

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
MAESTRIA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

PERFIL ESTÁTICO Y CINÉTICO DEL DESEMPEÑO LACTACIONAL Y REPRODUCTIVO EN VACAS PRIMÍPARAS HOLSTEIN Y PARDO SUIZO EN TRES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN LECHERA GRADO A EN LA PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.



POR:

ELVIS ARIEL MONTERO

CHIRIQUÍ, PANAMÁ, REPUBLICA DE PANAMÁ.

2005

TM

24 OCT 2005

copy del 2005

APROBACIÓN

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

Junio de 2005

Sr. Director del Programa de Maestría en Ciencias Agrícolas.
Sr. Director de Investigación y Postgrado.

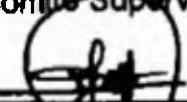
Nos es grato recomendar la investigación elaborada bajo nuestra supervisión por el señor:

Ing. Elvis Montero

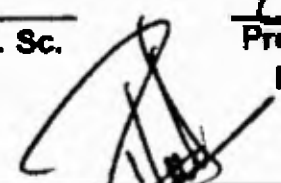
PERFIL ESTÁTICO Y CINÉTICO DEL DESEMPEÑO LACTACIONAL Y REPRODUCTIVO EN VACAS PRIMÍPARAS HOLSTEIN Y PARDO SUZO EN TRES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN LECHERA GRADO A EN LA PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.

Se aceptó como requisito parcial para optar por el grado académico de Maestría en Producción Animal.


Comité Supervisor,


Prof. Ing. Edil E. Araúz, M. Sc.
Director de Tesis


Prof. Ing. Alex D. Samudio, M.Sc.
Miembro de Comité


Prof. Dr. Reinaldo De Armas, Ph.D.
Miembro de Comité


Dr. Francisco Mora, Ph.D.
Coordinador, Programa de Maestría


Prof. Ing. Luis C. Salazar, M.Sc.
Director, Investigación y Postgrado

13147

AGRADECIMIENTO

A **Dios** nuestro Padre Celestial, quien me ha bendecido con muchos dones y quien ha permitido que hoy logre culminar con éxitos este Programa de Educación Superior

A los Miembros del Comité Evaluador: **Prof. Ing. Mgtr. Edil Enrique Araúz**, por su orientación y empeño que ha permitido lograr la meta propuesta
A los Profesores **Ing. Mgtr. Alex D. Samudio** y el **Dr. Reinaldo de Armas** quienes han compartido sus conocimientos en la realización de este Trabajo de Grado

A mis Profesores que a lo largo de nuestros estudios en el Programa de Maestría en Producción Animal han compartido todos sus conocimientos y experiencias

A mis compañeros de estudio por los momentos compartidos
Igualmente, a mis compañeros y amigos del Ministerio de Desarrollo Agropecuario

Con toda nuestra consideración y respeto,

Elvis Ariel

DEDICATORIA

A lo largo de nuestra vida, nos trazamos metas, lo que permite mejorar nuestra formación integral. Esta es una, por lo que dedico este esfuerzo a seres muy importantes en mi vida.

A mis padres a quienes debo el don de la vida: **Juan de Dios** (q e p d), quien a pesar de su ausencia siempre ha sido mi guía. A mi madre **Dora**, por su amor, atención y cuidados a lo largo de mi vida. A mis **Hermanas** con quienes siempre he compartido grandes proyectos.

A los seres que más amo en este mundo mis hijos: **Elvis Ariel, Juan Isaac, Juan de Dios** y **Stephanie**, quienes llenan de alegría todos mis días. Dedico esta obra y deseo que sirva de ejemplo para que comprendan que con esfuerzo y dedicación todo lo que nos proponemos podemos lograrlo.

A mis sobrinos y demás familiares

Con mucho cariño,

Elvis Ariel

ÍNDICE GENERAL

	Pág
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	7
1 Características de la Producción de Leche en Panamá	7
1 1 Generalidades Técnicas de la Producción Lechera en Panamá	7
1 1 1 Producción Lechera e Industrialización en Panamá	8
1 2 Aspectos Genéticos y de Mejoramiento Animal	9
1 3 Nutrición y Alimentación del Ganado Lechero en Panamá	10
1 4 Reproducción y Manejo Aplicado en el Ganado Lechero	14
2 Biología Somatométrica, Reproductiva y Lactacional en Hembra de Reemplazo y la Vaca Lechera Primípara	17
2 1 Patrón del Peso Corporal, Estatura, Desarrollo y Crecimiento en la Raza Holstein y Pardo Suizo	17
2 2 Biología Reproductiva Prepartum y Postpartum en la Hembra Lechera Primípara	24
3 Nutrición y Alimentación de la Vaca Lechera Primípara	29
3 1 Requerimientos Nutricionales (Energía, Proteína, Minerales y Vitaminas)	29
3 2 Requerimientos Alimentarios de la Vaca Lechera Durante la Lactación	38
3 3 Consumo y Naturaleza de la Materia Seca	42
3 4 Requerimiento y Consumo de Agua	44
3 5 Consumo de Forraje Verde, Concentrados y Otras Fuentes Alimenticias	48
3 6 Condición Corporal y la Producción de Leche	52
III. METODOLOGÍA	57
Localización Geográfica y Sistema Agroecológico	57
2 Descripción Técnica General de las Unidades de Producción Lechera	58
2 1 Sistema de Producción Lechero I	59
2 2 Sistema de Producción Lechero II	60

2 3 Sistema de Producción Lechero III	62
3 Descripción Sinóptica del Sistema de Levante y Desarrollo de los Reemplazos	63
3 1 Caracterización del Sistema de Alimentación y Valoración Nutricional	64
3 2 Animales Experimentales	66
3 3 Parámetros Lactacionales	67
3 4 Parámetros Reproductivos	69
3 4 1 Servicios por Concepción antes del Primer Parto (SPCAPP)	70
3 4 2 Servicios por Concepción después del Primer Parto (SPCDPP)	70
3 4 3 Período Abierto Efectivo (PAE)	71
3.4 4 Intervalo entre Partos Proyectado (IEPP)	71
3 4 5 Edad al Primer Parto	71
3.5 Sistema de Registro Lactacional y Reproductivo	71
3 6 Análisis Estadístico y Biométrico	72
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	76
4 1 Caracterización microclimática y ambiental de los sistemas de producción lechera	76
4 2 Caracterización Alimentaria y Nutricional	78
4 2 1 Dietas para las Vacas Primíparas en Lactación	78
4 2 2 Perfil Bromatológico de los Sistemas de Alimentación	82
4 2.3. Aporte Alimentario y Nutricional de los Sistemas de Alimentación	85
4 3 Características de la Producción de Leche y el Desempeño Fisiológico Lactacional	88
4 3 1 Producción Inicial	88
4 3 2. Máxima Producción de Leche	91
4 3 3 Tiempo a la máxima producción láctea	94
4 3 4 Producción de leche al cierre lactacional	95
4 3 5 Producción de Leche a 305 días	97
4 3 6 Relación de los Parámetros Alimentarios y Nutricionales con la Producción de Leche Ajustada a 305 días	105
4 4 Sectorización de la Lactación y Desempeño lactacional	116
4 5 Características y Desempeño Reproductivo en vacas primíparas de las razas Pardo Suizo y Holstein	132
4 5 1 Peso al Primer Parto	132
4 5 2 Edad al Primer Parto	133
4 5 3 Servicio por concepción prepartum	134

4 5.4 Servicio por Concepción Postpartum	135
4.5 5. Intervalo Proyectado entre Partos y Período Abierto	
Efectivo	137
V. CONCLUSIONES	143
VI. RECOMENDACIONES	146
BIBLIOGRAFÍA	149
ANEXOS	156

ÍNDICE DE CUADROS

No.	TÍTULO	Pág.
I	Requerimientos Nutricionales Diarios para las Vacas en Lactación con Especial atención al Peso Corporal Típico en los Periodos del Primer y Segundo Parto según el Patrón Racial para Razas Pesadas, Medianas y Pequeñas en base al Mantenimiento Corporal	33
II	Requerimientos Nutricionales Diarios de Energía Neta, Proteína Total, Calcio y Fósforo Según el Peso Corporal y la Producción de Leche para Vacas en Lactación con Énfasis en los Estadíos en Crecimiento Asociado en las Primeras Lactancias	36
III	Características Bromatológicas y Nutricionales de la Ración en base seca para Vacas Lecheras según el Nivel de Producción	37
IV	Requerimientos de Materia Seca para las Vacas en Lactación según la Producción de Leche al 4% de Grasa y el Peso Corporal	45
V	Principales Características Microclimáticas y Técnicas de los Sistemas de Alimentación Estudiados Para Definir el Desempeño Lactacional y Reproductivo de la Vaca Lechera Primípara	77
VI	Características del Modelo de Alimentación para Vacas Primíparas en Lactación de las razas Pardo Suizo y Holstein	80
VII	Análisis Bromatológico promedio de las fuentes alimentarias, modelo para vacas lecheras primíparas Pardo Suizo y Holstein en fincas de Producción Lechera Grado A	81
VIII	Perfil Bromatológico del Modelo de Alimentación Empleado para Vacas Primíparas Pardo Suizo y Holstein en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A	84
IX	Balance proyectado de Energía Neta Lactacional en Vacas Lecheras Primíparas con Peso Corporal de 1000 lb y Grasa Láctea de 3.5% según los Requerimientos de Energía para Producciones entre 10 y 30 Kg/día en contraste con el aporte Energético de las Dietas en Tres Sistemas de Alimentación y Producción Lechera Grado A	87

No.	TÍTULO	Pág.
X	Análisis de Varianza para los Parámetros Lactacionales en Vacas Lecheras de las Razas Pardo Suizo y Holstein en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A en la Provincia de Chiriquí	103
XI	Medias de los Parámetros Lactacionales en Vacas Primíparas de las razas Pardo Suizo y Holstein según las condiciones Alimentarias, Nutricionales y Bioclimáticas en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A en la provincia de Chiriquí	104
XII	Significancia de los Componentes del Modelo de Regresión Múltiple para la Producción de Leche Acumulada Ajustada a 305 Días en Vacas Lecheras Holstein y Pardo Suizo en su Primera Lactación para Determinar el Grado de Influencia de los Parámetros Lactacional y Nutricionales Contribuyentes del Desempeño Lactacional en Tres Fincas Lecheras Grado A	107
XIII	Modelo de Regresión Múltiple para la Producción de Leche Acumulada a 305 Días según la raza, en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A	108
XIV	Medias Generales de la Producción Láctea (Kg/vaca-día) y el Estado Lactacional (días postpartum) en Vacas Lecheras Primíparas de las Razas Pardo Suizo y Holstein según el consumo de Materia Seca	109
XV	Modelo de Regresión Selectiva sobre los Parámetros Lactacionales y Reproductivos que Incidieron en la Magnitud de la Producción Láctea Acumulada a 305 Días Incluyendo las Razas Pardo Suizo y Holstein en Tres Sistemas de Producción Láctea Grado A	110
XVI	Influencia Regresiva del Consumo de Materia Seca (Lb/Vaca Día) sobre la Producción de Leche Acumulada en 305 Días en Vacas Lecheras Primíparas de las Razas Pardo Suizo y Holstein en Condiciones de Tecnología Lechera Grado A	111
XVII	Influencia Regresiva del Consumo de Energía Neta Lactacional (Mcal/Vaca Día) sobre la Producción de Leche Acumulada en 305 Días en Vacas Lecheras Primíparas de las Razas Pardo Suizo y Holstein en Condiciones de Tecnología Lechera Grado A	111

No.	TÍTULO	Pág.
XVIII	Influencia Regresiva del Consumo de Proteína Total (gr/Vaca Día) sobre la Producción de Leche Acumulada en 305 Días en Vacas Lecheras Primíparas de las Razas Pardo Suizo y Holstein en Condiciones de Tecnología Lechera Grado A	112
XIX	Influencia Regresiva del Consumo de Forraje Verde (Lb/Vaca Día) sobre la Producción de Leche Acumulada en 305 Días en Vacas Lecheras Primíparas de las Razas Pardo Suizo y Holstein en Condiciones de Tecnología Lechera Grado A	112
XX	Influencia Regresiva del Consumo de Alimento Concentrado (Lb/Vaca Día) sobre la Producción de Leche Acumulada en 305 Días en Vacas Lecheras Primíparas de las Razas Pardo Suizo y Holstein en Condiciones de Tecnología Lechera Grado A	113
XXI	Medias de la Producción de Leche A 305 Días (Kg) para las Razas Pardo Suizo Y Holstein en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A según el Mes de Parto en la Cuenca Lechera de Bugaba, Provincia de Chiriquí	114
XXII	Medias del Tiempo para la Máxima Producción Láctea (Días Postpartum) para las Razas Pardo Suizo y Holstein en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A según el Mes del Parto	115
XXIII	Comparaciones Múltiples de las Medias para los Parámetros Reproductivos en Vacas Primíparas de las Razas Pardo Suizo y Holstein en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A	123
XXIV	Matriz de Correlación Genérica de los Parámetros Nutricionales, Alimentarios, Lactacionales, Reproductivos y Microambientales en Vacas Primíparas de las razas Pardo Suizo y Holstein en tres Sistemas de Producción Lechera Grado A	125
XXV	Correlaciones entre los Parámetros Lactacionales y Reproductivos en Vacas Primíparas de las Razas Pardo Suizo y Holstein en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A en la Cuenca Lechera de Bugaba	126

