

EFECTO DE LA SUPLEMENTACION ENERGETICA—PROTEICA SOBRE LA
TASA REPRODUCTIVA EN VACAS DE PRIMER PARTO

Tesis de Grado
MAGISTER SCIENTIAE

Marco Antonio Oviedo López



INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA O E A
Centro Tropical de Enseñanza e Investigación
Departamento de Ganadería Tropical
Turrialba, Costa Rica
Julio, 1974

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION ENERGETICA Y PROTEICA
SOBRE LA TASA REPRODUCTIVA EN
VACAS DE PRIMER PARTO

Tesis

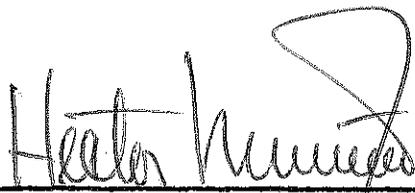
Presentada al Consejo de la Escuela para Graduados
como requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADA:



Héctor Muñoz, Ph.D.

Consejero



Oliver Deaton, Ph.D.

Comité



Manuel E. Ruíz, Ph.D.

Comité



Alfio Piva, Ph.D.

Comité



José Fargas, Ph.D.

Comité

Julio, 1974

DEDICATORIA

A mi esposa Nola

A mi abuelo Aurelio M. Oviedo

A mi amigo Oliver W. Deaton

AGRADECIMIENTO

Manifiesto mi gratitud al Dr. Héctor Muñoz, que como consejero principal y amigo que colaboró en el presente trabajo y me proporcionó una serie de enseñanzas durante mi estadía en Turrialba.

Al Dr. Manuel Ruíz y al Dr. Oliver Deaton agradezco su colaboración desinteresada en pro de mi preparación y de la elaboración de este trabajo.

A los Dres. Alfio Piva y José Fargas miembros de mi comité consejero.

Al Gobierno Mexicano que por conducto del Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología me brindaron el apoyo económico necesario para llevar a cabo el post-grado.

Al Sr. Carlos Manuel Rojas y familia, propietarios de la Hacienda Bremen por el sólido apoyo tanto material como moral que me brindaron para la ejecución de este trabajo.

Al Sr. Juan Pérez capataz de la finca por su valiosa colaboración.

BIOGRAFIA

El autor nació en México D.F., México, el 11 de junio de 1948. Realizó sus estudios primarios en el colegio Tepeyac. Los estudios secundarios y de bachiller se realizaron en la Universidad Autónoma de Chihuahua.

En el año de 1968 obtuvo el título de Técnico Ganadero en la Escuela de Ganadería de la Universidad Autónoma de Chihuahua. En el mismo año ingresó a laborar en el departamento de inseminación artificial del Centro Nacional de Investigaciones Pecuarias.

En el año de 1971 obtuvo el título de Ingeniero Zootecnista en la Escuela de Ganadería de la Universidad Autónoma de Chihuahua. En el mismo año inició sus labores como catedrático en la escuela antes mencionada.

En septiembre de 1972 ingresó como estudiante graduado del Departamento de Ganadería Tropical del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, de Turrialba, Costa Rica, obteniendo el título de Magister Scientiae en julio de 1974.

	<u>Página</u>	
1.	INTRODUCCION.....	1
2.	REVISION DE LITERATURA.....	3
	2.1 Tasa reproductiva.....	3
	2.2 Factores que afectan la eficiencia reproductiva.....	4
	2.2.1 Factores fisiológicos.....	4
	2.2.2 Factor genético.....	7
	2.2.3 Alimentación.....	9
3.	MATERIALES Y METODOS.....	14
	3.1 Localización del estudio.....	14
	3.2 Epocas en que se realizó el estudio.....	14
	3.3 Animales, instalaciones y equipo..	14
	3.4 Manejo de los animales.....	15
	3.5 Tratamientos.....	17
	3.6 Recolección de datos.....	20
	3.6.1 Diagnóstico de preñez.....	20
	3.6.2 Peso al iniciar los ensayos.....	20
	3.7 Análisis de la información.....	20
4.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	22
	4.1 Cambio de peso de las vacas.....	22
	4.1.1 Primera fase del ensayo....	22
	4.1.2 Cambios de peso en las vaquillonas de la segunda fase.....	24
	4.2 Aumentos de peso de los terneros de la segunda fase del ensayo.....	26
	4.3 Eficiencia reproductiva.....	28
	4.3.1 Primera fase del ensayo.....	28
	4.3.2 Segunda fase del ensayo.....	29
5.	RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	35
5a.	SUMMARY AND CONCLUSIONS.....	38
6.	LITERATURA CITADA.....	41
	APENDICE.....	48

LISTA DE CUADROS

<u>TEXTO</u>	<u>Página</u>
Cuadro No.	
. 1 Niveles de nutrientes proporcionados por animal por día.....	19
2 Consumo de ingredientes g/vaca/día.....	19
3 Esquema del análisis de varianza utilizado..	21
4 Cambios de peso durante la primera fase, kg.....	22
5 Análisis de varianza de los cambios de peso de las vacas de la primera fase del ensayo.....	23
6 Cambios de peso de las vaquillas en la segunda fase, kg.....	24
7 Análisis de varianza con datos ajustados a peso inicial.....	25
8 Ganancias de peso de los terneros g/animal/día.....	26
9 Andeva con datos de ajuste simultáneo, por peso inicial de la madre y el ternero.....	27
10 Eficiencia reproductiva Fase 1.....	28
11 Análisis de la eficiencia reproductiva por Chi-cuadrado.....	29
12 Eficiencia reproductiva de la segunda fase..	30
13 Análisis de la eficiencia reproductiva por Chi-cuadrado. Segunda fase.....	30

APENDICE

Figura No.

1A Producción de biomasa en relación a las dos fases del ensayo.....	49
--	----

1. INTRODUCCION

La productividad del hato de carne está relacionada con el número y peso de los terneros producidos. El comportamiento reproductivo del hato es el aspecto principal que define el número de los terneros nacidos por vaca expuesta a toro mientras que el peso de los terneros está influenciado por una serie de factores entre los cuales la habilidad materna, a través de la producción de leche, juega un papel importante.

En las áreas tropicales de América Latina, la producción animal se ve afectada por una baja tasa reproductiva. Por ejemplo, en el área centroamericana la proporción de terneros nacidos en hatos de carne oscila entre 50 y 60%.

El problema de baja reproducción se magnifica en hembras que van a su segundo parto, observándose tasas de reproducción entre un 11% a un 20%. La hembra en esta etapa de su vida, está afectada por una serie de demandas fisiológicas asociadas a su propio crecimiento, lactancia y siguiente gestación. Estas demandas fisiológicas se tornan críticas si las condiciones de alimentación, sanidad y manejo son pobres.

Por lo anteriormente expuesto se realizó el presente trabajo con los siguientes objetivos:

1. Evaluar el efecto de tres niveles de suplementación

energética-proteica sobre la tasa reproductiva de vaquillas de segundo parto.

2. Determinar el efecto de la suplementación sobre el aumento de peso de la madre y su cría.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Tasa reproductiva

El número de terneros nacidos anualmente en un hato productor de carne es un indicador directo de su productibilidad (50), a tal grado que actualmente se han confeccionado tablas que muestran el retorno al capital de acuerdo al porcentaje de terneros destetados (7); no importando si es región tropical o templada se ha probado que tasas por debajo del 75% de parición resultan ser poco rentables (59, 7).

Las estimaciones mas recientes sobre la tasa reproductiva bruta en Centroamérica, muestran que tan solo 62% de las vacas (hembras mayores de 2 años) producen ternero, incluyéndose bajo esta cifra ganado productor de carne y de la leche; ya que se estima que en hatos de leche el porcentaje de parición es de por lo menos del 75%, en consecuencia la cifra para ganado de carne en América Central no llega al 50%. Esta situación trae como consecuencia una rentabilidad muy baja para la mayoría de las empresas productoras de carne del área (19, 53).

La producción de terneros y de hembras de reemplazo es un factor crítico en América Central. Se ha observado que el porcentaje de hembras reproductoras en el área ha venido disminuyendo desde 1950 y que a la fecha actual, solo un 44% del hato lo componen las hembras reproductoras (19, 50, 53).

