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selection production characteristics. *J. Dairy Sci.*, v. 65, p. 495, 1982.

Williams, G. L. 1989. Modulation of luteal activity in postpartum beef cows through changes in dietary lipid. *J. Anim. Sci.* 67:785-793.