No.	TÍTULO	Pág.
XXVI	Análisis de Varianza para la Producción de Leche Diaria (kg/vaca) Según el Período Semanal en Vacas Primíparas de la Raza Pardo Suizo y Holstein en Base al Sector Lactacional en Tres Sistemas de Producción Grado A	127
XXVII	Medias Estimadas por Regresión para la Producción de Leche (kg/día), según el Estado Lactacional (Días) en el I, II y III Sector Lactacional en Vacas Primíparas de las Razas Pardo Suizo y Holstein	128
XXVIII	Tendencia Regresiva de la Producción de Leche (Kg/vaca – días) según el Periodo Postpartum (Días) en el Primer Sector Lactacional en Vacas Lecheras Primíparas de las Razas Pardo Suizo y Holstein	129
XXIX	Tendencia Regresiva de la Producción de Leche (Kg/vaca – días) según el Periodo Postpartum (Días) en el Segundo Sector Lactacional en Vacas Lecheras Primíparas de las Razas Pardo Suizo y Holstein	130
XXX	Tendencia Regresiva de la Producción de Leche (Kg/vaca – días) según el Periodo Postpartum (Días) en el Tercer Sector Lactacional en Vacas Lecheras Primíparas de las Razas Pardo Suizo y Holstein	131
XXXI	Tendencia Regresiva de la Producción de Leche (Kg/vaca – días) según el Periodo Postpartum (Días) en el Primer Sector Lactacional en Vacas Lecheras Primíparas de las Razas Pardo Suizo y Holstein	139
XXXII	Análisis de Varianza para los Parámetros Reproductivos en Vacas Lecheras de las Razas Pardo Suizo Y Holstein en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A	140
XXXIII	Medias de los Parámetros Reproductivos en Vacas Primíparas de las razas Pardo Suizo y Holstein según las Estadísticas Alimentarias, nutricionales y Bioclimáticas en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A en la Provincia de Chiriquí	141
XXXIV	Medias del Servicio por Concepción Postpartum para las Razas Pardo Suizo y Holstein en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A según el Mes del Parto	142

ÍNDICE DE GRÁFICAS

No.	TÍTULO	Pág.
1	Medias y Trayectorias de la Producción de Leche Inicial Según el Consumo de Materia Seca en Vacas Primíparas Pardo Suizo y Holstein en Tres Fincas Lecheras Grado A	89
2	Máxima Producción de Leche Según el Consumo de Materia Seca en Vacas Primíparas Pardo Suizo y Holstein en Tres Fincas Lecheras Grado A , en la provincia de Chiriquí	91
3	Producción de Leche al Cierre Lactacional según el Consumo de Materia Seca para Vacas Primíparas Pardo Suizo y Holstein en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A	96
4	Producción de Leche en 305 días según el consumo de Materia Seca en Vacas Primíparas Pardo Suizo y Holstein en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A	99
5	Trayectoria Estimada de la Producción de Leche Diaria en los Primeros 49 Días de Lactación Según el Sistema de Alimentación y el Plano Nutricional en Vacas Primíparas Pardo Suizo	119
6	Trayectoria Estimada de la Producción de Leche Diaria en los Primeros 49 Días de la Lactación Según el Sistema de Alimentación y el Plano Nutricional en Vacas Primíparas Holstein	120
7	Trayectoria Lactacional entre los 49 y 105 días de la lactación en Vacas Primíparas de la Raza Pardo Suizo Según el Sistema de Alimentación y el Plano Nutricional	121
8	Trayectoria Lactacional entre los 49 y 105 días de la lactación en Vacas Primíparas de la Raza Holstein Según el Sistema de Alimentación y el Plano Nutricional	

ÍNDICE DE ANEXOS

No.	TÍTULO	Pág.
1	Descripción de Abreviaturas, Siglas y Términos simplificados	156

RESUMEN

Perfil Estático y Cinético del Desempeño Lactacional y Reproductivo en Vacas Primíparas Holstein y Pardo Suizo en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A en la Provincia de Chiriquí.

El sistema de alimentación fue evaluado en tres fincas lecheras Grado A para determinar sus características nutricionales y asociar las mismas con el desempeño lactacional y reproductivo en vacas primíparas de las razas Pardo Suizo y Holstein. En cada finca se utilizó un total de 30 vaquillas de cada raza, totalizando 180 unidades experimentales. Las principales fuentes de variación contempladas fueron el sistema de alimentación, la raza y el mes del parto. El sistema de alimentación fue definido en función de los elementos alimentarios empleados y su bromatología, requerimientos nutricionales totales y potencial lechero por disponibilidad de energía neta lactacional y proteína cruda. Los sistemas de alimentación I, II y III presentaron un aporte diario por vaca de materia seca de 21.97, 33.51 y 38.07 lb, Fibra cruda 4.53, 7.26 y 8.30 lb, $EN_{lactación}$ 16.48, 22.47 y 27.66 Mcal y Proteína Total 1275, 2012 y 2498 g. El potencial lechero por energía neta fue 10.77, 17.34 y 24.38 kg diarios. La producción de leche inicial, máxima producción, producción al cierre lactacional y la producción de leche ajustada a 305 días fueron afectadas por el potencial nutricional del sistema de alimentación ($P < 0.001$) y la raza ($P < 0.001$). La producción de leche inicial diaria para la raza Pardo Suizo fue 9.17, 12.84 y 11.66 y en la Holstein 10.39, 14.06 y 16.95 kg por vaca. La máxima producción de leche en la raza Pardo Suizo fue 12.45, 15.33 y 17.71 kg, y en la Holstein fue 13.35, 18.50 y 22.30 kg. La producción de leche final para la raza Pardo Suizo fue 6.62, 9.57 y 8.17 kg, mientras que la Holstein presentó 6.82, 9.71 y 11.28 kg. La producción de leche en 305 días en Pardo Suizo resultó en 26.25, 44.22 y 36.68 kg, y en la raza Holstein fue 28.47, 46.05 y 56.72 kg para los sistemas de alimentación I, II y III. El período abierto efectivo y el intervalo entre partos fue afectado por el nivel nutricional de los sistemas de alimentación ($P < 0.001$). La respuesta en la raza Holstein fue lineal en la producción de leche ajustada a 305 días, mientras que en la raza Pardo Suizo el aumento fue cuadrático. El incremento diario de materia seca en 16.10 lb sobre 21.97 lb correspondió al aumento de 27.25 kg de leche en 305 días para la raza Holstein; mientras que el incremento de 11.54 lb sobre 21.97 lb resultó en un incremento de 17.47 kg de leche en 305 días para la raza Pardo Suizo cuando los animales presentaron el mismo potencial lechero. El mejoramiento del plano nutricional en vacas primíparas de la raza Holstein y Pardo Suizo estuvo estrechamente vinculado con un mejoramiento del desempeño lactacional y reproductivo en condiciones de tecnología lechera Grado A. La raza Holstein fue la que respondió con el mayor lactacional frente al incremento del ofrecimiento de materia seca, Energía Neta Lactacional y Proteína Total a través del Período Lactacional.

Palabras Claves Sistema de Alimentación, Matena Seca, Energía Neta Lactacional, Proteína Total, Producción de Leche Inicial, Producción Máxima de Leche, Tiempo a la máxima producción láctea, Producción de Leche Ajustada a 305 días, Producción Diana, Periodo Abierto Efectivo, Intervalo entre partos, Pardo Suizo, Holstein, Primíparas,

ABSTRACT

Static and Kinetic Profiles of Lactating and Reproductive Performance in Primiparous Holstein and Brown Swiss Dairy Cows Under Three Feeding Systems for Milk Production Grade A in Chiriqui Province.

The feeding systems were evaluated in three Grade A dairy farms to determine their nutritional potential for milk production and reproductive performance in primiparous Holstein and Brown Swiss dairy cows. A total of 180 primiparous dairy cows were used (30 Holstein and 30 Brown Swiss on each farm). Each feeding system was described based on type and amount of ingredients, nutritional laboratory analysis, nutrient requirements and potential for milk production based on net energy for lactation and total protein. Feeding system I, II and III had a dry matter intake of 21.97, 33.51 and 38.07 lb/cow-day, total fiber 4.53, 7.26 and 8.30 lb/cow-day, Net Energy for Lactation 10.77, 17.34 and 24.38 Mcal/cow-day and total crude protein 1275, 2012 and 2498 g/cow day. Initial, peak, final and 305 day milk yield were influenced by feeding systems, breeds and time after parturition. Highest daily milk yield in Holstein and Brown Swiss primiparous cows were 13.35, 18.50 and 22.30 kg/day and 12.45, 15.33 and 17.71 kg/cow on feeding system I, II and III. Adjusted 305 day milk yield in Holstein cows were 2847, 4605 and 5672 kg ($P < 0.01$) and Brown Swiss cows showed 2675, 4422 and 3668 kg ($P < 0.01$) when nutritional potential for milk production were improved. The Holstein animals showed the higher efficiency to respond producing more milk than Brown Swiss cows when nutrition were improved to match a greater potential for milk production. The higher response in milk yield was detected in Holstein cows which increased linearly, but also Brown Swiss cows increased quadratically when low, middle and high nutrition level were used. Milk yield were increased across the entire lactating period when a better nutritional level were used, as well as the lactation end were higher too. Reproductive performance were improved even when milk yield increased too under a better nutritional environment in both Holstein and Brown Swiss primiparous cows. Improvement of nutrition by increasing dry matter, net energy for lactation and total crude protein intake in primiparous Holstein and Brown Swiss cows across the overall lactation increased milk production as well as reproductive performance under technological commercial conditions classified as Grade A system for milk production in Panama.

Key Words Feeding System, Dry Matter Intake, Net Energy for lactation, Total Protein, Milk Yield, Milk Production, Peak Milk Yield, 305 day Milk Yield

I. INTRODUCCIÓN

La producción de leche es una función propia del ganado lechero moderno, la cual es influenciada por factores genéticos (Wilcox et al, 1978), ambientales (Collier, 1985, Hafez, 1973), nutricionales (Miller, 1987, NRC, 1989) y principalmente de manejo (Bath et al, 1986), además de incluir la salud en general (Rosemberger, 1979). No obstante, aquellos factores propios del animal, tales como edad al primer parto, peso corporal y condición corporal son en gran parte determinantes del tipo de desempeño lactacional y reproductivo que logre alcanzar el ganado lechero (Schmidt y Van Bleck, 1974)

Se reconoce en la actualidad, que las vacas de primer parto deben alcanzar el 70 % del potencial lactacional en su primera lactación (Wilcox et al, 1978), mientras que en la segunda lactación debe alcanzarse el 85 %, del equivalente de madurez en la tercera lactación (Schmidt y Van Bleck, 1974) En la práctica, la vaca de primer parto experimenta varios fenómenos fisiológicos y retos metabólicos tales como el crecimiento, el ordenamiento hormonal lactogénico y metabólico que están orientados para favorecer la lactación La dinámica tardía para alcanzar el máximo consumo de materia seca, el cual se

alcanza más allá del momento en que se produce la máxima producción de leche (Araúz, 2001), así como los ajustes orgánicos y sistémicos incluyendo la Homeostasis, Homeocinesis y Homeorresis (Bauman y Currie, 1980) Estos son algunos los principales procesos que actúan como facilitadores o inhibidores de la lactación, pero, al mismo tiempo, actúan como contribuyentes del buen estado de salud en la vaca lechera

Por otro lado, el sistema de alimentación representa el conjunto de oportunidades para suministrar y aportar los nutrientes requeridos para el normal desempeño lactacional y reproductivo (proteína, energía, minerales, vitaminas y agua), así como los elementos alimentarios que facilitan la máxima eficiencia digestiva al mínimo costo de producción, la cual solo es posible en rumiantes (Church, 1972, NRC, 1989). El componente alimentario complementa las reservas corporales al inicio de la lactación, pero a partir del máximo lactacional, la dieta se convierte casi en la fuente exclusiva de nutrientes para soportar el mantenimiento corporal y en particular la producción láctea (NRC, 1989, Araúz, 1995, Miller, 1989)

Las condiciones del trópico húmedo no favorecen del todo el aspecto de la alimentación dado la calidad del pasto (Ortega, 1974), la disponibilidad del pasto (Araúz, 1998), así como el bajo aporte de proteína y energía propiamente en los sistemas en pastoreo para la producción láctea

Otro de los aspectos relevantes que afectan la producción láctea lo es el complejo microclimático, sobre todo en el trópico, en donde la alta humedad

relativa, temperatura ambiental diurna y la radiación solar directa complican los mecanismos fisiológicos y desplazan el metabolismo y las funciones vitales, mermando así el potencial lactacional y reproductivo del ganado lechero (Yousef, 1985; Thatcher y Collier, 1986, Curtis, 1981, Araúz, 1990, 1994, 1995)

El conjunto de los factores genéticos, nutricionales, ambientales y de manejo son contribuyentes positivos y negativos sobre la actividad y capacidad lactacional y reproductiva del ganado lechero en condiciones del trópico húmedo. Como una consecuencia biológica, todo ello se traduce en la capacidad de producción, así como en la tendencia y naturaleza bioproductiva del ganado lechero. Esto resulta, en la actualidad, un aspecto medular para evaluar la eficiencia con que se inicia el ciclo de producción en el ganado lechero, sobre todo cuando los sistemas de crianza y desarrollo de reemplazos no son los más adecuados (Araúz, 2001; Candanedo, 1997); tal como se refleja en los indicadores zootécnicos por fincas lecheras Grado A en Panamá (Quiroz, 1987, Araúz, 1998)

El proceso de la lactación representa el máximo reto biológico, fisiológico, metabólico y bioenergético para el ganado lechero, pero el mismo presenta su mayor impacto biológico cuando las vacas lecheras modernas no han alcanzado su madurez propiamente

Esto coincide con la rehabilitación digestiva después del parto (Rosenberguer, 1978), el establecimiento hormonal para la reproducción (Hafez, 1980, Sorensen, 1982) y los ajustes metabólicos que desencadenan los

procesos de movilización de reservas corporales (Collier, 1985, Bauman, 1980, y Ferguson y Chalupa, 1989), la biosíntesis y secreción láctea (Larson, 1985), y estabilización en la fisiología general

La vaca lechera de primer parto o vaca primípara enfrenta los retos de la lactación como primer proceso postgestacional en el ciclo de vida, no obstante, otros procesos como el restablecimiento de las glándulas endocrinas y su trabajo hormonal para normalizar la reproducción van a interactuar con el estado actual y el avance del proceso del crecimiento. Esto se evidencia en la biología del crecimiento del ganado lechero, el cual inicia su estado reproductivo efectivo antes de alcanzar el máximo peso corporal y otras funciones autorrelacionadas con la actividad reproductiva, siempre que el manejo de la reproducción coincida con una edad al primer parto entre los 24 a 28 meses conforme al patrón zootécnico y bioproductivo del ganado lechero en general (Wilcox, 1978, Collier, 1985)