Este problema se vuelve más crítico si se considera la

mortalidad de terneros (12 a 14%) y los largos intervalos entre partos (18, 24 y 30 meses) que presenta la población ganadera del área (19).

Considerando la vida productiva de la hembra, el segundo parto es el que acusa menores tasas reproductivas. Existe una tendencia general en las novillas que han parido por primera vez a presentar tasas de reproducción, para su segunda gestación, que oscilan entre un 20 a 40% (14, 51, 58). Esta tendencia se ha observado en ganado de carne y leche y tiende a agudizarse cuando la edad al primer parto de la hembra es menor de los tres años (7, 22, 25, 35) y las condiciones nutricionales se reducen (15, 17, 21, 23, 29, 31, 41, 45, 58, 59, 63, 67, 68).

Además de estos factores, que la mayoría de los autores los citan como principales responsables de las bajas tasas reproductivas del segundo parto, también se asocian a ellos, los factores fisiológicos del parto y los de origen genético (25, 50, 57, 22, 12, 63, 37).

2.2 Factores que afectan la eficiencia reproductiva

2.2.1 Factores fisiológicos

Hay varios factores involucrados en la baja eficiencia reproductiva de las vaquillonas de segundo parto, pero sin duda lo más notorio es que los animales se encuentran realizando la última etapa de crecimiento (25). El descanso

post-parto es para la mayor parte de estas hembras insuficiente, reflejándose en un bajo porcentaje de reproductoras en condición de fecundarse en los primeros 21 días del segundo empadre (50, 57). Además, por lo general la calidad del alimento ingerido no es el deseado para cumplir con los requisitos demandados por el animal (54, 58). Esta etapa también coincide con la muda de los incisivos de la vaquillona que está haciendo su primera lactación, lo que disminuye la capacidad de pastoreo en más de un 25% (7).

La producción de leche es un factor significativamente adverso al buen comportamiento reproductivo (11, 42, 55, 57). Este factor significa un gran drenaje de nutrientes de la madre, en comparación con el desgaste sufrido por la gestación. Como ilustración, la cría recién nacida significa tan solo un gasto aproximado de 6.8 Kg de proteína y 1.4 Kg de grasa, mientras que en la lactancia, principalmente durante los cuatro primeros meses, el gasto es de 29.5 Kg de proteína, 31.8 Kg de grasa y 40.9 Kg de carbohidratos. Este gasto elevado de nutrientes provoca en las vaquillonas primerizas un desajuste fisiológico que afecta en primer lugar la reproducción (7, 50).

Además de los factores ya considerados, es necesario considerar también las variaciones en los requerimientos nutricionales por el animal que son debidas a fenómenos fisiológicos: lactación, gestación y crecimiento y que a su vez producen

movimiento de reservas tisulares (4). La mayor retención energética la hacen las vacas en los 2/3 iniciales de la gestación y en los primeros 60 de su lactancia (8, 21). Se considera que a medida que avanza la gestación, menor es el espacio ruminal de la madre (*) y mayor es la demanda nutritiva por parte del feto.

El nitrógeno sanguíneo, los aminoácidos y la síntesis proteica se encuentran afectados negativamente en forma considerable en la última etapa de gestación, notándose un detrimento de la proteína plasmática bastante marcado (52). Esta crisis se supera con una eficiencia muy alta durante las primeras etapas de lactación si es que existe un suministro adecuado de nutrientes (30). Las pérdidas sufridas por la carcasa materna al final de la gestación (33) y al inicio de la lactación (9, 44), deben ser compensadas para que la vaca pueda recuperar sus reservas corpóreas y tenga capacidad de reproducirse (34).

Los depósitos grasos comparados representan un indicador del balance energético, así como también del volumen y frecuencia de consumo (3). Mientras más bajos estén los depósitos, con mayor eficiencia se utilizarán los alimentos; y este estado fisiológico generalmente se alcanza después del parto al iniciar la lactación (16).

* Mc Gillard, D. Reducción del espacio ruminal como resultado del desarrollo fetal. Iowa State University, 1974. Comunicación personal.

Se puede afirmar que las vacas productoras de carne que se mantienen exclusivamente del pastoreo, por lo general lactan y se reproducen deficientemente (22, 31) y que al proporcionarles un suplemento adecuado se le da oportunidad al animal de acercarse a su capacidad genética de producción láctea (29).

En las zonas tropicales húmedas, muy húmedas y pluviales, cuando hay gran precipitación, el ganado pastorea menos y la penuria nutricional se agudiza, interrumpiéndose el ciclo estral y produciéndose pérdidas pre y post-natales (26, 31, 40, 46, 47).

2.2.2 Factor genético

En el área centroamericana la población ganadera dedicada a la producción de carne está compuesta básicamente por razas cebuinas y cruces entre estas con razas europeas.

La capacidad genética para la eficiencia reproductiva en las razas cebuinas es baja y aparentemente dicha eficiencia es afectada mayormente en el Bos indicus por el stress fisiológico, que en la mayoría de las razas europeas (59).

En lo referente a la edad al primer parto las razas cebuinas en general son menos precoces que las razas europeas

y varios estudios efectuados en el trópico muestran edades de 42 a 50 meses en comparación con 27 a 37 meses para las europeas (59).

El intervalo entre parto y primer servicio, en las hembras cebuinas está fuertemente afectado por el comportamiento materno y la producción láctea, siendo comunes intervalos superiores a 100 días (50, 59, 67). Así mismo el intervalo entre primer servicio y concepción, en especial en novillas de primer parto se alarga hasta los 114 días; el número de días entre el parto a la concepción en las razas cebuinas fluctúa entre 178 a 273 días en comparación a 104 a 130 mostrados por razas europeas (59). El número de servicios por concepción fluctúa entre 2,6 a 2,8 mientras que los promedios para razas europeas oscilan entre 1,4 a 1,8 (59). Los intervalos entre partos para las razas cebuinas son mayores que para cualquier raza europea, no siendo raros intervalos superiores a los 500 días (37).

A pesar de lo anterior las razas cebuinas guardan un gran potencial productivo cuando se someten a cruzamientos ya que las mayores respuestas a la heterosis se obtienen entre animales cebuinos-europeos, y el producto de estos supera considerablemente a cualquier raza pura o cruces entre europeos (27, 37, 38, 39, 57). La mayor ventaja de las respuestas a

heterosis ha sido observada en las características reproductivas del animal (39).

La literatura muestra que con la heterosis se logra una reducción en la edad al primer parto, menores intervalos entre parto a primer servicio, menor mortalidad de terneros y por consiguiente una mayor cosecha de terneros (27). Además de mejorar los aspectos reproductivos en cruces de Bos indicus y Bos tauros, se mejoran también los pesos al nacimiento, destete, pos-destete, así como también se obtienen animales más resistentes a las enfermedades y a la vez una mayor eficiencia en conversión de alimentos (27, 37, 38, 52).

2.2.3 Alimentación

Cuando las vacas dependen exclusivamente del pastoreo están sujetas a las fluctuaciones que sufre la biomasa tanto en cantidad como en calidad (44), provocándose una serie de desajustes nutricionales que por lo general afectan las demandas fisiológicas de las vacas, teniendo como resultado pesos insatisfactorios, pérdidas pre-natales, terneros natimortos o muy débiles, lactaciones pobres y principalmente tasas reproductivas bajas (29, 40)

En condiciones de bajo nivel nutricional el animal sufre desajustes hormonales que causan una depresión de la pituitaria anterior lo que afecta la maduración, expulsión e implantación del óvulo. Bajo estas condiciones se suscitan períodos

variables de anestro e inabilidad en el mantenimiento de la preñez. El control de la neurohipófisis, el cual actúa sobre el control de las hormonas sexuales, también es afectado influenciando cambios en las tasas de producción y/o inactivando la función hormonal específica de las glándulas endocrinas. Esto último, a su vez, causa cambios en la producción de gonadotropinas y por ende ocurren pérdidas embrionarias (28).

Uno de los medios más indicados para complementar los nutrientes que no alcanza a cubrir el pasto, es el suministro de un suplemento alimenticio (65). La suplementación debe considerarse mayormente durante el crecimiento y desarrollo de las vaquillonas, máxime que la mayor influencia reproductiva por parte de la vaca al hato, ocurre en las tres primeras pariciones, por lo que la ayuda nutricional que se le pueda brindar al animal generalmente redundará en beneficios económicos (56). Por otro lado, la suplementación alarga sensiblemente la vida productiva del hato (49).