Es importante destacar la influencia de los componentes del manejo y el medio microclimático para las vacas de primer parto ya que la base genética indica que el comportamiento lactacional se encuentra influenciado por la parte genética en un 25% (Wilcox, 1978; Schmidt y Van Bleck, 1974), mientras que el resto procede del medio externo. En consecuencia, las condiciones de alimentación, manejo general y el microambiente son componentes que pueden afectar el desempeño lactacional y reproductivo en las vacas lecheras primíparas en condiciones del trópico. Tomando en consideración las

características del clima y la tecnología en Panamá a nivel de fincas lecheras, la pregunta básica a formular es como se están desempeñando las vacas de primer parto cuando las condiciones del manejo y el microclima cambian para las razas Holstein y Pardo Suizo y si ello es representativo del patrón zootécnico para la biología lactacional y reproductiva

La presente investigación tiene como objetivo genérico estudiar la biología lactacional y reproductiva en vacas primíparas de las razas Holstein y Pardo Suizo en correlación con los parámetros de alimentación y el plano nutricional haciendo énfasis en el consumo de materia seca, proteína total, energía neta lactacional, calcio y fósforo. El desempeño lactacional fue estudiado en función de la producción de leche inicial, el techo lactacional, la duración de la fase de transición lactacional, la producción de leche al cierre lactacional y la producción láctea acumulada en 305 días. El desempeño reproductivo incluyó los servicios por concepción prepartum, el peso y la edad al primer parto, servicio por concepción post primer parto, período abierto e intervalo entre partos proyectados

En el presente estudio se correlacionó los factores alimentarios y nutricionales con el desempeño lactacional y reproductivo en vacas lecheras de las razas Pardo Suizo y Holstein, dentro del marco de las condiciones tecnológicas identificadas con algunos de los sistemas de producción lechera grado A en la provincia de Chiriquí

El análisis de la producción lechera nacional evidencia un bajo desempeño lactacional y reproductivo en general (Araúz, 1999, Quiroz, 1987), por lo tanto es necesario evaluar y reconocer dónde inicia la vaca lechera primípara su vida reproductiva y lactacional según las condiciones que se ofrecen en alimentación, microambiente, cuidado sanitario y manejo, además, cómo se relacionan éstas condiciones con el comportamiento de la reproducción efectiva y la producción láctea dentro de los sistemas de producción lechera Grado A en Panamá

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1. Características de la Producción de Leche en Panamá

1.1. Generalidades Técnicas de la Producción Lechera en Panamá

La situación de la ganadería e industria lechera en Panamá presenta diversas facetas en los principales componentes técnicos incluyendo la genética, nutrición y alimentación, reproducción aplicada, salud animal, sistemas de registros, gerencia administrativa, sector industria y clasificación de la leche, calidad y precio (Araúz, 1998). La caracterización tecnológica y los indicadores zootecnimétricos solo pueden señalarse por grupo de fincas con particularidades regionales atendiendo la clasificación nacional en los sistemas Grado A, B y C (Quiroz, 1987, Araúz, 2003), los cuales obedecen más bien a la calidad láctea con fines industriales; en lugar de hacer énfasis en los sistemas de producción en base a sus características tecnológicas

A pesar de los avances técnicos y el esfuerzo de los productores de leche en Panamá, aun permanecen condiciones desfavorables para lograr una producción láctea eficiente y que puedan no solo satisfacer las necesidades nacionales, sino incursionar en los mercados internacionales. A continuación se

describen algunos de los factores técnicos más sobresalientes que permiten identificar el grado tecnológico y las problemáticas de la producción lechera nacional

1.1.1. Producción Lechera e Industrialización en Panamá

Panamá tiene una escala de producción láctea que oscila alrededor de los 185 millones de litros de leche incluyendo aquellos que se consume a nivel doméstico; de los cuales el 25% es producido en fincas Grado A (Araúz, 2001), mientras que la diferencia corresponde a leche Grado B y C

La producción lechera nacional es afectada por la época y el clima dado nuestras condiciones de clima tropical húmedo. En general, la producción láctea nacional logra satisfacer el 55% de nuestra demanda, por lo cual el componente de importación continúa siendo una alternativa justificada que presiona los componentes de avance y desarrollo en el sector lechero nacional en general. A esto se suma, una industrialización con limitadas alternativas en base a población de plantas procesadoras, falta de una adecuación de la clasificación de la leche por calidad y falta de un programa nacional de desarrollo y mejoramiento en producción, industrialización y mercadeo lácteo.

En general, la eficiencia técnica es muy baja como para satisfacer la demanda nacional y mucho menos para escalar hacia la exportación propiamente

1.2. Aspectos Genéticos y de Mejoramiento Animal

La ganadería lechera en Panamá es heterogénea en la parte genética ya que se utiliza con preferencia los llamados cruces como Pardo Suizo x Cebú, Holstein x Cebú e incluso animales Cebuínos propiamente. Actualmente, se considera que solamente un 25% de las fincas lecheras nacionales utilizan animales purificados y/o puros de las razas Holstein, Pardo suizo y Jersey (Araúz, 1999, 2003). No obstante, los estudios de Quiroz (1987), indican con solidez que los animales prevalentes para la producción lechera en Panamá son los derivados de cruzamientos concebidos bajo el principio de tolerancia y adaptación a las condiciones del medio tropical y con opciones para el desarrollo de fincas en el área de la producción de leche y carne, convencionalmente, llamadas explotaciones de doble propósito

Es evidente, que a nivel de razas lecheras, las que prevalecen en Panamá son Holstein, Pardo Suizo y recientemente se ésta incursionando en la raza Jersey. En general, las razas especializadas como éstas se han ubicado en fincas cuya geografía y climatología están más identificadas con un mejor microambiente siguiendo la referencia de las exigencias para el ganado europeo tipo leche (Hafez, 1973, Curtis, 1981, Yousef, 1985)

Entre las razas empleadas, la Holstein representa la mayor población de animales purificados y/o puros y está ubicada en las fincas con mayor altitud sobre el nivel del mar; mientras que la Pardo Suizo oscila en las áreas de altitud media (500 - 1000 msnm). Sin embargo, esta segunda raza es más usada a

nivel de cruzamiento con el Cebú y por ende su proyección abarca hasta las zonas bajas del País

A pesar de los esfuerzos genéticos para mejorar la ganadería de leche a través de los programas de inseminación artificial, los indicadores de producción y reproducción sugieren que es necesario ofrecer ajustes en la parte no genética para maximizar la productividad lechera en la vaca y en la empresa en las condiciones del trópico húmedo en Panamá (Araúz, 1994)

1.3. Nutrición y Alimentación del Ganado Lechero en Panamá

Los sistemas de producción lechera en Panamá tienen variación ó grandes diferencias en la nutrición y alimentación entre sus categorías (Grado A, B y C) y dentro de cada categoría (Araúz, 2001, Quiroz, 1987, Ruiloba, 2000) Los sistemas de producción lechera de menor grado tecnológico plantean limitantes en relación con la disponibilidad de forraje verde durante la época seca y en algunos casos durante la época lluviosa

Las cifras de pastos mejorados indican que la ganadería panameña en general emplea solamente un 25% de las pasturas en forma mejorada, lo que se identifica con un bajo valor nutricional en la dieta del ganado lechero ya que éste es el principal componente dentro del modelo de alimentación. (MIDA, 1994) Cifras más recientes indican que la pastura mejorada alcanzan un 30% dentro del área usada como fuente de recurso forrajero en Panamá (MIDA, 1997) Según el último Censo Agropecuario y Panamá en Cifras, las pasturas

mejoradas alcanzan alrededor del 35% del área de pasto utilizado para ganadería bovina en Panamá (Panamá en Cifras, 2002)

En las fincas Grado B y A se identifican problemas de alimentación por la época y el manejo, lo que conduce a deficiencias relacionadas con la materia seca, fibra cruda, proteína y energía neta lactacional (Araúz, 2000), y Minerales y Vitaminas (Samudio, 1999)

El sistema de alimentación con mayores ventajas nutricionales se emplea en las fincas Grado A, no obstante, dado la calidad genética de los animales y su potencial lechero, en estas se encuentran las mayores deficiencias alimentarias y nutricionales que son sobresalientes para las etapas críticas del ciclo bioproductivo con énfasis en el crecimiento, gestación y lactación (Araúz, 1998)

Los estudios de caracterización nutricional y alimentaria para el ganado lechero en Panamá son limitados en número y extensión científica, sin embargo, la mayor información disponible se concentra en los sistemas de mayor especialización y en las fincas de doble propósito (Quiroz, 1987, Araúz, 2004)

La plataforma de alimentación en las fincas especializadas se basan en el uso del pasto verde mediante el pastoreo, alimento concentrado y algunas otras formas suplementarias como el ensilaje, heno, sales minerales, premezclas vitamínicas y pasto de corte en menor extensión (Araúz, 1995, 2003) En principio, la parte fundamental es el potencial alimentario y nutricional de las

dietas para la producción lechera en las condiciones de pastoreo y en un clima tropical húmedo que incluye zonas de vida desde el área costera hasta las partes montañosas.

Las principales limitantes en la producción de leche a nivel de alimentación lo representa la baja disponibilidad de materia seca, la irregularidad en la disponibilidad de carbohidratos estructurales con óptima digestibilidad, así como la baja proporción de forraje empleado y la alta influencia de la época anual sobre la producción de pastos (Araúz, 1995, Novoa, 1983)

El aspecto nutricional más limitante lo representa la densidad energética y proteica en las dietas empleadas para animales en crecimiento, gestación y lactación. La deficiencia más marcada resulta en la energía neta lactacional y la proteína para las vacas en lactación durante los primeros cinco meses de producción dado la naturaleza del patrón lactacional en la vaca (Larson, 1974, NRC, 1989, Miller, 1989; Fox y Tylituki, 1998)

Estas deficiencias se hacen más notables cuando la época lluviosa y la seca se encuentran en la fase avanzada, es decir en su fase terminal. Las deficiencias constituyen una limitante para el crecimiento, desarrollo, reproducción y lactación del ganado lechero en Panamá, aun cuando el potencial genético sea entre bueno a excelente para el trópico (Araúz, 2001)

Un factor complementario en nutrición, lo es el pastoreo ya que en Panamá no se utiliza la estabulación como parte del modelo de alimentación. Es

evidente, que la actividad locomotora para realizar el pastoreo tiene un costo energético que oscila entre el 15 y 30% por encima de los requerimientos para el mantenimiento corporal (Yousef, 1985, Araúz, 1995, 2002) Esto acrecenta la reducción del margen de Energía Neta Lactacional disponible en el animal para efectuar la producción de leche, reduciendo la producción y la respectiva eficiencia energética y alimentaria. Además, sobre esta plataforma del costo energético para el mantenimiento corporal se anexa la influencia microclimática asociada con la tensión calórica en condiciones tropicales, cuyo costo energético es considerable ya que la temperatura diurna en la época seca oscila entre 25 y 34°C (Araúz, 1994), por lo que aumenta el gasto energético para el mantenimiento corporal entre 10 y 20% (Larson y Collier, 1985), impactando negativamente en la producción de leche al disminuir la disponibilidad de ENLactacional propiamente.

Aunque se evidencia la falta de información científica sobre las características de la alimentación y nutrición del ganado lechero en Panamá, son múltiples las fallas en este sentido en la ganadería lechera en Panamá. Entre estas, se pueden mencionar en general los siguientes aspectos según Araúz (2003)

- Variación en la digestibilidad anual del pasto verde
- Bajo índice del consumo de materia seca procedente del forraje
- Alta proporción de materia seca del concentrado en la dieta

- Bajo contenido de materia seca y alta humedad en los pastos
- Alto consumo de alimento concentrado
- Bajo contenido de carbohidratos estructurales en la dieta
- Bajo contenido de proteína total en la dieta
- Alimentación basada en forraje verde
- Limitantes minerales en la dieta en Calcio, Fósforo, Potasio, Sodio, Azufre, Cobre, Zinc, Cobalto, Iodo y Selenio
- Irregularidades en la dieta y variaciones en alimentación
- Planificación deficiente del programa de alimentación para una producción lechera eficiente basada en nutrición apropiada y económica
- Alto contenido de humedad en los pastos y la ración.

Se plantea, que los problemas fundamentales en nutrición y alimentación descansan en la problemática del manejo y la administración del recurso alimento, además el esquema complejo de producción donde hay un mínimo de condiciones de infraestructuras y alimentación para permitir la expresión del potencial lechero de nuestras vacas, aun cuando ya existen alrededor de 50 años de inversión continua en el mejoramiento lechero tropical (Araúz, 2003)

1.4. Reproducción y Manejo Aplicado en el Ganado Lechero

El manejo reproductivo en las fincas lecheras Grado A esta centrado en el seguimiento técnico y reproductivo de la vaca después del parto y en menor

grado durante el periodo prepartum. Ello implica la detección del celo, el ejercicio de la inseminación artificial y el diagnóstico de la preñez mediante la palpación vía rectal. Hay una alta variación en el tipo de seguimiento reproductivo llevado en las fincas lecheras de mayor avance tecnológico por razones como: tipo de registro empleado, asesoría especializada, gestión administrativa del propietario, población animal en la finca y concepción genérica de la empresa lechera en Panamá.

Los indicadores reproductivos expresan que la edad al primer parto oscila entre 33 y 42 meses, el intervalo entre partos 340 a 600 días y los servicios por concepción entre 1.4 y 2.5. Hasta la fecha, no existe un estudio del estado reproductivo y su trayectoria en los hatos lecheros Grado A en Panamá basado en toda la base de datos donde se incluyan los principales eventos fisiológicos (actividad ovárica, niveles hormonales, etc) y el manejo (diagnóstico, tratamientos y resultados). Esto obedece a la falta de un sistema de registro computarizado que reciba la información de todas las unidades de producción incluyendo todos los parámetros de valor biológicos y técnicos (Araúz, 2001).

En general, se ha señalado que hay factores de salud como los desórdenes endócrinos (anestro, subestro, irregularidad del ciclo estral, quistes y afines), problemas puerperales (distocias, endometritis, piómetra, retención de placenta, traumatismo del conducto de parto) y enfermedades reproductivas como leptospirosis, tricomoniasis, brucelosis e IBR que afectan el desempeño

reproductivo y la fertilidad en la hembra lechera a nivel del trópico (Mendez, 2001).

Otros problemas reproductivos se encuentran ligados al medio ambiente, destacándose la participación de los factores ambientales a nivel de tensión calórica sobre todo durante la época seca. Estos determinan un aumento en los servicios por concepción al aumentar las temperaturas diurnas, aumento en la mortalidad embrionaria y alteración de los índices reproductivos en la hembra lechera.

El desempeño reproductivo igualmente se encuentra afectado por los factores de orden nutricional en Panamá, ya que se han detectado deficiencias en minerales como el Fósforo, Iodo, Selenio y Cobre los cuales tienen funciones de carácter reproductivo (Samudio, 2001).

El balance proteico y energético de las dietas para las vacas en lactación también presentan ciertas deficiencias cuando el periodo lactacional se encuentra en los primeros 120 a 150 días y la producción de leche supera los 20 Kg/día dado el grado de dependencia en el forraje verde (Araúz, 2000).

Es bien reconocido la importancia del balance energético y proteico para las vacas en lactación sobre las funciones y el desempeño reproductivo en la vaca lechera moderna para evitar su deterioro reproductivo (Ferguson y Chalupa, 1989). Otros factores como la deficiencia mineral y vitaminas pueden interactuar con el manejo y el ambiente para afectar el desempeño reproductivo,

y más aun cuando hay tensión climática como en el trópico (De Armas, 2001, Araúz, 2000)

2 Biología Somatométrica, Reproductiva y Lactacional en Hembra de Reemplazo y la Vaca Lechera Primípara

2.1. Patrón del Peso Corporal, Estatura, Desarrollo y Crecimiento en la Raza Holstein y Pardo Suizo.

Las razas lecheras presentan deficiencias en su desarrollo y crecimiento; en particular entre las grandes, medianas y pequeñas como se observa al comparar la somatometría de la Holstein, Guernsey y Jersey. No obstante, se ha reconocido que el patrón ó cinética es fundamentalmente igual, aunque la principal diferencia corresponde a la magnitud de los indicadores del crecimiento y desarrollo (por ejemplo estatura, peso, longitud corporal, area pélvica, índices craneanos, longitud de las extremidades, perímetro torácico, circunferencia tibial y profundidad corporal)

La cinética del crecimiento y desarrollo se ve continuada a partir del nacimiento; momento en el cual se ha señalado que la raza Holstein presenta entre 40 y 48 kg (88 a 100 lbs) y la Pardo Suizo entre 40 y 44 kg (88 a 96 lbs) según la información ofrecida en la revista lechera mundial Hoard's Dairyman (1982) Aunque la mayor parte de la literatura señala que la Holstein y Pardo

Suizo pueden evaluarse con la misma norma somatométrica, existen diferencias tal como se observa en la guía somatométrica presentada por Araúz (1999)

Si las condiciones del manejo nutricional y alimentario de la vaca al final de la gestación son apropiadas, entonces el desarrollo fetal debe favorecer un pesaje como el señalado en la literatura actual en las razas Holstein y Pardo Suizo. En la raza Holstein, se puede señalar que el peso al nacimiento, seis, doce, dieciocho y veinticuatro meses es 45, 177, 318, 415 y 513 kg; mientras que su estatura es 75, 112, 127, 136 y 145 cm. La raza Pardo Suizo presenta una ligera diferencia, evidenciando un peso a la misma edad que corresponde a 40, 154, 279, 374 y 461 kg con una altura de 66, 97, 111, 122 y 130 cm en base al patrón somatométrico de Araúz (1999) con modificaciones por porte racial en base a Hoard's Dairyman (1982)

Es evidente, que son múltiples los factores que pueden afectar el crecimiento y desarrollo del ganado lechero, tales como salud (Roy, 1980), Nutrición y Alimentación (Morrison, 1980, Maynard y Loosli et al., 1981, NRC, 1989) y el manejo integral conjuntamente con la influencia ambiental (Bath y colaboradores, 1986, Curtis, 1980, Yousef, 1985). Uno de los factores más diferenciados del crecimiento y desarrollo de la hembra lechera lo es la nutrición y por ende se ha señalado la importancia de acoger un plan de crianza y desarrollo de reemplazos con la meta de satisfacer las necesidades de energía neta, proteína, calcio, fósforo y oligoelementos, así como de materia seca y con

una dieta en función de las características digestivas y el apropiado desarrollo y función del tracto gastrointestinal del rumiante

En los sistemas tropicales se puede señalar que los factores de salud, nutrición y alimentación, influencia ambiental y el manejo propiamente no favorecen el normal crecimiento y desarrollo del ganado lechero. Se ha señalado que las condiciones prevalentes del trópico como son las parasitosis internas y externas, las dietas deficientes o desbalanceadas, la tensión microclimática y otros problemas a nivel reproductivo, entérico y hematopoyético conducen a un crecimiento deficiente ó por lo menos subnormal. Ello culmina en un retraso para presentar el desarrollo corporal, la normalización de la actividad ovarica y en su defecto un atraso en la reproducción efectiva y del ingreso de los animales a producción y aporte económico en la empresa lechera.

La sinopsis biológica del patrón de la raza Holstein y Pardo Suizo señala claramente que la pubertad se debe alcanzar entre los 8 y 12 meses, mientras que la actividad sexual se normaliza entre los 14 y 18 meses, para cuando se debe estar ofreciendo un servicio efectivo, el cual conducirá a un primer parto entre los 23 y 27 meses (Hafez, 1980). Estas cifras sólo constituyen una referencia, mientras que en la praxis, la ganadería panameña oferta otras variantes que distan de lo recomendado zootécnicamente (Araúz, 2003). Por ejemplo, la edad al primer parto en las fincas lecheras Grado A evidencia 36

meses, mientras que para las fincas Grado B la cifra es 49 meses; lo que sugiere un retraso en crecimiento, desarrollo y actividad reproductiva

A pesar, de la escasa información científica nacional sobre somatometría en ganado lechero, se puede señalar que el mayor número de problemas ocurren en los primeros 8 a 10 meses de vida de la hembra de reemplazo iniciando con el manejo alimentario desde el periodo de consumo de calostro y culminando con la adaptación a la coccidiosis y a los problemas ocasionados por hematozoarios como lo señala Philips (2001) y Araúz (2002). El patrón del peso corporal se omite en el Cuadro III con énfasis en la condición ideal, no obstante, dichas cifras constituyen un verdadero reto para Panamá, ya que ante todo los factores nutricionales y alimentarios son más bien limitantes del buen crecimiento y desarrollo en el ganado lechero

El peso al primer parto constituye una herramienta indicadora del trabajo integral en el levante total de la hembra lechera, coincidiendo ello con una cifra entre 580 y 640 kg como el valor ideal para la raza Holstein y Pardo Suizo. Estos pesos demandan dietas con alto énfasis en el uso de granos, heno, ensilaje y ante todo un buen balance en el contenido energético, proteico, mineral y vitamínico con excelente salud

Las máximas tasas de ganancia de peso están situadas entre los cuatro y doce meses correspondiendo a 817 y 683 gramos por día, mientras que en los 14 y 24 meses la ganancia oscila entre 600 y 617 gramos por día

respectivamente. Los mismos corresponden a un peso neto de 513 kg compatible con la raza Holstein y Pardo Suizo sin exceder una condición corporal de 3.75 de acuerdo con la escala presentada por Edmonson (1989)

Entre los factores más limitantes del crecimiento y desarrollo se encuentran la densidad energética y proteica de la dieta. En los primeros seis meses, la ración debe contener un 16% de proteína cruda, una energía neta de mantenimiento de 0.77 Mcal/lb y energía neta de ganancia 0.49 Mcal/lb. El nivel de calcio y fósforo debe ser 0.60 y 0.40% en base a la materia seca. El consumo de forraje es entre 0.9 a 1.0% del peso vivo. Entre el 7^{mo} y 11^{avo} mes, la proteína corresponde a 13%, ENmant 0.72 Mcal/lb, ENgan 0.44 Mcal/lb, Calcio y Fósforo 0.48 y 0.32% y el animal consume 1.6 a 1.7% del peso vivo en forma de forraje. Entre los 12 y 24 meses, la proteína, ENmant, ENgan, Ca y P debe ser: 12%, 0.65 Mcal/lb, 0.38 Mcal/lb, 0.45% y 0.30% y consumir entre 1.6 y 1.9% del peso vivo como forraje propiamente.

En lo referente al crecimiento y desarrollo de las hembras de reemplazo lechero se han señalado por regla general tres condiciones sobresalientes en nutrición y alimentación. La primera de ellas, corresponde a las consecuencias de la subalimentación proteica la cual está caracterizada por que los animales presentan un peso normal en el rango ó zona de aceptación para peso dado el crecimiento hasta los 24 meses, sin embargo, la estatura o altura del animal se encuentra por debajo de los valores normales a partir de los seis meses. En

segundo lugar, se puede señalar la subalimentación energética, en cuyo caso la estatura es normal a través de los primeros 24 meses de vida, pero el peso corporal es subnormal desde el 4^{to} mes posteriormente hasta los 24 ó más meses. En tercer lugar y lo menos frecuente en el trópico, se refiere a la subalimentación energética en la cual la estatura del animal es normal, pero, el peso corporal supera la meta de peso a partir del 6^{to} mes postcrecimiento en adelante. Estas referencias sobre somatometría aplicada están orientadas en las razas lecheras en sus primeros 24 meses de crecimiento y constituyen un renglón referencial para evaluar el desempeño de los animales jóvenes y a su vez juzgar el manejo nutricional y alimentario.

El estudio efectuado por Candanedo (1997), demostró que en la mayoría de las fincas evaluadas, la estatura y el peso corporal de las terneras y novillas estaba por debajo del patrón racial. Esta información fue obtenida en fincas lecheras Grado A y en la misma se evidenció que los animales pasan por un estado de subalimentación energética y protefca, la cual está caracterizada por una estatura y peso corporal por debajo de los valores normales ó aceptables. Esta condición estuvo asociada con una baja condición corporal y un marcado estado de subdesarrollo, lo que en su defecto se traduce en un retraso de la pubertad, capacitación reproductiva y en consecuencia un retardo para ingresar a la producción y aporte económico en la empresa lechera. Esto guarda una relación estrecha con los sistemas de alimentación tropicales, los cuales descansan en la plataforma de forraje verde por razones de costo, subestimando

las necesidades de energía y proteína en los animales en crecimiento, así como incurriendo en un bajo suministro de materia seca entre los 10 y 28 meses de edad (Araúz, 2002).

Es evidente que el rango de la estatura y el peso corporal son amplios en el trópico dado la cantidad de problemas que actúan como limitantes del crecimiento y desarrollo en el ganado lechero bajo condiciones del trópico. No obstante, el patrón racial debe utilizarse como referencia, y además se debe anexar el concepto de condición corporal. En la actualidad, se considera que el estado muscular y de tejido adiposo en la hembra lechera joven (crecimiento y desarrollo prepartum) incrementa de manera lineal desde los 2.5 meses hasta los 24 meses con un valor entre 2.2 a 3.2, reflejando los máximos incrementos entre los 12 y 24 pero sin caer en sobre peso y mucho menos en valores superiores a 3.25 ya que se compromete el balance ideal del acumulo de tejido adiposo en la glándula mamaria.

En el caso de un plano nutricional alto en comparación con lo recomendado por la NRC (1989), se encontró que las vacas primíparas podían reducir su producción de leche hasta en un 25% sobre una plataforma lactacional de 5597 lb en 305 días, sin embargo un plano nutricional deficiente causó una reducción del 13% del desempeño lactacional sobre la base de 4700 lb de leche corregida al 4% de grasa.

Las condiciones más comunes del trópico están identificadas con un crecimiento y desarrollo subnormal como evidencia el estudio de Candanedo y colaboradores (1997), lo cual está avalado por una subnutrición en energía y proteína y de allí que se identifiquen índices como edad al primer parto de 30 a 40 meses, edad al primer servicio de 21 a 33 meses y un peso al primer parto entre 850 y 1000 lb como tendencia prevalente (Araúz, 2004) Hasta el presente, no se cuenta con estudios que relacionen el peso al primer parto con la producción de leche en el trópico húmedo, sin embargo, se conoce los efectos negativos de la nutrición deficiente sobre el desempeño lactacional y reproductivo propiamente encontrados en Estados Unidos (Wilcox y col , 1978, Larson, 1986) y otros países en el Continente Europeo

2.2. Biología Reproductiva Prepartum y Postpartum en la Hembra Lechera Primípara.

La hembra lechera presenta su pubertad entre el 8^{vo} y 12^{avo} mes postcrecimiento dependiendo del plano de nutrición y salud (Hafez, 1980) Por ende, la actividad reproductiva se estabiliza en los próximos tres a seis meses después de la pubertad Ello ha sido correlacionado técnicamente con la edad al primer servicio señalada como 15 a 18 meses en el sentido del máximo manejo reproductivo para lograr una mayor productividad (Warrick, 1986) No obstante, la biología reproductiva puede cambiar drásticamente dependiendo sobre todo de los factores de carácter nutricional, alimentario, de la salud, del

microambiente y del manejo. Es así como puede indicarse que en Panamá, las fincas de mayor tecnología presentan datos donde la edad al primer servicio corresponde a los 27 meses, siguiendo el primer parto a los 36 meses, mientras que en otras categorías como la Grado B el primer servicio ocurre a los 40 meses (Quiroz y colaboradores, 1987, Araúz, 1999)

Entre las características reproductivas de la hembra bovina lechera se encuentra la duración gestacional para la raza Holstein en 274 días y para la Pardo Suizo 279 días con una desviación de 5 y 10 días para ambas razas (Hafez, 1980). Esta variación es más marcada en la raza Pardo Suizo, sin embargo, el periodo gestacional referencial es 270 días en la hembra bovina con un sesgo de aproximadamente 10 días

En la actualidad, la hembra lechera se le da su seguimiento reproductivo a partir de las 700 lb para evaluar el funcionamiento de los ovarios, planificar su sincronización, detectar el celo, efectuar la inseminación y verificar la preñez mediante la palpación rectal en su apropiado momento. Esta programación constituye la parte fundamental del manejo reproductivo en la hembra lechera antes del primer parto, aunque pueden introducirse otras variantes técnicas no convencionales como la programación para el implante de embriones propiamente (Stevenson, 2001; Holt y colaboradores, 1989)