La suplementación proteica ayuda a mantener un consumo adecuado de alimento, lo que se refleja en un efecto beneficioso sobre la tasa reproductiva (6, 65). La literatura muestra en forma consistente que la suplementación proteica provoca mayores respuestas de orden reproductivo cuando se proporciona a vacas jóvenes que cuando se provee a vacas adultas (6, 25, 34, 41, 62), siendo mayor la respuesta de las vacas en

el caso que estén sometidas a pasturas con un contenido inferior al 8% de proteína (62). En el caso de que la energía sea la primera limitante, el suplemento proteico se va a utilizar como fuente energética, y hasta que sean cubiertos los requerimientos energéticos, la proteína va a ser utilizada como tal (62). El bajo contenido proteico en una dieta disminuye el consumo y afecta el nivel de ingestión de la energía (57).

La energía tiene una influencia definitiva sobre el comportamiento reproductivo (33, 63, 66). Específicamente, se ha comprobado que la energía tiene prioridad sobre la proteína para mejorar la eficiencia reproductiva (40). El nivel energético post-parto tiene una relación directa con la reproducción en vaquillonas (15). Sin embargo, la aparición del estro no se debe esperar en los primeros 24 días post-parto (1), ya que la recuperación del ciclo reproductivo, cuando las vacas están lactando con ternero al pié es bastante lenta (55, 59).

Las deficiencias energética y proteicas pueden sumarse a las carencias de algunos otros nutrientes específicos (2), pero es un hecho que la infertilidad en el ganado es el resultado de carencias múltiples adicionales a energía y proteína (32), tales como fósforo, calcio, vitamina A y algunos otros factores nutricionales (7, 36).

La complementación alimenticia ayuda a una madurez más temprana (48, 65) y aumenta la tasa reproductiva (6, 25, 33, 34, 41, 62, 63, 66). En vacas jóvenes principalmente, el suministro energético-proteico es el que produce mayor número de terneros nacidos por vaca expuesta a toro (18, 13, 20, 23, 50, 63).

Cuando se quiere aumentar el número de concepciones con ayuda de la suplementación, se tiene que buscar que ese alimento extra, logre aumentar el peso de la vaca durante la temporada de empadre en un 2% (35). En vacas jóvenes estos aumentos aún deben ser mayores. La mayoría de trabajos en la literatura coinciden en que una ganancia de 225 a 340 g diarios, después del parto y durante el empadre, producirán un buen número de vacas en calor y ayudarán a mantener las gestaciones logradas (7). Las vacas primerizas deben ganar peso post-parto, y esto se logra con el uso de suplementación (60).

Hay regiones donde la disponibilidad así como la calidad del forraje disminuye estacionalmente, y las vacas pierden alrededor de un 15% de su peso durante la época crítica, sin que ocurran fallas reproductivas, siendo esto especialmente cierto en vacas adultas (5). También hay zonas en que la suplementación no tiene respuesta notoria, debido a la buena calidad y alta disponibilidad del pasto (69) y al comparar los lotes suplementados con los no suplementados, no hay diferencias

significativas en reproducción y crecimiento tanto de vacas como de crías (70). Sin embargo, en la gran mayoría del área centroamericana la suplementación a las vaquillonas jóvenes parece ser indispensable si se desean obtener buenas tasas reproductivas, así como un buen porcentaje de terneros destetados y que, además, las reproductoras alcancen un buen desarrollo cuando lleguen a la edad adulta.

Hay un buen número de trabajos que indican que la suplementación debe ser utilizada para reforzar los últimos 60 días de gestación. La mayor cantidad de ensayos de los últimos 10 años tienden a combinar niveles alto, medio y bajo antes y después del parto, y en forma unánime los autores de estos trabajos coinciden en que el nivel bajo durante la gestación y alto durante la lactancia, produce los mayores incrementos de parición a más bajo costo (7, 21, 24, 47, 50, 51, 67, 63, 64, 65, 66).

3. Materiales y Métodos

3.1 Localización del estudio

El experimento se llevó a cabo en la Hacienda Bremen, propiedad del señor Carlos Manuel Rojas. La Hacienda está situada en el canton de Pocosí provincia de Limón, Costa Rica. Bremen se encuentra enclavada en el trópico húmedo a 230 metros por sobre el nivel del mar. La temperatura media anual es de 25°C y la precipitación es de 4000 mm. Diciembre es el mes de mayor precipitación, y los meses de más sequía son enero, febrero y marzo.

3.2 Epocas en que se realizó el estudio.

El estudio se dividió en dos fases que se explicarán mas adelante en la sección 3.4.

La primera fase del ensayo se llevó a cabo desde el 4 de mayo al 3 de agosto de 1973, y la segunda fase se realizó del 13 de julio de 1973 al 30 de enero de 1974.

3.3 Animales, instalaciones y equipo

En la primera fase del ensayo se usaron 100 vaquillonas altamente encastadas con Brahman, en la segunda fase se incluyeron 254 animales con las mismas características de raza. Estos 2 grupos de hembras tenían una edad promedio de 30 meses, cuando se seleccionaron por palpación rectal y cumplieron con el requisito de estar realizando su primera gestación.

Para la primera fase se requirieron 2 potreros, el primero contó con una superficie de 28 hectáreas y el segundo con 36 hectáreas, y solo el primero de estos se equipó con canoas para proporcionar el suplemento, ambos potreros contaban con

agua y sales minerales. Los pastos dominantes en los potreros fueron del género Paspalum, sobresaliendo las especies conjugatum, notatum y dilatatum, además se encontraron algunas hierbas invasoras.

Para realizarse la segunda fase del ensayo se requirió un total de 5 potreros de igual composición a la ya descrita. El primer potrero de esta serie contaba con una superficie de 36 hectáreas, y de los 4 restantes los 2 con mejor calidad tenían una superficie de 4,5 hectáreas cada uno y los 2 restantes contaban con 6 hectáreas cada uno. Para facilitar el pesaje de los animales, se construyó un pequeño corral con báscula en el potrero de 36 hectáreas. Los 5 potreros tenían comederos con sales minerales y disponían de agua a toda hora. Sólo 3 de los potreros pequeños se equiparon con comederos techados para proporcionar la suplementación. En cada potrero se colocaron 12 comederos para evitar lo más posible errores por competencia durante la alimentación. En un punto intermedio a los tres potreros de suplementación se colocó un resguardo para el almacenamiento del suplemento, el potrero pequeño sin suplementación, se utilizó para alojar los animales testigos.

3.4 Manejo de los animales

El manejo concerniente a la primera fase del ensayo

consistió en suplementar a las vaquillonas durante su segundo empadre. La suplementación fue igual en los 3 lotes tratados y solo difirió en tiempo, o sea los animales recibieron iguales cantidades por animal por día pero el primer lote recibió el suplemento por 30 días, el segundo por 60 y el tercero por 90 días. Las 100 vaquillonas se dividieron aleatoriamente en 4 lotes de 25 animales, el primer lote fungió como control y esos animales no recibieron suplemento quedando un lote de 75 animales de los que aleatoriamente cada 30 días se les sustraían 25 animales para así a los 90 días de ensayo finalizar el empadre con animales sin suplemento, y con 30, 60 ó 90 días de suplementación. El empadre de las 100 vaquillonas estuvo acompañado de una lactación con ternero al pié y se procuró hasta donde fue posible de conservar la proporción de un toro por cada 20 vacas. Las vaquillonas se pesaron al inicio y al final de la prueba. La palpación se realizó a los 83 días después de finalizado el empadre, tiempo durante el cual las vacas ocuparon un solo potrero.

En el caso de la segunda fase de experimento, se concentraron las 254 vaquillonas en el potrero mayor y de ahí conforme fueron pariendo se pesaron junto con su cría y pasaron al potrero que aleatoriamente (por orden de parición) les iba correspondiendo. En cualquiera de los cuatro potreros de

prueba permanecía la vaca con su cría durante un lapso de 80 días, durante los cuales y de acuerdo al tratamiento asignado recibieron las siguientes cantidades por animal/día: T0 sin suplemento, T1 con 0,6 Mcal de energía digestible y 44 g de proteína digestible, en el T2 se triplicaron las cantidades del T1 y en el T3 se proporcionaron 7 veces los niveles proporcionados en el T1.