El cuadro de seguimiento reproductivo de la novilla debe partir con el peso corporal (700 - 750 lb), continuar con el tratamiento coadyuvante para la

manipulación ovárica, estimulación de la actividad ovogénica y esteroidogénica, programación del celo y su respectivo servicio. Se prefiere que en las razas de mayor peso (Holstein y Pardo Suizo), el primer servicio se efectue entre las 750 y 850 lbs (Wilcox et al , 1978), aunque otros señalan que el mejor peso para el primer servicio está entre 792 y 880 lbs como se indica por parte de la Universidad de Pensilvania en la obra titulada *Livestock and Dairy Replacements* (Ganadería y Reemplazos Lecheros). Esto significa, que el peso para el primer servicio en la Holstein y Pardo Suizo debe representar el 78 y 76% del peso al primer parto (1130 y 1017 lb en Holstein y Pardo Suizo). Ello significa que los animales deberán ganar en nueve meses entre 235 y 250 lb en ambas razas con una ganancia diaria entre 870 y 925 g/día (Araúz, 2002)

El diagnóstico de preñez puede efectuarse mediante el uso de la prueba de progesterona en leche (Shearer, 2002), y palpación rectal entre los 45 y 60 días después del servicio (Sorensen, 1982, Hafez, 1980, Morrow, 1980). El mejor examen será siempre el más confiable con los menores riesgos para el feto y la vaca ginecológicamente. Actualmente, más fincas utilizan el diagnóstico via rectal por la ventaja económica y la factibilidad de los expertos con experiencia en la Tecnología y Evaluación Ginecológica en la Hembra Bovina. Ulteriormente, el evento de mayor importancia es el parto, el cual tiene su seguimiento en base al patrón normal y salvo casos de distocia entonces se implementarán correctivos (Vatti, 1974)

El periodo puerperal de la vaca toma en principio 45 días para la recuperación en el aparato genital. Ello incluye lo necesario para desinflamar el aparato genital, reactivar los mecanismos glandulares y hormonales que regulan la nueva actividad ovarica, uterina y general hacia la reproducción (Lech y Allrich, 1991).

El proceso del parto en la hembra bovina representa un evento fisiológico de múltiples consecuencias en la hembra primípara. En términos endocrinológicos ello significa la supresión de los niveles de progesterona a nivel plasmático e histológico luego de haber permanecido bajo la influencia de esta hormona esteroidea de marcada importancia para preservar la gestación (Hafez, 1976), participar en la capacitación mamogénica de la glándula mamaria (ubre) y mantener un metabolismo conservador durante la gestación aunado a la amplificación del instinto materno como apertura hormonal para la función prolactínica una vez culmine la gestación (Convey, 1973, Delouis et al, 1980).

El plano reproductivo en la vaca lechera primípara incluye los aspectos de involución uterina postpartum, reactivación de las glándulas que producen los factores hormonales reguladores de la producción, la capacitación gametogénica ovarica, la producción de estrógenos, el celo, la ovulación, fertilización, reconocimiento de la preñez e implante definitivo del embrión con el consecuente desarrollo de la gestación (Hafez, 1982, Morrow, 1980).

El manejo reproductivo hace énfasis en la evaluación y seguimiento del proceso involutorio y la normalización del aparato genital con especial atención al servicio postpartum entre los 60 y 100 días, aunque las cifras del periodo abierto son variantes para las vacas en sus primeros partos dado los efectos del crecimiento que debe ocurrir entre los 24 y 48 meses propiamente (Warnick, 1986)

El esquema reproductivo en la vaca lechera está orientado hacia la recuperación de la capacidad reproductiva buscando el menor periodo abierto pero sobre los 45 días postpartum (Duby and Prange, 2001), empleando menos de 1.5 servicios por concepción. Estas cifras zootécnicas y econométricas en biología y producción lechera implican el uso de múltiples disciplinas incluyendo nutrición, alimentación, endocrinología, ginecología y patología reproductiva de la hembra bovina, y la utilización de registros como plataforma orientadora en el manejo integral de la hembra lechera (Araúz, 2004)

Los aspectos reproductivos más sobresalientes después del parto incluyen la presencia de quistes ováricos, infecciones uterina, inactividad ovárica persistente, baja actividad ovogénica y esteroidogénica e incapacidad para albergar una nueva gestación por múltiples causas (Leach and Allrich, 1991) Esto repercute en el incremento de los indicadores reproductivos, merma en capacidad de producción y en la merma productiva en la finca lechera. En consecuencia, el manejo reproductivo incluye la evaluación y reconocimiento

periódico del estado funcional del aparato genital en la hembra lechera después del parto para permitir la aplicación de ajustes y correctivos de preferencia con fines metafilácticos reproductivos y económicamente. Los tratamientos empleados incluyen el uso de antibióticos, hormonas, estimulantes vitamínicos y minerales e incluso los ajustes nutricionales y alimentarios con énfasis en energía y proteína, ya que las necesidades nutricionales de la vaca lechera inciden directa e indirectamente sobre el desempeño reproductivo postpartum (NRC, 1989, Tucker, 1985, Butler y Smith, 1989)

3. Nutrición y Alimentación de la Vaca Lechera Primípara

3.1. Requerimientos Nutricionales (Energía, Proteína, Minerales y Vitaminas)

El concepto de las principales necesidades nutricionales de la vaca lechera durante la lactación han sido comprimidos y a la vez detallados tomando en cuenta diversos factores, tales como el peso corporal, la producción de leche, el contenido de grasa en la leche y las condiciones microclimáticas. La NRC (1989, 2001) y la ARC (1988) señalan las principales cantidades de nutrientes que se requieren de manera integral para cumplir con las exigencias para el mantenimiento corporal y la producción de leche ajustada por su contenido de grasa láctea.

Especial atención, se le ha prestado a la vaca lechera según su grado de madurez por edad y número de partos. La vaca lechera primípara en esencia, requiere un ajuste en sus necesidades de Energía Neta lactacional, Proteína, Calcio y Fósforo por el orden del 20% sobre las necesidades definidas para el mantenimiento corporal sobre la base del peso vivo, tal como señala el Consejo de Investigación en las Tablas del ganado lechero (1989, 2001). Esto es aplicable siempre que el primer parto se desarrolle entre los 24 y 28 meses, ya que en dicho periodo se debe hacer el ajuste por razones de incremento somatométrico. Dicho ajuste debe incluir todos los nutrientes con excepción de las vitaminas A y D. Otro de los ajustes señalados y no incluidos en las Tablas de la NRC (2001) para el ganado lechero, corresponden a la locomoción y disipación calórica.

Se ha estipulado que el proceso de la locomoción puede representar entre el 10 al 30% de las necesidades energéticas para el mantenimiento corporal en la vaca lechera en lactación (Yousef, 1985, Araúz, 2003). Ello dependerá de las distancias recorridas y de la naturaleza de la topografía, siendo mayor con el incremento de la distancia recorrida y de igual manera mayor con la irregularidad de la topografía del área de potrero propiamente. Se ha indicado que las distancias de 1000, 1500 y 2000 metros de recorrido responden en un incremento de energía para locomoción con una equivalencia del 10, 15 y 20% sobre el mantenimiento. Adicionalmente, los costos energéticos para mantener el cuerpo operando metabólicamente también están

influidos por la temperatura ambiental; es decir por la temperatura cuando esta excede entre 4 a 5°C por encima del Límite Superior Termoneutral (20°C), tal como señala Curtis (1981) y Collier (1985) La necesidad de EN Lactacional para el mantenimiento corporal incrementa en 10, 20 y 30% cuando la temperatura ambiental diurna es 25, 30 y 35°C respectivamente (Collier, 1984, Araúz, 1994, Araúz, 2004) De allí que las condiciones de manejo y ambiente también son aspectos determinantes sobre el gasto y costo energético para la vaca lechera primípara y múltipara que deben incluirse como parte de los sistemas de alimentación balanceada para procurar la mayor expresión del potencial lechero con las menores implicaciones orgánicas, funcionales, biológicas y de producción general

Los requerimientos nutricionales diarios han sido establecidos como una referencia para llevar a la práctica las condiciones ó el entorno de alimentación que favorezca la expresión biológica y productiva de la vaca lechera La referencia hace énfasis en la Energía Neta, Proteína, Calcio, Fósforo y Vitaminas A y D (NRC, 1989) No obstante, los requerimientos bromatológicos de la dieta para la vaca lechera en lactación destaca los siguientes elementos nutritivos Energía Neta Lactacional, Proteína, Macrominerales (Ca, P, Mg, S, K, Na, Cl), Microminerales (Fe, Se, I, Cu, Co, Zn, Mn) y las Vitaminas Liposolubles (A, D y E)

Las necesidades básicas de nutrientes han sido proyectados en tres diferentes líneas para la vaca en lactación Es decir se incluye el

mantenimiento, la producción y el manejo y la disipación calórica (Araúz, 2002) Dado que la vaca lechera en lactación durante el primer parto puede cambiar de manera apreciable en su peso corporal, se han definido valores en base al peso oscilando entre 400 y 600 kg para vacas de primero y segundo parto dentro de la categoría de la raza El peso mínimo señalado es de 400 kg para lo cual su mantenimiento corporal requiere 7 16 Mcal de EN_{Lac} , 318 g de Proteína, 16 g de Ca y 11 g de P. Además, las Vitaminas A y D se requieren en 30000 y 12000 UI/día propiamente (NRC, 1989). Las necesidades de nutrientes en vacas lecheras en lactación, cuyos pesos implican el primer y segundo parto están indicados en el Cuadro I en base a su mantenimiento corporal

Los requerimientos de Energía Neta Lactacional aumentan con el incremento del peso corporal, con lo que se genera un aumento de EN_L por el orden de 1 3 Mcal por cada 100 kg de peso vivo (NRC, 1989), o sea que el aumento de 100 kg de peso vivo repercute en la necesidad de Energía Neta para el mantenimiento corporal de la vaca en lactación en 0 041 Mcal/Unidad de peso metabólico ($kg^{0.75}$) respectivamente a partir de los 400 kg propiamente (Araúz, 2004).

Las necesidades de Proteína total a partir de los 400 kg cambian en más 46 g/día por cada 100 kg de aumento (NRC, 1989), lo que corresponde a un aumento de proteína total de 1.45 g de proteína por unidad metabólica de peso corporal ($kg^{3/4}$)

Cuadro I: Requerimientos Nutricionales Diarios para las Vacas en Lactación con Especial Atención al Peso Corporal Típico en los Periodos del Primer y Segundo Parto según el Patrón Racial para Razas Pesadas, Medianas y Pequeñas en Base al Mantenimiento Corporal

Peso Corporal		EN _{Lactación}	Proteína	Ca	P	Vitaminas	
Kg	Lb					Mcal	g
400	882	7.16	318	16	11.0	30	12
425	937	7.49	330	17	12.0	32	13
450	992	7.82	341	18	13.0	34	14
475	1047	8.14	353	19	13.5	36	14.5
500	1102	8.46	364	20	14.0	38	15
525	1158	8.78	375	21	15.0	40	16
550	1213	9.09	386	22	16.0	42	17
575	1268	9.40	396	23	16.5	44	17.5
600	1323	9.70	406	24	17.0	46	18

*Requerimientos Nutricionales para Mantenimiento Corporal sin incluir Locomoción y Disipación calórica.

Fuente: National Research Council (NRC, 1989).

Las necesidades de Ca y P aumentan a partir de los 400 kg de peso vivo en 4.0 y 3.0 g por cada 100 kg para las vacas lecheras jóvenes en lactación. Las necesidades metabólicas de Calcio y Fósforo son determinantes para el desempeño de múltiples funciones orgánicas y sistémicas como señala Chase (2001), aunque sus implicaciones en la producción láctea directamente no han mostrado un impacto sobresaliente como reporta Steevens et al , 1971, de Boers et al , 1981; Brintrup et al , 1993, Satter and Dhiman, 1996 y Dhiman et al , 1996) citados por Hurley and Doane (1989), cuando se utilizó niveles superiores de suplementación sobre el requerimiento referencial para el mantenimiento y la producción según la NRC (1989)

Además del enfoque cuántico de las necesidades nutricionales para la vaca lechera en lactación en términos de la necesidad diaria por ejemplo, Energía Neta Lactacional, Proteína, Calcio y Fósforo, también se han señalado los mismos en base a su concentración como parte de la materia seca. De esta manera se parte del hecho de un consumo base de materia seca por día y se ha propuesto (NRC, 1989), que las características bromatológicas y nutricionales deben ajustarse en base al potencial lactacional de la vaca lechera (Véase Cuadro II)

En la práctica nutricional, se observa que el contenido de Nutrientes Digestibles Totales, Energía Neta Lactacional, Proteína, Calcio y Fósforo aumentan ligeramente sobre la base de la materia seca, cuando la producción

de leche aumenta de entre 7 y 13 kg/día hasta 26 a 53 kg/día respectivamente. Las vacas primíparas están acondicionadas a demandar una mayor cantidad de nutrientes por razones de incremento somatométrico, a la vez que la producción de leche tiene una mayor repercusión sobre el uso de las reservas corporales. Esta última parte es relevante ya que la proporción de reserva corporal como tejido adiposo, oseó y muscular es inferior relativamente con el peso corporal del animal joven si se establece una relación con el animal adulto (Hafez y Dyer, 1972).

Las necesidades nutricionales de la vaca lechera primípara en lactación dependerán de la raza, el peso vinculado a su genética, la producción lechera, el contenido de grasa láctea, la edad, el manejo en general y del medio climático propiamente (Araúz, 2004). Se evidencia entonces, que la magnitud de los requerimientos nutricionales dependerán del peso corporal en la vaca primípara, pero en las razas modernas, la producción lechera juega un papel más determinante sobre los nutrientes demandados. Por ejemplo, una vaca de 400 kg con una producción diaria de 10 kg sólo demanda de EN_L 15.14 Mcal, Proteína 1158 g, Ca 45.70 g y P 29.30 g como indica Araúz (1995) según los ajustes en base a lo establecido por la NRC (1989) en condiciones del trópico propiamente (Ver Cuadro II).

Cuadro II: Requerimientos Nutricionales Diarios de Energía Neta, Proteína Total, Calcio y Fósforo Según el Peso Corporal y la Producción de Leche para Vacas en Lactación con Énfasis en los Estadios en Crecimiento Asociado en las Primeras Lactancias

Producción de Leche		Componente Nutricional	Peso Corporal					
kg	lb		kg	400	450	500	550	600
			lb	882	992	1102	1213	1323
5.0	11.0	ENLactación (Mcal/día)		11.69	12.44	13.15	13.94	14.85
		Proteína (g/día)		738	761	784	806	826
		Calcio (g/día)		30.85	32.85	34.85	36.85	38.85
		Fósforo (g/día)		20.15	22.15	24.15	26.15	28.15
10.0	22.0	ENLactación (Mcal/día)		15.14	15.89	16.64	17.39	18.04
		Proteína (g/día)		1158	1181	1204	1226	1246
		Calcio (g/día)		45.70	47.70	49.70	51.70	53.70
		Fósforo (g/día)		29.30	31.30	32.30	34.30	36.30
15.0	33.0	ENLactación (Mcal/día)		18.59	19.34	20.09	20.84	21.59
		Proteína (g/día)		1578	1601	1624	1646	1666
		Calcio (g/día)		60.55	62.55	64.55	66.55	68.55
		Fósforo (g/día)		38.45	49.45	42.45	44.45	46.45
20.0	44.0	ENLactación (Mcal/día)		22.04	22.75	23.54	24.29	25.04
		Proteína (g/día)		1998	2021	2044	2066	2086
		Calcio (g/día)		75.40	77.40	79.40	81.40	83.40
		Fósforo (g/día)		47.60	49.60	51.16	53.66	55.66
25.0	55.0	ENLactación (Mcal/día)		25.49	26.24	26.99	27.74	28.49
		Proteína (g/día)		2418	2441	2464	2486	2506
		Calcio (g/día)		90.25	92.25	94.25	96.25	98.25
		Fósforo (g/día)		56.75	58.75	60.75	62.75	64.75

Requerimientos nutricionales adaptados por locomoción y disipación calórica por Araúz (1995), según la base de requerimientos nutricionales por la NRC (1989).

CUADRO III: Características Bromatológicas y Nutricionales de la Ración en base seca para Vacas Lecheras según el Nivel de Producción

Bromatología y Nutrición	Expresión	Producción de Leche Diaria (Kg)			
		7 - 13	13 - 27	20 - 40	26 - 53
Nutrientes Totales Digestibles	%	63	67	71	75
EN Lactación	Mcal/kg	1.42	1.52	1.62	1.72
Proteína Cruda	%	12	15	16	17
Fibra Cruda	%	17	17	17	18
Fibra Acido Detergente	%	21	21	21	19
Fibra Neutro Detergente	%	28	28	28	25
Extracto Etereo	%	3	3	3	3
Calcio	%	0.43	0.51	0.58	0.64
Fósforo	%	0.28	0.33	0.37	0.41
Magnesio	%	0.20	0.20	0.20	0.25
Potasio	%	0.90	0.90	0.90	0.90
Sodio	%	0.18	0.18	0.18	0.18
Cloro	%	0.25	0.25	0.25	0.25
Azufre	%	0.20	0.20	0.20	0.20
Hierro	Ppm	50	50	50	50
Cobalto	Ppm	0.10	0.10	0.10	0.10
Cobre	Ppm	10	10	10	10
Manganeso	Ppm	40	40	40	40
Zinc	Ppm	40	40	40	40
Yodo	Ppm	0.60	0.60	0.60	0.60
Selenio	Ppm	0.30	0.30	0.30	0.30
Vitamina A	UI/kg	3200	3200	3200	3200
Vitamina D	UI/kg	1000	1000	1000	1000
Vitamina E	UI/kg	15	15	15	15

Fuente: NRC, 1989. Nutrient Requeriments of Dairy Cattle.

3.2. Requerimientos Alimentarios de la Vaca Lechera Durante la Lactación

Las características digestivas y metabólicas de la vaca lechera han sido descritas como complejas y variables si se considera que la propia biología lactacional tiene una expresión logística e irregular (Nead, 1986), compuesta por múltiples factores vectoriales en cuyo caso se observa una zona de incremento en las primeras semanas, luego un breve periodo de estabilidad lactacional y posteriormente la zona de mayor duración que comprende al vector generado inmediatamente después del máximo de producción de leche (Larsen, 1974, 1985; Araúz, 2004). De conformidad con el desarrollo de la llamada curva de lactación en la vaca, se han categorizado las necesidades nutricionales, las cuales han sido proyectadas y convertidas en las exigencias alimentarias propiamente (Bath et al., 1986, Mertens, 1996; 1987 y McCullough, 1973 y NRC, 1989)

En la actualidad, una de las referencias más usadas es la de la NRC (1989, 2001), donde se señala que los principales componentes de los requerimientos alimentarios durante la lactación incluye la materia seca ingerida, el consumo de agua, la relación de la materia seca del concentrado y el forraje, la densidad de proteína y energía neta en la materia seca y/o ración consumida

En general, la vaca lechera presenta variaciones en el consumo de alimento, materia seca y agua como consecuencia de la influencia irregular de la producción de leche, cambios en el peso corporal, uso de las reservas

corporales y estado del apetito y balance metabólico general (Harris, 1987, Araúz, 2004, Collier, 1985) Se ha indicado que en los primeros 75 días de la lactación se produce el máximo de producción láctea, el mayor descenso del peso corporal, se incrementa el consumo de materia seca y agua pero sin alcanzar el máximo y en dicho periodo prevalecen el uso de las reservas corporales como fuentes auxiliares especiales para apoyar el proceso de la formación láctea (Bauman, 1980, Araúz, 2003, Chandler, 1978). Entre los 2 5 y 7 5 meses ocurren otros eventos como el máximo consumo de materia seca alcanzado a los 120 días, ligero incremento del peso y la condición corporal y una declinación considerable de la producción de leche de manera persistente (Schmidt y Van Bleck, 1974). Durante éste periodo se genera en la práctica un consumo curvilineal de materia seca y agua dado la reducción en la producción de leche, siendo ello una consecuencia de la menor necesidad metabólica de energía, proteína y minerales por el proceso de la biosíntesis láctea

El requerimiento alimentario de materia seca ha sido relacionado con el peso corporal y la producción de leche ajustada al 4% de grasa e indicado como una proporción del peso vivo (NRC, 2001) Por regla general, la vaca lechera con peso entre 500 a 1800 lb con una producción de leche referencial de 40 lb al 4% deben consumir entre el 3.6 y 2.3% del peso vivo respectivamente, mientras que si la producción láctea escala a 60 lb al 4% de grasa, el consumo de materia seca debe alcanzar entre el 4.4 y el 2.7% (NRC, 1989) En general, las vacas más chicas están más presionadas a consumir una mayor cantidad de materia

seca en proporción a su cuerpo y por ende sus reservas corporales serán más utilizadas al no cumplir con el ofrecimiento alimentario apropiado. Por regla general, la vaca lechera consume entre 18 y 25% menos de la materia seca en las primeras semanas de la lactación, lo cual tiene importancia para contemplar el contenido de proteínas y energía neta para leche en la ración.

El contenido de materia seca en la dieta de la vaca lechera en lactación es esencial para mantener el balance de las funciones digestivas y sobre todo para proveer las condiciones para una digestión, absorción y excreción eficiente. En general, el heno y los alimentos concentrados representan la fuente más relevante de materia seca y en otros casos el ensilaje dependiendo del sistema de alimentación. El balance de la materia seca y sobre todo la proporción de la materia seca proveniente del forraje es determinante del número de masticaciones por día (rumia), producción diaria de saliva y proporción de los ácidos grasos volátiles incluyendo el ácido acético y el butírico, así como para la producción de grasa láctea (Mertens, 1996). Por ejemplo, se ha indicado, que las vacas cuya ración contiene 60% de la materia seca como forraje efectúan una masticación diaria de 900 minutos, producen 47 litros de saliva y la proporción de ácido acético y propiónico en el líquido ruminal es 61 y 22%, mientras que aquellas cuya ración sólo contiene 20% de la materia seca como forraje dedican 500 minutos a la masticación, producen 38 litros de saliva por día y la proporción de ácido acético y propiónico en el líquido ruminal es 44 y 34%.

Otro aspecto alimentario de importancia es el contenido de carbohidratos estructurales (fibra cruda) en la ración. La NRC (1989) ha indicado que las vacas lecheras en lactación requieren entre 15 y 17% de la materia seca como fibra cruda dependiendo de la producción de leche. No obstante, Chandler (1978) ha indicado que la fibra cruda puede oscilar entre 15 y 22% en base a la materia seca de la ración, con una relación inversa a la producción de leche. La fibra cruda representa la fuente de carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa y pectina) necesarios para que el proceso de la fermentación ruminal ocurra dentro de los términos digestivos constituyendo un factor físico en la digestión facilitando la adecuación del medio ruminal y a la vez suministrando el estímulo fisiológico para el aparato digestivo del rumiante (Kaufman y Saelzer, 1979), proveiendo a su vez una fuente de energía en forma de ácidos grasos volátiles con valor bioenergético y bioquímico considerable para el metabolismo general y la biosíntesis láctea (Bauman y Davis, 1974, Davis, 1986, Collier, 1985; Araúz, 1998). Es evidente, que la fibra cruda constituye un requisito alimentario basado en su función compleja sobre la microbiología del rumen (Church, 1974), fisiología del aparato digestivo (Duke y Swanson, 1995), metabolismo energético intermedio (Chandler, 1978), mantenimiento energético y producción de leche.

Los carbohidratos estructurales en conjunto representan una función multivectorial benéfica incluyendo sus efectos sobre la fisiología digestiva, proceso de la fermentación ruminal, metabolismo energético y como fuente de

precursores para la síntesis de la grasa y la lactosa como partes esenciales en la composición y producción de leche (Araúz, 1998)

3.3. Consumo y Naturaleza de la Materia Seca

El consumo de materia seca determina en gran forma la producción de leche que una vaca puede alcanzar dentro de sus condiciones de peso, estado lactacional, número de partos, influencia ambiental y de su buen estado de salud. A pesar de que la vaca lechera tiene una trayectoria irregular con énfasis en una forma curvolineal en su consumo de materia seca durante la lactación, se evidencia que hay una correlación estrecha entre la trayectoria de la curva de lactación y la trayectoria de la habilidad para consumir sólidos alimenticios (Harris, 1974, Araúz, 2004)

La producción de leche ha sido utilizada como una de las referencias más determinantes del consumo de materia seca. De allí, que se han diseñado tablas específicas que relacionan la cantidad de materia seca requerida según la producción de leche (Ver Cuadro IV)

La otra variable de gran importancia, es el peso corporal en donde se observa que a una determinada producción láctea, el consumo de materia seca aumenta de manera lineal. Por ejemplo, una vaca con producción de 20 kg de leche al 4% de grasa cuyo peso fuere 400, 500, 600 y 700 kg requiere 31.75, 35.77, 38.36 y 40.12 lb de materia seca por día. Esto representa un aumento general de 2.79 lb de materia seca por cada 100 kg de incremento de peso

corporal. De esta manera, se deduce que las vacas de mayor peso corporal tienen mayores exigencias para el consumo de materia seca y por ende la disponibilidad de alimento es más crítica si ajustamos el potencial lechero por el factor de peso metabólico propiamente (Araúz, 1998, 2004) Esta proyección es ratificada en base a lo establecido por la NRC (1989, 2001) al relacionar estrechamente el consumo y el requerimiento de materia seca en la vaca lechera en lactación con la magnitud del peso corporal y la producción de leche como se evidencia en el Cuadro IV.

La materia seca constituye en la parte alimentaria un factor determinante de la naturaleza de la ración o dieta, estando asociado con el consumo general de alimento y los procesos digestivos prevalentes (Kolb, 1974) En la actualidad, se considera que la materia seca de la dieta para el rumiante debe contener una mayor proporción de forraje (Mertens, 1996) para facilitar el desarrollo de los procesos digestivos en forma eficiente, beneficiando a su vez una mejor economía nutricional para la vaca lechera durante el proceso de la lactación Se ha recomendado que la materia seca proveniente de forraje y afines debe representar entre el 60 al 90% dependiendo de la producción de leche, mientras que el diferencial, o sea entre el 10 y 40% debe corresponder a la materia seca proveniente de los alimentos concentrados, granos y derivados industriales con valor alimenticio (Chandler, 1978, McCollugh, 1981, Miller, 1986, Hutjens, 2003 y Araúz, 2003) En la práctica alimentaria, la relación de la materia seca del forraje con el alimento concentrado y afines está vinculado con la producción de

leche destacándose que a medida que esta aumenta, también aumenta la proporción de materia seca proveniente de los granos con la subsecuente reducción en la proporción de materia seca procedente del forraje en general. Ello guarda una relación estrecha con la densidad energética y protéica requerido en la ración de la vaca lechera en lactación, sobre todo cuando su producción supera el rango básico entre 25 y 30 kg/día propiamente (Araúz, 1996, Miller, 1986, Araúz, 2000) La NRC (1989) indica que la concentración de Energía Neta Lactacional aumenta con el incremento en el potencial lechero, dado que el consumo de materia seca fisiológico por capacidad digestiva es propuesto como constante en las vacas de alta producción, pero no así su densidad energética e incluso el contenido de proteína digestible cuando la producción láctea supera los 35 kg/día y donde el peso corporal juega un papel complementario para hacer los correctivos y ajustes bromatológicos, nutricional y alimentarios sobre las necesidades metabólicas y de producción en vacas con alto mérito lactacional.

3.4. Requerimiento y Consumo de Agua

La leche contiene un 87% de agua, la sangre un 65% de agua como líquido extraeritrocítico, el plasma un 95% y el cuerpo de la vaca lechera posee entre 68 a 73% de agua como evidencias de la importancia del agua sobre la composición corporal, además de todas sus implicaciones fisiológicas (Dukes y Swenson, 1996; Kolb, 1974, NRC, 1989)

Se destaca que el agua puede indicarse como el nutriente más importante para el cuerpo animal y su funcionamiento integral. Esta es parte constitucional y funcional del cuerpo animal, pero en la vaca lechera en lactación particularmente, juega un papel determinante en el consumo de materia seca, consumo de alimento, proceso digestivo metabólico general y sobre todo en la producción de leche (Araúz, 2004). Además, el agua es un elemento esencial para el proceso de la termorregulación (Yousef, 1985) y disipación calórica activa (Hafez, 1983; Collier, 1985; Araúz, 2003).