Al finalizar los 80 días de suplementación las vacas con sus crías, retornaron al potrero mayor para ser pesadas y esperar el momento para el diagnóstico de palpación, el que se realizó a los 96 días de finalizado el empadre. El ingreso de las últimas vacas a los potreros de prueba coincidió con el inicio del empadre (90 días), y en este momento se distribuyeron los toros a los 5 potreros a razón de 20 vacas por toro.

Los animales se desparasitaron de acuerdo al calendario de la finca y sólo una vez en los animales de la segunda fase fue necesario aplicar un tratamiento emergente para eliminar una infestación con Dermatobia hominis.

3.5 Tratamientos

En la primera fase del ensayo se suplementó a partir del día en que se inició el empadre.

Las cantidades diarias de proteína, energía y N.D.T.

suplidos a las vaquillonas fueron proporcionados por las cantidades de ingredientes mostradas a continuación.

Urea.....	100 g
Harina de carne.....	100 g
Melaza.....	200 g
Banano de rechazo.....	4000 g

Cantidades diarias por animal

Gramos de P.D./animal/día = 236,3

E.D. Mcal/aniaml/día = 2,45

Gramos de N.D.T./animal/día = 559,5

Para la segunda fase del ensayo los 3 lotes suplementados recibieron diferentes cantidades de proteína, energía y N.D.T., pero en todos los tratamientos la suplementación se inició el día del parto y se finalizó 80 días después. En el cuadro 1 se detallan las cantidades de nutrientes recibidos, así como el número de animales que compuso cada tratamiento.

Cuadro 1. Niveles de nutrientes proporcionados por animal por día

	TES- TIGO	NIVEL BAJO	NIVEL MEDIO	NIVEL ALTO
P.H. g/animal/día	0	43,5	130,3	302,4
N.D.T. g/animal/día	0	142,7	390,4	885,8
Energía digestible Mcal/animal/día	0	,6	1,7	3,9
Número de animales	51	47	55	56

En el cuadro 2 se muestran las cantidades de ingredientes requeridos para proporcionar a cada tratamiento el monto de nutrientes convenido.

Cuadro 2. Consumo de ingredientes g/vaca/día.

Ingredientes	Tratamientos			
	T 0	T 1	T 2	T 3
Urea	0	14	43	100
Harina de carne	0	29	86	200
Melaza de caña	0	50	100	200
Banano de rechazo	0	1000	3000	7000

3.6 Recolección de datos

3.6.1 Diagnóstico de preñez

El diagnóstico de gestación se llevó a cabo por el método recto-vaginal, para la primera fase del experimento se realizó a los 83 días de finalizado el empadre, y en lo referente a la parte dos del ensayo se realizó a los 96 días de finalizado el empadre.

3.6.2 Peso al iniciar los ensayos

Referente a la primera fase del ensayo se pesaron los 4 lotes de prueba al iniciar el empadre, y al finalizar la temporada de monta se volvieron a pesar los animales.

En lo concerniente a la segunda fase se pesaron la vaca y su cría por separado el día del parto, y 80 días después se pesaron otra vez la vaca y su ternero finalizando con esto la suplementación.

3.7 Análisis de la información

En el caso de la fase uno de los experimentos, las ganancias de peso fueron sometidas a un análisis de varianza mostrado en el cuadro 3.

En la segunda fase del experimento, las ganancias o pérdidas en peso de las vacas fueron ajustadas por peso inicial (peso al parto) y estos datos se trabajaron con un análisis de varianza como el presentado en el cuadro 4.

Cuadro 3. Esquema del análisis de varianza utilizado.

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	CM	F
Entre tratamientos	G-1	S.C.G.	S^2_g	S^2_g/S^2_c
Dentro de tratamientos	G(n-1)	SC dent.gru.	S^2_c	
Total	Gn-1	S.C. Total		

En el caso de la fase segunda los incrementos de peso en los terneros fueron ajustados por peso al nacer del ternero y de la madre, analizándose los datos con el patrón expuesto en el cuadro 3.

Los parámetros reproductivos "gestantes vs. no gestantes" se analizaron por el método de Chi^2 , en donde el esperado para la fase 1 fue de 20,5 o sea el testigo, y para la segunda fase fue de 28,8 o sea el control del ensayo correspondiente.

4. Resultados y discusión

4.1 Cambio de peso de las vacas

4.1.1 Primera fase del ensayo

Los aumentos de peso logrados por cada tratamiento durante esta fase son presentados en el cuadro 4. Se puede observar que durante esta fase todos los tratamientos ganaron peso, sin embargo, existe una clara tendencia a que los animales que recibieron suplementación por mas tiempo tuvieron mayores incrementos.

Cuadro 4. Cambios de peso durante la primera fase, kg

TRATA- MIENTO	DIAS BAJO SUPLEMENTO	PESO AL INICIO	PESO AL FINAL	GANANCIA DURANTE LA PRUEBA (80 DIAS)
T ₀	0	279,3	309,9	30,6
T ₁	30	240,6	309,9	69,3
T ₂	60	248,1	326,5	78,4
T ₃	90	233,0	314,8	81,8
PROMEDIO		250,3	315,3	65,03

El análisis de varianza mostró una diferencia altamente significativa para efectos de tratamientos. Cuadro 5.

Cuadro 5. Análisis de varianza de los cambios de peso de las vacas de la primera fase del ensayo.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBRES	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F
ENTRE				
TRATAMIENTOS	3	33331.129	11110.376	
				30.172
DENTRO				
GRUPOS	93	34244.953	368.225	
TOTAL	96	67576.082		

Los promedios de ganancia indican que la mayor significancia existió entre el testigo y los 3 tratamientos restantes (Duncan) no encontrándose diferencia para los tratamientos 1, 2 y 3, se observa también que después de los 60 días de suplementación la tendencia en la respuesta se vuelve casi asintótica. Estos incrementos de peso logrados por los animales durante la primera fase pueden ser considerados altos debido a que la suplementación favoreció mas al crecimiento ya que los requerimientos para lactancia de estos animales fueron menores. En esta fase, esta respuesta en crecimiento apoya los resultados de una mejor reproducción obtenida en la primera fase del ensayo, pero a la vez indica que para obtener

una tasa reproductiva más elevada se requiere de mejores niveles de suplementación (58).

4.1.2 Cambios de peso en las vaquillonas de la segunda fase.

Los cambios de peso ocurridos en esta segunda fase considerando peso inicial y peso final en cada uno de los tratamientos son presentados en el cuadro 6.

Cuadro 6. Cambios de peso de las vaquillas en la segunda fase, kg

TRATA- MIENTO	PESO INICIAL	PESO FINAL	GANANCIA Y PERDIDA DURANTE LA PRUEBA
T ₀	342,0	325,1	-16,9
T ₁	315,3	319,4	4,1
T ₂	331,6	335,5	3,8
T ₃	326,8	334,2	7,4
X	328,9	328,5	-1,6

En este cuadro se puede observar que en el caso del testigo los animales perdieron 16,9 kg y que la ganancia en

los animales que recibieron suplementación por 80 días postparto fue baja. Con la información obtenida para cambios de peso se hizo un ajuste por peso inicial para uniformizar los datos. Con los datos ajustados se hizo un análisis de varianza para evaluar los efectos de tratamiento. Cuadro 7.

Cuadro 7. Análisis de varianza con datos ajustados a peso inicial.

Fuente de Variación	Grados Libres	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F.
Entre Grupos	3	8,180.38	2,726.7951	
				1.1738
Dentro Grupos	201	466,929.62	2,323.0329	
Total	204	47,508.18		

El análisis de varianza indicó que los tratamientos no tuvieron una diferencia estadísticamente significativa en los cambios de peso de las vaquillas y que la respuesta a la suplementación no tuvo una tendencia marcada ya que los máximos aumentos obtenidos por animal fueron cercanos a los 100 g diarios.

Las diferencias observadas en cambios de peso en las

2 fases son fácilmente explicables debido a que las vaquillas de la primera fase habían sobrepasado la etapa crítica de su máxima lactancia y la suplementación contribuyó mas directamente en los aumentos de peso observados en esta etapa, además de este hecho la primera fase del ensayo coincidió con la mayor producción de biomasa de los potreros y por consiguiente mayor disponibilidad de forraje (Figura 1A). Puede decirse que la suplementación en la segunda etapa fue más en beneficio de cubrir las necesidades de mantenimiento del animal siendo insuficiente para producir aumentos de peso.