Cuadro IV: Requerimientos de Materia Seca para las Vacas en Lactación según la Producción de Leche al 4% de Grasa y el Peso Corporal.

Producción de Leche		Peso Corporal						
		Kg						
		400	450	500	550	600	650	700
		882	992	1102	1213	1323	1433	1543
Kg/día	Lb/día	Requerimiento de Materia Seca (lb/día)						
10	22	23.81	25.14	26.46	27.76	29.10	29.98	30.86
15	33	28.22	29.54	30.86	32.63	34.39	34.94	35.49
20	44	31.75	33.51	35.77	36.82	38.36	39.24	40.12
25	55	35.27	36.93	38.58	40.46	42.33	43.54	44.75
30	66	38.80	40.90	42.99	44.65	46.30	47.84	49.38
35	77	44.09	45.20	46.30	47.62	48.94	50.71	52.47
40	88	48.50	49.61	50.71	51.81	52.91	54.23	55.55

Fuente: Adaptado por Araúz (1995) Según lo Establecido por la NRC (1989) para el Ganado Lechero.

Una de las referencias sobre las necesidades de agua durante la lactación señala que la vaca lechera debe recibir de 2 a 3 kg de agua por cada kg de materia seca y además 1 kg de agua por cada kg de leche producida (Ensminger, 1980, Kolb, 1974, Collier, 1985, Head, 1986) En la actualidad, la NRC (1989, 2001) ha destacado aquellos factores más determinantes de la necesidad del consumo de agua en la vaca lechera Se han señalado como factores determinantes el consumo de materia seca (1.58 kg de agua/kg de MS), la producción de leche (0.90 kg de agua/kg de leche), el consumo de Sodio (0.05 kg de agua/g de Na consumido/día) y la Temperatura Ambiental Mínima (1.20 kg de agua/°C mínimo) con un intercepto o valor mínimo de 15.99 kg de agua por día Se desprende aquí, que la mayor influencia sobre el consumo de agua está representado por la magnitud de la producción de leche como fuente de excreción metabólica activa por disipación calórica (Araúz, 2004)

El consumo de agua es determinante del consumo de materia seca y de la producción de leche, no obstante, el contenido de agua en la ración puede representar un obstáculo físico-digestivo para la digestión de materia seca Esto a su vez, tiene una repercusión en la producción de leche Se ha indicado que por cada 1% de incremento en el contenido de humedad de la ración, se produce una reducción en la producción de leche de 1.5 lb/vaca/día (Vigortone Co, 1982) De allí, que el manejo alimentario de la vaca lechera en lactación debe incluir el buen ofrecimiento de agua (disponible, accesible, fresca), pero

también ofrecer una ración con un contenido de materia seca, cuyo contenido de humedad no genere un problema de sobrecarga hídrica a nivel del tracto gastrointestinal, restringiendo con ello el consumo de materia seca y por ende ocasionando una reducción en la producción de leche (Araúz, 2004).

En resumen, la NRC (1989) ha presentado el consumo de agua como una variante dependiente en forma regresiva con la siguiente expresión múltiple:

$$\text{Agua}_{\text{kg/día}} = 15.99 + 1.58\text{MS}_{\text{kg/d}} + 0.9\text{Leche}_{\text{kg/d}} + 0.05\text{Na}_{\text{g/d}} + 1.20\text{Temp Minima } ^\circ\text{C}$$

Se destaca la influencia proporcional del consumo de materia seca y de la producción de leche como las más determinantes. Collier (1985) ha señalado que la temperatura ambiental representa un factor determinante del consumo de agua. Esto guarda una relación directa con los requerimientos hídricos para disipar el calor corporal cuando la temperatura ambiental se encuentra por encima del límite superior de la zona de termoneutralidad, es decir 20°C (Yousef, 1985). Hafez y Urban (1992) encontraron que cuando la producción de leche estaba entre 16 y 52 kg/día, la misma tubo una relación lineal con el consumo de agua a una tasa de 0.6 kg de agua/kg de leche por vaca con un estado lactacional entre 36 y 159 días postpartum respectivamente. Esto evidencia, que la magnitud del proceso de lactación en base al tiempo postpartum también determina parcialmente el consumo de agua

respectivamente. Al respecto, Murphy (1991) ha señalado que otros aspectos como el incremento en el contenido de materia seca en la dieta determina un aumento en el consumo de agua libre, pero no así el consumo de agua total. Por otra parte, el contenido de humedad en la ración también afecta el consumo de agua libre y total. Vigorton (1982) indica por ejemplo, que al aumentar el contenido de agua en la dieta se genera una reducción en el consumo de materia seca y éste a su vez ocasiona una reducción en el consumo de agua libre, así como también en la producción de leche. En esencia, el agua representa un factor alimentario que debe incluirse en el programa de alimentación para todas las vacas lecheras, pero en especial para el periodo lactacional. Las funciones e implicaciones digestivas, metabólicas, termorregulantes y de producción ha sido presentada por Murphy (1991) en forma integral y de manera completa, destacando la importancia general del agua para el desempeño lactacional de la vaca lechera.

3.5. Consumo de Forraje Verde, Concentrados y Otras Fuentes Alimenticias.

La producción lechera mundial y nacional continúa siendo posible de manera económica a base de animales rumiantes, cuya dieta en su mayor parte esta representada por los forrajes en general incluyendo el pasto verde, heno, ensilaje y otros afines (Morrison, 1974, Miller, 1986; Bath et al , 1986, Ensminger, 1980) Ello está relacionado con las características gastrointestinal y microbiológicas en los animales rumiantes, entre los cuales se destaca la familia

bovidae El forraje verde representa una fuente de carbohidratos estructurales clásica aunque de bajo contenido relativo con otros forrajes como el heno y el ensilaje incluso (Crampton y Harris, 1972), y además es una fuente de agua, minerales y vitaminas por su nivel de ingesta (Araúz, 2003) El aporte de proteína y energía para leche son bajos, aun cuando su digestibilidad, consumo y estado de madurez sean los mejores dado la naturaleza bioquímica de las gramíneas en su tejido foliar propiamente (Flores, 1980)

El consumo de forraje verde representa la plataforma alimentaria de los rumiantes, no obstante, durante el proceso de la lactación las exigencias nutricionales para el mantenimiento, la producción y en el crecimiento en las hembras primíparas en particular determina que se tenga que utilizar otras fuentes de nutrientes alternas como los concentrados, derivados de la industrialización de granos y otros (caña de azúcar) para completar las exigencias de proteína y energía neta (Chandler, 1978, Miller, 1986, Harris, 1986). Bath y colaboradores indica que las vacas en lactación deben consumir entre 1.50 y 2.0% de su peso vivo en forma de materia seca procedente de los forrajes De ellos, el forraje verde puede representar entre el 45 al 65% de la materia seca siempre y cuando el contenido de materia seca sea superior al 20% en el pasto verde (Araúz, 1995) Un factor determinante del consumo de forraje verde lo es la disponibilidad (Araúz, 2003); así como las propiedades bromatológicas y su digestibilidad (Ortega, 1979) El forraje verde es la fuente de materia seca, proteína y energía de menor costo, cuyo aporte favorece los

sistemas de producción lechera en el trópico (Ortega, 1979) y en los climas templados cuando éstos pueden utilizarse directamente (Wilkins y Castle, 1988). Constituye una meta en la empresa lechera, lograr los mayores consumos posibles de forraje verde sobre todo a través del periodo de la lactación

En Panamá, el consumo de forraje verde esta influenciado por la época anual, la región, la altitud de las fincas sobre el nivel del mar, por las normas de manejo de pasturas y prácticas agronómicas, la carga animal, la presión de pastoreo, el periodo de descanso ó recuperación y por la especie de pasto (Ortega, 1979, Quiroz, 1984) En adición, los estudios de Araúz (1998) indican que la disponibilidad de pasto es muy variable y oscila entre 2.5 y 8.6% del peso vivo en las fincas lecheras Grado A. Ello ha sido correlacionado con el uso de alimento concentrado y con los costos de producción lechera a nivel de fincas tecnológicas de avanzada (Araúz, 2004) La combinación de los factores de calidad forrajera con la disponibilidad y consumo de pasto por época conducen a una condición obligatoria nutricionalmente para incurrir en un alto uso de los granos y otros para balancear la proteína y energía neta durante el periodo de la lactación propiamente

Los alimentos concentrados ofrecen una forma de suplementar las vacas en lactación, para balancear sobre todo la proteína, energía, minerales y vitaminas, como lo indica la NRC (1989) Esta fuente de nutriente puede verse como parte ó expresión de la materia seca y por ende forman parte del sistema de alimentación Se ha señalado que la vaca lechera en lactación requiere

preferiblemente que la materia seca de forraje represente entre el 60 al 90%, mientras que los granos deben representar entre el 10 al 40% como permisible partiendo de los requerimientos del aparato digestivo en el rumiante (INRA, 1980, Church, 1982, NRC, 1989, Chandler, 1978) No obstante, los granos o concentrados encarecen la producción lechera, y por ende es preciso implementar la racionalización del uso del alimento concentrado en función de la producción lechera. Las normas de uso del concentrado para el trópico incluyen una relación entre 0.75 y 1.25 lb de alimento por cada 2.2 lb (1.0 kg) de leche con especial atención a la época del año, valor ó mérito genético lechero de los animales y a su vez contemplando el uso y aporte nutricional de otras fuentes de nutrientes que sean factibles para el sistema de producción lechera (Araúz, 2004). Una meta nutricional y alimentaria con sentido económico es el menor uso posible del alimento concentrado por la mayor producción posible sin incurrir en procesos de deficiencias en proteínas, energía, minerales e incluso en vitaminas si fuese el caso extremo (Miller, 1986). Conrad (1974) indica que el nivel de concentrado está relacionado con la producción de leche de manera lineal positiva, pero esto a su vez determina una caída en los sólidos totales y el contenido de grasa en la leche. En el medio tropical debe tenerse la referencia de menos concentrados y más forraje si la genética de los animales lo permite, ya que de lo contrario, al aumentar el mérito lechero, es preciso aumentar la cantidad de concentrado a suministrar con miras a buscar un balance apropiado de nutrientes.

Otro ingrediente de la dieta para la vaca lechera en Panamá lo representan el pasto de corte, heno, ensilaje, melaza, suplementos energéticos (pulidura, afrecho de maíz), suplementos proteicos (harina de soya, harina de pezcado, carneharina hasta hace unos años, leguminosa verde), suplementos minerales y vitamínicos (Ruiloba, 2000, Araúz, 1995, Araúz, 2004)

Los diversos ingredientes alimenticios y su manejo para ofertarlo a la vaca lechera en lactación conforman los sistemas de alimentación que se emplean en las fincas lecheras de nuestro país. Se destaca el sistema de alimentación clásico que incluye pasto verde, alimento concentrado y sal mineralizada. Otras variantes son especial y en general constituyen excepciones ó casos particulares en el contexto nacional. Por regla general, el uso del alimento concentrado no incluye la racionalización por producción, lo cual conduce a un beneficio parcial, y en muchos casos de manera económica subclínica ya que no se le da la debida importancia dentro del contexto de la empresa lechera moderna (Araúz, 1995, 2004)

3.6. Condición Corporal y la Producción de Leche

El estado de las carnes y la reserva adiposa ha sido resumida y catalogada según una escala numérica, pero basada en la descripción de los elementos óseos y la cobertura muscular y de tejido adiposo sobre estos (Edmonson, 1989). Esta constituye una herramienta para complementar el manejo nutricional y alimentario de la vaca lechera en lactación. El estado de las reservas corporales ha sido relacionado con la trayectoria lactacional, pero

también con la eficiencia para la producción y el desempeño reproductivo en la vaca lechera cuando su producción y balance nutricional se identifican con un rendimiento superior a los 15 kg/vaca/día, aun en las mejores condiciones de alimentación (Butler y Smith, 1989, NRC, 2001)

Se reconoce que la vaca lechera moderna tiene una trayectoria irregular tipo curvilineal de la condición corporal a través del periodo lactacional (Risco y Melendez, 2003) Como muestra el boletín técnico de los laboratorios Elanco (2003), la condición de una vaca lechera típica ó común parte con 3.5 al momento del parto, decae hasta 2.5 alrededor de los 80 a 120 días postpartum, incrementa a 3.0 cuando tiene entre 150 y 180 días y debe culminar el proceso de la lactación con una meta mínima de 3.0 y máxima de 3.5 No obstante, los valores ideales de la condición corporal van a cambiar en función de la condición al momento del parto, de la producción de leche, de la edad y madurez productiva del animal y sobre todo del balance de proteína y energía que se identifique a través del periodo de producción de leche (Araúz, 2004) Butler y Smith (1989) han señalado la importancia de una buena condición corporal en la fase temprana de la lactación para facilitar un mejor desempeño reproductivo, al mismo tiempo que los costos del manejo reproductivo se van minimizando y no inflados como ocurre en las vacas cuyos sistemas de alimentación permiten un balance energético negativo profundo y sostenido Los primeros 150 días de la lactación presentan los cambios y exigencias metabólicas y nutricionales de mayor magnitud, ya que dicho periodo se caracteriza por coincidir con el mayor

rendimiento lactacional y por ende la mayor bioutilización de las reservas corporales (Larson, 1974, 1985)

En dicho periodo, toma lugar el proceso de la lipólisis, glucogenolisis y proteolisis fisiológica postpartum como dependencias metabólicas de los ajustes homeostáticos, homeorréticos y homeocinéticos de la lactación (Chandler, 1978, Bauman y Bruce, 1980) Todos estos justifican metabólicamente la pérdida de reservas corporales en forma de grasa, musculo y tejido óseo para corresponder con las exigencias nutricionales y al andamiaje hormonal propio de la lactación (Collier, 1985; Wood, 1986, Cowie, 1980, Bauman y Courier, 1982 y Convey, 1973)