4.2 Aumentos de peso de los terneros de la segunda fase del ensayo.

Los aumentos de peso de los terneros solamente fueron tomados en la segunda fase. El cuadro 8 muestra las ganancias de peso sin ajustar y ajustados por peso al nacer de la cría y peso al parto de la madre.

Cuadro 8. Ganancias de peso de los terneros g/animal/día.

TRATAMIENTO	DATOS SIN AJUSTAR	DATOS AJUSTADOS
T ₀	695	690
T ₁	637	644
T ₂	669	667
T ₃	678	678

En el cuadro anterior se puede observar que las ganancias diarias fueron muy semejantes en los cuatro tratamientos en que mas bien el testigo obtuvo la mayor ganancia.

El análisis de varianza realizado para observar efectos de tratamientos (cuadro 9) no mostró diferencia estadística significativa.

Cuadro 9. Andeva con datos de ajuste simultáneo, por peso inicial de la madre y el ternero.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBRES	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F.
ENTRE GRUPOS	3	335,92	111,96	
				.338
DENTRO GRUPOS	190	62,876.61	330,94	
TOTAL	193	63,214.53		

Estos resultados indican que la suplementación no contribuyó en un incremento de producción de leche por parte de la madre y en aumento de peso de su ternero y por consiguiente los efectos indirectos de la suplementación no se hicieron presentes.

4. Eficiencia reproductiva

4. .1 Primera fase del ensayo

Los resultados obtenidos en relación con la eficiencia reproductiva en la primera fase del experimento se presentan en el cuadro 10, los porcentajes de gestación logrados indican un incremento al aumentar los días de suplementación.

Cuadro 10. Eficiencia reproductiva Fase 1.

TRATA- MIENTO	No. DE ANIMALES	LAPSO DE SUPLE- MENTACION (DIAS)	GESTACIONES LOGRADAS	
			No.	%
T ₀	25	0	5	20
T ₁	25	30	5	20
T ₂	24	60	10	42
T ₃	25	90	9	36

Los datos obtenidos en esta primera fase fueron analizados por el método de Chi-cuadrado donde el número de esperados es el promedio del total de gestaciones logradas en relación con el número total de animales en la prueba y promediado por el número de observaciones en cada tratamiento. Cuadro 11.

Cuadro 11. Análisis de la eficiencia reproductiva por Chi-cuadrado.

TRATA- MIENTO	No. DE ANIMALES GESTANTES	ESPE- RADO	DIFE- RENCIAS	DIF. AL CUADRADO	
T ₀	5	7,32	2,32	5,322	.7353
T ₁	5	7,32	2,32	5,322	.7353
T ₂	10	7,02	2,97	8,821	1.2548
T ₃	9	7,32	1,68	2,822	.3856
al 1,05% = 7.81 <u>vs.</u>					3.1110

El análisis de Chi-cuadrado no mostró diferencias estadísticas significativas para ninguno de los tratamientos de suplementación. Sin embargo, en el cuadro 11 se aprecia que los grupos de 60 y 90 días de suplementación tienen aproximadamente un 100% más en respuesta reproductiva con relación al testigo y al tratamiento 1.

4.3.2 Segunda fase del ensayo.

Los datos referentes a la eficiencia reproductiva de las vaquillonas sometidas a la segunda fase del ensayo se resumen en el cuadro 12, en el que se puede notar que el incremento en el porcentaje de gestaciones logradas no obedece al nivel de energía y proteína suplementado.

Cuadro 12. Eficiencia reproductiva de la Segunda Fase.

TRATA- MIENTO	No. DE ANIMALES	NIVEL/ANIMAL/DIA		GESTACIONES LOGRADAS	
		Mcal E.D.	g P.D.	No.	%
T ₀	52	0	0	15	28,846
T ₁	51	.6	43.5	18	35,294
T ₂	55	1.7	130.3	18	32,727
T ₃	57	3.9	302.4	12	21,052

Las diferencias reproductivas encontradas para los tres tratamientos proteico-energéticos, así como para el testigo fueron mínimas, y no tuvieron significancia estadística al nivel del 0,05 de acuerdo al análisis de Chi-cuadrado que aparece en el cuadro 13.

Cuadro 13. Análisis de la eficiencia reproductiva por Chi-cuadrado. Segunda fase.

TRATA- MIENTO	No. ANIMALES GESTANTES	ESPERADO	DIFEREN- CIAS	DIF. AL CUADRADO	
T ₀	6,9	7,08	-0,104	.010	.0015
T ₁	8,4	6,95	1,422	2,022	.2909
T ₂	8,4	7,49	,882	,777	.1038
T ₃	5,6	7,77	-2,189	4,791	.6166
				al ,05% 5.99 vs	1.0128

Se observa en el cuadro anterior que el tratamiento de mayor respuesta en porcentaje de gestaciones logradas fue el número 1 que correspondió al nivel bajo de suplementación y el de menor respuesta fue el tratamiento 3 que tuvo el nivel más alto de suplementación.

La ausencia de respuesta en esta segunda fase posiblemente se debió a que los niveles de suplementación utilizados no fueron capaces de cubrir los requisitos en la etapa fisiológica en la cual se encontraban los animales. Durante esta etapa de post-parto y mayor producción de leche el animal necesita los más altos niveles de alimentación. Algunos autores (7, 35) indican que para obtener buenos resultados en eficiencia reproductiva, el animal debe estar aumentando de peso aproximadamente 300 gramos diarios durante la lactancia y empadre, lo que indica que en esta fase el animal debe recibir la alimentación necesaria para mantenimiento, lactancia y aumento de peso.

Aunque no existió diferencia significativa para ambas fases en eficiencia reproductiva es notoria la diferencia en resultados obtenida en las dos fases del ensayo. Aunque en ambas fases se trataba de vaquillas de primer parto, el empadre en la primera parte del ensayo se realizó en vaquillas cuyo estado de lactancia tenía cuatro meses de iniciado y que además la suplementación fue ofrecida durante el empadre, el

que coincidió con la época de mayor crecimiento de forraje. Figura 1A.

En cambio en la segunda fase la suplementación fue ofrecida durante 80 días post-parto y no necesariamente coincidió con la época del empadre del animal ya que el grupo de animales utilizados tuvieron una dispersión de nacimientos de casi seis meses. Además tanto la época de suplementación como la del empadre coincidió con la temporada de menor producción de forraje. Figura 1A. Adicional al efecto de la baja producción de forraje se suma que el período de empadre se efectuó en los meses más lluviosos (noviembre y diciembre), este efecto provocó serios problemas en el pastoreo del animal disminuyendo la disponibilidad de pasto y fue necesario utilizar potreros de emergencia.

Durante la palpación de las vaquillas de la segunda fase fue notable observar en la mayoría de las reproductoras no gestantes una ausencia de actividad ovárica. Lo cual indica que la mayoría de estos animales habían permanecido en anestro de post-parto. Algunos autores relacionan el anestro post-parto principalmente con animales de las razas cebuinas, mientras que otros lo relacionan con bajos niveles nutricionales y estado fisiológico de la lactancia (7, 50, 55).

En ninguna de las fases del experimento la suplementación fue ofrecida pre y post-parto que según la mayoría de los autores (7, 50, 64, 65, 66) es en esta forma como se obtienen las mejores respuestas principalmente cuando se ofrecen niveles bajos de suplementación pre-parto y altos post-parto.

Bajo las condiciones en que se realizó el presente trabajo en sus dos fases, puede decirse que los niveles de suplementación utilizados no mejoraron la eficiencia reproductiva de las vaquillas y que las diferencias observadas en las dos fases fueron debidas a una mayor disponibilidad de forraje y al estado de la lactancia del animal cuando se efectuó el empadre (fase 1). Estos resultados indican que en vaquillas de segunda gestación, los requerimientos para satisfacer lactancia, crecimiento y ciclo estrual son más elevados que los suministrados en las dos fases del experimento. Por otra parte la respuesta a suplementación está asociada con la época en que esta se efectuó, así como su nivel.

Los cambios de peso observados en las madres durante las dos fases del experimento no estuvieron correlacionados con cambios en el porcentaje de concepción aunque en la primera fase del ensayo los aumentos de peso obtenidos fueron bastante altos y comparables a los que se obtienen con ganado de engorde en pastoreo o en corral. Estos resultados

indican que aunque la suplementación favorezca el aumento de peso, su importancia sería muy relativa si no fuera capaz de mejorar el nivel reproductivo del hato. Sin embargo, en hembras jóvenes de razas europeas se ha observado que aumentos superiores a los 300 gramos diarios post-parto y durante el empadre resultan en porcentajes de preñez y nacimientos superiores al 80% y que con aumentos inferiores a 200 gramos la reproducción baja alrededor de 50% (35).

La raza del ganado utilizado en este experimento pudo haber influido también en la respuesta obtenida en reproducción. Algunos autores (27, 38) indican que las razas cebuinas responden en forma más limitada a la suplementación y utilizan menos eficientemente la energía que es el factor más limitante en la reproducción (7, 50, 58, 63).

Considerando que el 25% del hato de carne está formado por vaquillonas de segunda gestación es evidente que es de crítica importancia la solución del problema de baja reproducción que muestran estos animales. En el presente estudio se ha demostrado que la suplementación proteico-energética y mineral, no ofrece una solución global aunque puede jugar un papel importante y sinergista considerar simultáneamente otros medios de solución. Estos medios de solución abarcarían aspectos de sanidad y manejo tanto de la vaca como de los pastos y de los terneros en sí.

5. Resumen y conclusiones

El presente trabajo se realizó en la Hacienda Bremen, situada en la provincia de Limón, Costa Rica, C.A.. El ensayo tuvo como objetivos: a) Evaluar el efecto de la suplementación proteico-energética sobre la tasa reproductiva de vaquillonas de primer parto, y b) Evaluar el efecto de la suplementación sobre el aumento de peso de la madre y su cría.

El ensayo se dividió en dos fases. En la primera fase se utilizaron 100 vaquillas altamente encastadas con Brahman, las que habían parido su primer ternero. El lote se dividió en 4 grupos de 25 vacas constituyéndose así cuatro tratamientos. Los tratamientos fueron: T_0 sin suplementación, T_1 con 30 días de suplemento, T_2 con 60 días y T_3 con 90 días. Durante el tiempo de suplementación las vacas recibieron iguales cantidades de suplemento por día, teniendo un monto de 2,45 Mcal de E.D. y 236 g de proteína digestible/animal/día a base de banana y cantidades pequeñas de melaza, urea y harina de carne. El período de duración de esta fase fue de 90 días la que coincidió con el período de empadre. El diagnóstico de gestación se hizo a los 83 días después de la finalización de la monta. Las vaquillonas se pesaron al inicio y al finalizar el empadre.

En la segunda fase del ensayo, se usaron 254 vaquillonas

Brahman que estaban gestando su primer ternero. Estos animales se pesaron el día del parto junto con su cría y se distribuyeron al azar a uno de cuatro tratamientos. Los tratamientos fueron: T_0 testigo (sin suplementación), T_1 que recibió 0,6 Mcal de energía digestible y 44 g de proteína digestible/animal/día, T_2 recibió tres veces los niveles de T_1 y T_3 siete veces las cantidades de T_1 . La suplementación fue ofrecida a las vaquillas con sus terneros durante 80 días post-parto. Después de este período los animales pasaron a un potrero comunal y fueron pesados tanto las vacas como los terneros. El empadre (90 días) no coincidió necesariamente con el período de suplementación ya que los nacimientos tuvieron una dispersión aproximada de seis meses. La palpación se realizó a los 96 días de finalizado el empadre.

Los resultados encontrados en las dos fases del experimento indican que la suplementación no tuvo efecto estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$) sobre el comportamiento reproductivo. Sin embargo, en la primera fase del experimento se observó que los porcentajes de preñez tendían a aumentar en relación directa al incremento de los días de suplementación. En la segunda fase el efecto de la suplementación no siguió una tendencia definida en los porcentajes de preñez observados.

Los cambios de peso observados en las vaquillas durante las dos fases siguieron un incremento proporcional al nivel de

la suplementación ofrecida. En el caso de la primera fase los aumentos fueron de 30,6, 69,3, 78,4 y 81,8 kg en 90 días para los tratamientos T_0 , T_1 , T_2 y T_3 , respectivamente. El efecto de la suplementación en esta fase mostró diferencias significativas ($P \leq 0,01$). En cambio en la segunda fase los aumentos fueron de -16,9, 4,1, 3,8 y 7,4 kg en 80 días para los tratamientos T_0 , T_1 , T_2 , y T_3 , correspondientemente. La suplementación en esta fase no acusó diferencia estadística significativa sobre los cambios en peso de las vacas.

Los aumentos de peso de los terneros en la segunda fase del ensayo, no mostraron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) por efecto de la suplementación ofrecida a las madres. El promedio general de ganancia de peso fue de 670 g/día.

Bajo las condiciones en que se realizó el presente trabajo se puede concluir que:

- a) La suplementación de vacas de primer parto ya sea durante la monta o inmediatamente después del parto no mejora el comportamiento reproductivo subsiguiente.
- b) La suplementación de vacas de primer parto durante la época monta mejora significativamente la ganancia de peso. Esto no ocurre cuando la suplementación se realiza en el período inmediato al parto.
- c) La suplementación en el período de post-parto y previo al inicio de la monta no influye sobre los aumentos de peso de los terneros.

5a. Summary and Conclusions

The present study was conducted at Hacienda Bremen, located in the Province of Limón, Costa Rica; this experiment had the following objectives: a) To evaluate the effect of a proteic-energetic supplementation on the reproductive rate of first-calving heifers, and b) to evaluate the effect of the supplementation on the weight gains of the cow and her calf.

The trial was divided in two phases. In the first phase, 100 first-calving heifers highly up-graded with Brahman blood were used. The lot was divided into four groups of 25 cows each. The treatments were: T_0 without supplementation, T_1 30 days of supplementation, T_2 60 days, and T_3 90 days of supplementation. Throughout the period of supplementation the cows received equal quantities of the supplement per day (2,45 Mcal of digestible protein/animal/day). The supplement was based on banana and small amounts of molasses, urea and meat and bone meal; minerals were also provided. This phase was carried out during the breeding season which lasted 90 days. The diagnose of gestation was made 83 days after the breeding period ended. The cows were weighed at the beginning and at the end of the breeding season.

In the second phase of the trial, 254 Brahman heifers gestating their first calf were used. These animals were weighed

the day gave birth along with their calf and were distributed at random in one of four treatments. The treatments were: T_0 control (without supplementation), T_1 0,6 Mcal of digestible energy and 44 g of digestible protein/animal/day, T_2 three times the levels of T_1 , and T_3 seven times the levels of T_1 . The heifers were supplemented for 80 days following parturition. They were later moved to a communal pasture where their final weight was taken. The breeding season (90 days) did not necessarily overlap with the period of supplementation since the calving season lasted for approximately six months. The palpation was taken 96 days after ending the breeding season.

The results obtained in both phases of the experiment indicate that the supplementation had no statistically significant effect ($P > 0,05$) on the reproductive performance. Nevertheless, in the first phase of the experiment there was a tendency for the percentages of pregnancy to increase in direct relation to number of days of supplementation. In the second phase, the effect of the supplementation did not show a definite tendency in regard to percentages of pregnancies observed.

The weight changes observed in the heifers during the two phases followed a proportional increase to the level of supplementation offered. In the case of the first phase, the increases were: 30,6, 69,3, 78,4 and 81,8 kg in 90 days for

treatments T_0 , T_1 , T_2 and T_3 , respectively. The effect of the supplementation on weight changes in this phase was highly significant ($P < 0,01$). On the other hand, in the second phase the weight gains were: -16,9, 4,1, 3,8 and 7,4 kg in 80 days for treatments T_0 , T_1 , T_2 and T_3 . These differences were not statistically significant.

The weight gains of the calves, which were taken only in the second phase, did not show significant differences ($P < 0,05$). The average weight gain was 670 g/calf/day.

Under the conditions in which this study was conducted it can be concluded that:

a) The supplementation of first-calving cows, either during the breeding season or immediately after parturition, does not improve the reproductive performance of heifers in their second parturition.

b) The supplementation given to first-calving heifers during the breeding season significantly improves the weight gains of the heifer. However, this response does not occur when the supplementation is given during 3 months following parturition.

c) Supplementing first-calving heifers from the time of calving to the start of the breeding season does not affect the weight gains of their calves.

6. Literatura citada

1. ABSHER, C. W. y HOBBS, C. S. Pre-calving level of energy in first calf heifers (Sumario). *Journal of Animal Science* 27:1130. 1968.
2. ASDELL, S. A. Nutrition and the treatment of sterility in dairy cattle: Review. *Journal of Dairy Science* 32:60-70. 1949.
3. BAILE, C. A. Control of feed intake and the fat depot. *Journal of Dairy Science* 54(4):564-582. 1971.
4. BATH, L. D. et al. Comparative utilization of energy by cattle for growth and lactation. *Journal of Animal Science* 25(1):1138-144. 1966.
5. BAZAN, O. Alimentación de vacas de carne: Seminario "Curso de Nutrición Animal". Turrialba, Costa Rica, C.A.T.I.E., 1973. 3 p.
6. BEDRAK, E. et al. Effect of protein intake on gains, reproduction and blood constituents of beef heifers. Univ. of Florida. Tech. Bull. 678. 1964. p. irr.
7. BEVERLY, J. R. Ways to increase percent calf crop in beef cattle. Texas A&M University. B-1107. 15 p.
8. BLAXTER, K. L. Metabolismo energético de los rumiantes. Traducido del inglés. España, Acribia, 1964. pp. 171-175.
9. _____ . Energy metabolism. In Symposium on Energy Metabolism, 3d. Troon, Scot., 1964. Energy metabolism: proceedings of the 3rd symposium held at Troon, Scotland, May 1964. Ed. by K. L. Blaxter. London, New York, Academic Press, 1965. pp. 111-120.
10. _____ . y WILTBANK, J. N. Effect of energy and protein on estrus conception of beef females. *Journal of Animal Science* 30:438-444. 1970.
11. CARDONA, C. The effect of age at weaning on the reproductive performance of beef cows: summary of Seminar. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1972. p. irr.

12. CLARK, J. y PRESTON, T. R. Dietas líquidas sencillas para terneros lecheros destetados. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 4:185-188. 1970.
13. CRICHTON, J. A., AITKEN, J. N. y BOYNE, A. W. The effect of plane of nutrition during rearing on growth, production, reproduction and health of dairy cattle. *Animal Production* 1:145. 1960.
14. CRUZ, V., WARNICKY, A. C. y FRANKE, D. E. Factores que afectan la reproducción del ganado de carne. In Reunión Latinoamericana de Producción Animal, 3a, Bogotá, 1971. /Documentos/Organizada por la Asociación Colombiana de Producción Animal. n.p., 1971. p. 117.
15. DUNN, T. G., et al. Reproductive performance of 2-year-old Hereford and Angus heifers as influenced by pre- and post-calving energy intake. *Journal of Animal Science* 29(5):719-726. 1969.
16. EATON, L. W. Effects of plane of nutrition on reproductive performance, ration digestibility, 9-10-11th rib composition and blood volume in beef heifers. (Sumario). *Dissertation Abstracts International* 30(4):1431-B. 1969.
17. FORBES, E. B. et al. Further studies of the energy metabolism of cattle in relation to the plane of nutrition. *Journal of Agricultural Research* 40(1):37-78. 1930.
18. FREEMAN, A. E. Genetic aspects of the efficiency of nutrient utilization for milk production. *Journal of Animal Science* 26(5):976-983. 1967.
19. GARCIA, I. M. y CORDOBA, M. Bases para el desarrollo de la ganadería bovina de carne en Centro América y Panamá. Guatemala, SIECA/GAFICA. 1968. 215 p.
20. GIROU, R. y BROCHART, M. Niveau énergétique, protéique et fécondité des vaches laitières; influence d'une supplémentation alimentaire post-destrale. *Annales de Zootechnie* 19(1): 67-73. 1970.
21. HIGHT, G. K. Plane of nutrition effects in late pregnancy and during lactation on beef cows and their calves to weaning. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 11:71-78. 1968.

22. HOHENBOKEN, W. D. et al. Partitioning lactation TDN consumption in Herefords between maintenance, gain and milk production. *Journal of Animal Science* 34:152-160. 1973.
23. HUNSLEY, R. E. Effects of various levels of energy in the rations of ruminant animals as measured by various production factors. *Animal Science* 603. Spring Quarter. 1966. p. irr.
24. JOUBERT, D. M. The influence of high and low nutritional planes of the oestrous cycle and conception rate of heifers. *Journal of Agricultural Science* 45:164. 1954.
25. KLOSTERMAN, E. W., SANFORD, L. G. y PARKER, D. F. Effect of cow size and condition and ration protein content upon maintenance requirements of mature beef cows. *Journal of Animal Science* 27:242-246. 1968.
26. KOGER, M. Crossbreeding beef cattle: series two. Edited by M. Koger. Gainesville, Florida, University of Florida Press, 1973. 459 p.
27. KNOX, J. H. y WATKINS, W. E. Supplements for range cows. New Mexico Agricultural Experiment Station. Bulletin 425. 1958. 9 p.
28. LAMMING, G. E. Nutrition and the endocrine system. *Nutrition Abstracts & Reviews*. 36(1):1-13. 1966.
29. LAMOND, D. R. The influence of undernutrition on reproduction in the cow. (Sumario). *Animal Breeding Abstracts* 38:3. 1970.
30. LEATHEM, J. H. Pregnancy. In Munro, H. N., ed. *Mammalian protein metabolism*. Edited by H. N. Munro and J. B. Allison. New York, Academic Press, 1964. v. 1, pp. 366-368.
31. LOYACANO, A. F. Season and energy effects on reproduction in beef cattle. Dean Lee Agricultural Center. Louisiana Agricultural Experiment Station. 1972. 11 p.
32. McCLURE, T. J. Malnutrition and infertility of cattle in Australia and New Zealand. *Australian Veterinary Journal* 44:134-137. 1968.

33. _____ . A review of developments in nutrition as it is related to fertility in cattle: 1964-9. New Zeland Veterinary Journal 18:61-68. 1970.
34. MOLLER, K. y SHANNON, P. Body weight change and fertility of dairy cows. New Zeland Veterinary Journal 20:47-48. 1972.
35. MOE, P. W., TYRELL, H. F. y FLATT, W. P. Energetics of body tissue mobilization (symposium). Journal of Animal Science 54(4):548. 1971.
36. MORROU, D. A. Phosphorus deficiency and infertility in dairy heifers. Journal of the American Veterinary Medical Association 154(7):761-768. 1969.
37. MUÑOZ, H., y MARTIN, T. G. Crecimiento antes y después del destete en ganado Santa Gertrudis, Brahman y Criollo y sus cruces recíprocos. ALPA^{1/4} Memoria 4:7-28. 1969.
38. MUÑOZ, H., et al. Kilogramos de becerros destetados por vaca expuesta a toro en las razas Santa Gertrudis, Brahman y Criollas. In III Reunión Latinoamericana de Producción Animal, Bogotá, Colombia, abril 1971. Colombia, Asociación Colombiana de Producción Animal. 1971, p. 142. (Compendio).
39. MUÑOZ, H. y DEATON, O. La utilización del vigor híbrido y la productividad del sistema de producción de carne en el trópico. In Tercer Simposio Centroamericano y Panamá de Nutrición y Sanidad Animal patrocinado por PFIZER. San José, 1974. 10 p.
40. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Prenatal and postnatal mortality in cattle. Washington, D.C. 1968. Pub. 1685.
41. NELSON, A. B., McVICAR, R. W. Y CAMPBELL, N. D. Supplements of different protein and vitamin-mineral content for wintering bred yearling heifers. Iklahoma State University. B-460. 1955. 11 p.
42. _____ . FURR, R. W. y WALLER, G. R. Level of wintering fall calving beef cows. Oklahoma State University MP-67. 1962. pp. 71-77.

43. NEVILLE, W. E. JR. y McCULLOUGH, M. E. Calculated energy requirements of non-lactating Hereford cows. *Journal of Animal Science* 29:823-829. 1969.
44. NEVILLE, W. E. JR. Effect of age on the energy requirements of lactating Hereford cows. *Journal of Animal Science* 33:855-869. 1971.
45. OLDS, D. The role of nutrition in reproduction and fertility of cattle. University of Kentucky. n-1. 1973. 10 p.
46. _____. Management of large beef herds for maximum fertility. University of Kentucky. MB-1. 1973. 2 p.
47. PINNEY, D. O., STEPHENS, D. F. y POPE, L. S. Lifetime effects of winter supplemental feed level and age at first parturition on range beef cows. *Journal of Animal Science* 34(6):1067-1074. 1972.
48. _____. et al. Effect of winter plane of nutrition on the performance of three and four-year-old beef cows. Oklahoma State University MP-67. 1962. pp. 50-57.
49. _____. et al. Lifetime performance of beef cows wintered each year on three different levels. Oklahoma State University. MP-67. 1962. pp. 63-70.
50. PITALUGA, C. Efecto del nivel nutricional sobre el comportamiento reproductivo en vacas de carne. ALPA Mem. S. 1970. pp. 69-89.
51. PIVA, A. Trabajo sobre eficiencia reproductiva de la Hacienda Experimental "Diamantes". 1974. (Trabajo no editado).
52. PRESTON, T. R. Intensive beef production. In Oxford, England, Pergamon Press, 1970. pp. 115-116 y 305-310.
53. _____. Symposium sobre la producción de carne en los trópicos. III. La carne por medio de la caña de azúcar. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 3:141. 1969.

54. RODRIGUEZ, V. y PRESTON, T. R. El valor relativo de la miel final y el maíz con proteína verdadera o NNP para la producción de leche. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas 3:155. 1969.
55. SIMPSON, B. H. The relationship between production and infertility in dairy cows. New Zeland Veterinary Journal 20:7. 1972.
56. SMITHSON, L., et al. The cumulative influence of level of wintering on the lifetime performance of beef females through six calf crops. Oklahoma State University. MP-78. 1966. pp. 49-56.
57. SMITHSON, L., et al. Effect of high or low winter feed levels in alternate years on growth and development of beef heifers. Oklahoma State University. MP-74. 1964. pp. 78-83.
58. SPARKE, E. J. y LAMOND, D. R. The influence of supplementary feeding on growth and fertility of beef heifers grazing natural pastures. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 8:425-433. 1968.
59. TORRES, B. I. Comportamiento reproductivo de varios grupos raciales de ganado lechero en el trópico húmedo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1972. 52 p.
60. TURMAN, E. J., POPE, L. S. y STEPHENS, D. F. Some factors associated with the rebreeding of two-year-old Hereford heifers on high, moderate and low levels of winter supplemental feeding. Oklahoma State University. MP-76. 1965. pp. 25-31.
61. _____, et al. Effect of feed level before and after calving on the performance of two-year-old heifers. Oklahoma State University. MP-74. 1964. pp. 10-17.
62. WALDRIP, W. J. y MARION, P. T. Effect of winter feed and grazing systems on cow performance (Sumario). Journal of Animal Science 23:603. 1964.
63. WILT/BANK, J. M. et al. The effect of various combinations of energy and protein on the occurrence of estrus, length of the estrous period and time of ovulation in beef heifers. Journal of Animal Science 16:1100. 1957.

64. _____ . et al. Effect of energy level on reproductive phenomena of mature Hereford cows. Journal of Animal Science 21:219. 1962.
65. _____ . et al. Influence of total feed and protein intake on reproductive performance in the beef female through second calving. US. Department of Agriculture. Technical Bulletin no. 1314. 1965. 45 p.
66. _____ . et al. Influence of post partum energy level on reproductive performance of Hereford cow restricted in energy intake prior to calving. Journal of Animal Science 23:1049-1053. 1964.
67. WINCHESTER, C. F. y HARVEY, W. R. Effects of protein and energy intake on nitrogen retention and growth of cattle. US. Department of Agriculture. Technical Bulletin no. 1364. 1966. 13 p.
68. WINCHESTER, D. F. Energy requirements of beef calves for maintenance and growth. US. Department of Agriculture. Technical Bulletin no. 1071. 1953. 18 p.
69. ZIMMERMAN, J. E. et al. Effect of different levels of wintering on the performance of spring calving beef cows. Oklahoma State University. MP-55. 1959. pp. 55-62.
70. _____ . et al. Effect of level of wintering upon the growth and reproductive performance of beef heifers. Oklahoma State University. MP-55. 1959. pp. 66-72.

A P E N D I C E

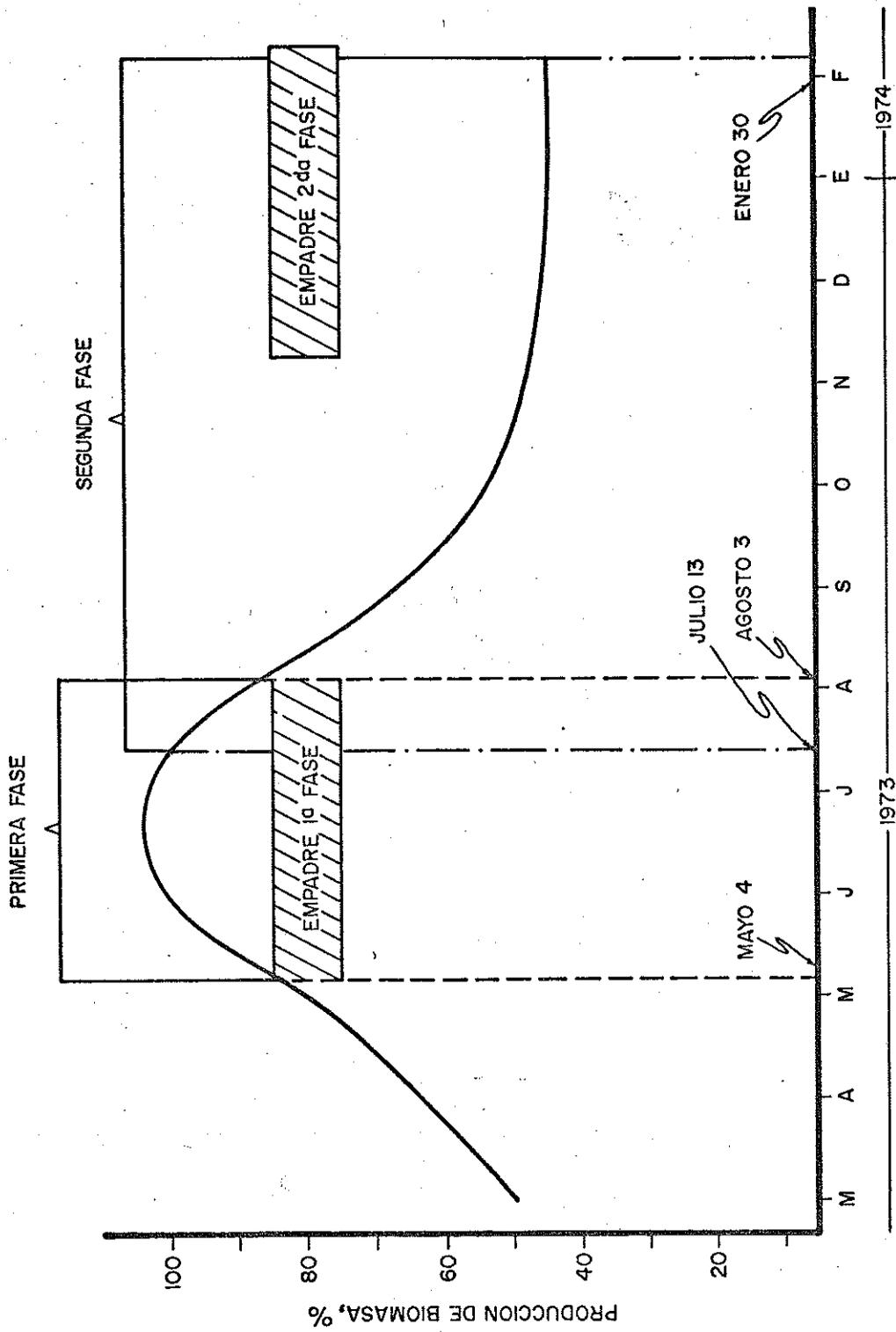


FIG. 1A.- PRODUCCION DE BIOMASA EN RELACION A LAS DOS FASES DEL ENSAYO.