La condición corporal ha sido relacionada con las funciones reproductivas en la vaca lechera Burke y colaboradores (1998), encontró que la condición corporal baja afecta el mantenimiento de los folículos dominantes en el ganado lechero. Butler y Smith (1989) han señalado la relación existente entre el balance energético negativo y la función reproductiva postpartum en la vaca lechera moderna. Esto se ha identificado con el aumento de la producción lechera producto de los avances en selección y prácticas de manejo que conducen a incremento en la magnitud del balance energético negativo en los primeros 60 a 120 días postpartum. Otros estudios como el de Domeck y colaboradores (1997) señalan que la tasa de concepción en la primera inseminación después del parto en vacas de alta producción se ve reducida como consecuencia de una baja condición corporal, estos resultados son más

sobresalientes cuando la ingesta de energía antes y después son relativamente bajos afectando el crecimiento y el desempeño lactacional y reproductivo en la vaca lechera primípara (Grumer et al , 1995) Es evidente que la condición corporal esta relacionada con la ingesta de energía, el gasto de energía y el balance energético propiamente El manejo nutricional y alimentario inciden sobre la relación entre la nutrición y reproducción de la vaca lechera moderna (Thatcher et al , 1999) y más aún en condiciones del trópico húmedo con una plataforma nutricional con debilidad en el aporte de proteína y energía, conduciendo el organismo a presentar una baja condición corporal que se identifica con un pobre desempeño lactacional y reproductivo (Araúz, 1995, 2004)

El sistema de alimentación para la vaca lechera en lactación debe incluir los ajustes necesarios que permitan el desempeño metabólico, lactacional y reproductivo acorde con la biología lechera y desempeño económico (Guthrie, 1989). Ello significa que debería tomarse en cuenta la producción de leche, la condición corporal y el medio climático para ofertar la relación apropiada de elementos nutricionales con especial énfasis en proteína, energía neta y ciertos elementos alimentarios como la materia seca, fibra cruda, neutro y ácido detergente (NRC, 1989; 2001)

La condición corporal ideal al momento del parto es de 3.5 a 3.75, a los 90 a 120 días entre 2.75 a 3.00, entre 150 y 180 días 3.00 a 3.25 y entre los 210 y 270 días la vaca debe mantenerse con una mayor aproximación a 3.25 lo cual

representa el mínimo de condición corporal al momento de efectuar la práctica del secado que debe corresponder con una gestación próxima a los 210 días (Butler y Smith, 1989, Elanco, 2003, Araúz, 2003)

III. METODOLOGIA

1. Localización Geográfica y Sistema Agroecológico

La presente investigación esta fundamentada en la información biolactacional y reproductiva obtenida en tres fincas productoras de leche Grado A incluyendo un ámbito geográfico entre los 750 y 1100 metros sobre el nivel del mar. El estudio incluyó fincas productoras de leche ubicadas en Potrerillos, Buena Vista y Barriles de Volcán. Las fincas fueron utilizadas se les determinó condiciones meteorológicas más relevantes incluyen altura, temperatura, humedad relativa, radiación solar, horas luz y grado de tensión calórico-ambiental para el ganado tipo leche. La zona geográfica comprende un clima desde un bosque húmedo premontano a un premontano seco con una época seca definida entre Diciembre y Abril y la época lluviosa desde Mayo hasta Noviembre. La topografía va desde plana hasta quebrada con variantes dentro de cada unidad de producción propiamente. El medio ambiental de cada unidad lechera fue caracterizado en base a la precipitación pluvial, altitud, temperatura ambiental diurna, humedad relativa, radiación solar directa, horas luz y en base al índice temperatura humedad para ganado bovino (ITH_{bovino}). Este último fue

empleado como el principal indicador para determinar el grado con que el medio físico incluyendo humedad y temperatura determinaba la magnitud de la tensión calórica de tipo ambiental. El mismo fue calculado en base al índice modificado de Curtis (1981), según la siguiente expresión

$$ITH_{\text{bovino}} = [(TB_{\text{seco}} + TB_{\text{húmedo}})(0.4)] + 4.8$$

En el mismo se utiliza la temperatura de bulbo (TB) seco y húmedo

Las unidades de producción láctea se encuentran con una precipitación pluvial que oscila de 2500 a 4500 mm anuales, temperatura diurna mínima entre 16 a 22 °C, temperatura diurna máxima entre 24 a 28 °C, radiación solar directa entre las 10:00 AM y 4:00 PM de 400 a 800 Kcal/m² hr, humedad relativa diurna mínima de 40 a 60% y máxima entre 65 a 80% y un período de horas luz entre 6 a 8 horas en la época lluviosa y 8 a 10 horas en la época seca

2. Descripción Técnica General de las Unidades de Producción Lechera

El presente estudio incluyó la información lactacional y reproductiva obtenida en tres sistemas de producción lechera Grado A, los cuales presentaron diferencias moderadas en su ubicación geográfica, pero marcada en los elementos técnicos de producción (incluyendo nutrición, alimentación, y manejo). El aspecto genético estuvo representado por animales de las razas Holstein y Pardo Suizo. Los sistemas de producción lechera empleados

estubieron localizadas en Potrerillos, Buena Vista y Volcán. Cada sistema de producción presentó sus propias condiciones microambientales y de ubicación, así como su propio programa técnico de manejo y administración. En general, los animales empleados en las tres fincas lecheras estuvieron identificados con el patrón de la raza Pardo Suizo y Holstein.

2.1. Sistema de Producción Lechero I

El mismo se encuentra ubicado en Buena Vista Arriba a una altitud de 800 msnm con un microambiente confortable para el ganado lechero en principio. Otros detalles microclimáticos y geográficos regionales están indicados en el Cuadro V. Los animales de ésta finca correspondieron a la raza Holstein y Pardo Suizo. La plataforma alimentaria estuvo fundamentada en pasto verde (*Brachiana decumbens*) y pasto Estrella (*Cynnodon dactylon*), alimento concentrado (Proteína 15.5%, ENLactacional 1.74 Mcal/Kg, Calcio 1.0% y Fósforo 0.75%), melaza y una mezcla mineral basada en sal cruda 60%, harina de hueso 20% y pecutrin 20%. La disponibilidad de pasto en la época seca correspondió a 3.0% del peso vivo y en la época lluviosa al 5.5% respectivamente. Se mantuvo dos niveles de alimento concentrado, 12 lbs/vaca/día para las vacas de menos de 150 días en lactación y 8 lbs/vaca/día para las vacas en la segunda fase lactacional. La finca utilizó un área de 35 Has para el pastoreo de 90 vacas en producción, y la topografía del terreno es quebrada en un 40% y plana en un 60%. El programa de salud incluyó las pruebas de Brucelosis, Tuberculosis, Leucosis y el control de Exo y

Endoparásitos. El programa de fertilización de pasturas se efectuó en 3 fases a través del año y el sistema rotacional incluyó un período de recuperación de 21 días. El área presentó una alta precipitación pluvial y sobre todo alta nubosidad en la época lluviosa. El material genético se mantiene por medio de un programa de inseminación artificial basado en la evaluación del perfil lineal con énfasis en los índices de producción láctea, patas compuestas, ubre compuesta, fortaleza y tamaño. Se utilizó el servicio reproductivo de la ruta de inseminación de la Cooperativa de Productores de Leche (Cooleche) con la cooperación del Ministerio de Desarrollo Agropecuario. El proceso de locomoción para las vacas en lactación promedió 1.5 Km por día con una topografía promedio quebrada ó irregular en un 40% con pendientes entre leve y moderadas. El suelo de ésta área es franco arenoso con secciones bien drenadas dado la inclinación, aunque en las zonas más bajas prevalece la humedad en un bajo porcentaje de la finca (5%). El servicio técnico y especializado es irregular y se mantiene una baja inversión en lo concerniente al mantenimiento de pasturas y alimentación. Puede indicarse que los dos niveles de alimento concentrado fueron ofrecidos en forma estandarizada dentro de cada lote sin tomar en cuenta el nivel de la producción de leche y el estado lactacional. El sistema de registros de campo fue conducido y analizado en base al sistema Vampp Leche.

2.2. Sistema de Producción Lechero II

Se encuentra ubicado en Potrerillos Arriba y la finca utiliza las razas Holstein y Pardo Suizo, así como un programa de mejoramiento genético

alternativo basado en la inseminación artificial. La unidad está ubicada a 800 msnm con un ambiente microclimático general aceptable o confortable para el ganado bovino tipo leche. El sistema de alimentación utilizó como plataforma el pasto Estrella (*Cynnodon dactylon*), alimento concentrado (Proteína 15.5%, ENLactacional 1.74 Mcal/Kg, Calcio 1.0% y Fósforo 0.90%), Heno de Suazi, melaza y Sal Mineral para vacas en producción. Se utilizó el sistema de doble ordeño diario. Se empleó el área techada para suplementar las vacas en lactación, con un tiempo máximo de tres horas en dos periodos del día tanto en la época seca como en la lluviosa. La finca utilizó 22 Ha, para 80 vacas en producción con una disponibilidad de forraje verde en la época seca de 5.0% y en la época lluviosa de 6.8% del peso vivo. El programa de fertilización empleado fue fraccionado; con un pastoreo rotacional en base a 21 días de descanso. El alimento concentrado se suministró en un 85% en la sala de ordeño y las vacas fueron agrupadas en lotes de alta, media y baja producción con un rango de 20 - 28 Kg/día (Lote alto), 16 - 20 Kg/día (Lote media) y 10 - 16 Kg/día (Lote bajo). El alimento concentrado fue ofertado por producción a razón de 21, 16 y 12 lbs/vaca/día. El programa sanitario incluyó las pruebas serológicas de Brucelosis, Tuberculosis y Leucosis, así como el análisis del examen de salud de ubre según la prueba de Mastitis Californiana. El sistema de registro computarizado estuvo basado en el programa VAMPP Leche, con énfasis en el análisis de la condición corporal, la trayectoria lactacional y reproductiva de cada vaca. El sistema de pastoreo fue orientado en una

locomoción máxima de 1.0 Km/día con una frecuencia de dos ordeño en 24 horas. Se empleó la inseminación artificial en un 95% y la monta natural en un 5% con una proyección a cubrir los servicios por inseminación artificial en la mayor proporción posible, al menos que fué necesario un cuarto o quinto servicio.

2.3. Sistema de Producción Lechero III

Esta situado en Barriles, Volcán a una altitud de 1,100 msnm. El microambiente de ella es muy confortable para el ganado lechero dadas sus características de temperatura ambiental, humedad relativa y altitud. Otros detalles microclimáticos y geográficos regionales están indicados en el Cuadro I y II. En la misma se utilizan la raza Holstein y Pardo Suizo en el sistema de producción de leche Grado A. La alimentación esta basada en el uso del pasto Estrella (*Cynnodon dactylon*), alimento concentrado, ensilaje de maíz y melaza, además de la sal mineral. El alimento concentrado se utilizó a razón de 15 lbs/vaca-día en forma estandarizada a través de toda la lactación, y se suministró 20 lbs de ensilaje de maíz por vaca-día, melaza 2 lbs/vaca-día y una porción de alimento concentrado complementario de 3 lbs/vaca/día con el ensilaje y la melaza. La finca empleó la inseminación artificial al 60% y un 40% monta natural por razones de manejo reproductivo. Las pruebas de salud incluyeron Brucelosis, Leucosis y Tuberculosis y se realizó un programa de control de parásitos con especial atención a los exoparásitos. Se utilizó un total de 15 hectareas para 50 vacas en producción y la disponibilidad de pasto fué

6.0% en la época lluviosa y 4.8% en la época seca. Las vacas tuvieron una locomoción de 1 00 Km/día y la topografía del área de pastoreo es plana (65%) y quebrada (35%) Se empleó el doble ordeño mecanizado y los registros más importantes se procesaron con el sistema VAMPP Leche Esta unidad utilizó un bajo nivel de sales minerales con una mayor dependencia en el alimento concentrado y el ensilaje en la época seca El programa de fertilización de pasturas se suspende en la época seca y se enfatiza en la época lluviosa, con especial atención en el nitrógeno, fósforo y potasio. La época seca incide determinando una baja disponibilidad de forraje y se destaca la incidencia negativa del viento y el bajo nivel de humedad en el suelo por su contenido franco arenoso. El registro lactacional fue semanal y las vacas tuvieron un seguimiento reproductivo postpartum con énfasis en la detección del celo, inseminación y diagnóstico de la preñez. La suplementación se ofreció una vez al día dentro de la fase diurna y no se practicó la semiestabulación dado las características microclimáticas de la finca

3.. Descripción Sinóptica del Sistema de Levante y Desarrollo de los Reemplazos

Las fincas evaluadas utilizaron el sistema de crianza de reemplazo basado en el calostro y semicalostro, leche integra ó reemplazador (8 - 75 días), alimento concentrado para terneros (15 - 120 días) y se utilizó con persistencia dominante el pasto verde ya que los animales pastorean parcialmente a partir de los 40 a 60 días y totalmente a partir de los 120 días. Las fincas emplean pasto verde,

heno y alimento concentrado para sus terneros con diferencias mínimas en las cantidades ofrecidas por animal diariamente. Todas las fincas mantubieron un programa de control de salud con énfasis en hematozoarios, coccidiosis, endoparásitos y exoparásitos. Se incluyó un plan de vacunación en la entrada y salida de las lluvias para aquellos animales menores de 24 meses y mayores de seis meses por regla general.

El sistema de crianza de reemplazos incluyó el uso de las jaulas independientes, en por lo menos hasta los 60 días y en otros casos hasta los 120 días respectivamente. Las fincas evidenciaron un sistema de crianza de reemplazos homogéneo y consistente con una buena alimentación en los primeros 180 días de edad; no obstante, entre los seis meses y la edad al primer servicio se observó un programa de alimentación con limitaciones en su potencial nutricional dado su énfasis en el forraje verde. El seguimiento reproductivo se inició a partir de las 700 libras por razones biológicas, reproductivas y económicas.

3.1. Caracterización del Sistema de Alimentación y Valoración Nutricional

En cada sistema de producción lechera se recopiló la información relacionada con las fuentes alimenticias empleadas como parte del sistema de alimentación. Se tomó la información cualitativa y cuantitativa incluyendo alimento concentrado, forrajes secos, forrajes fermentados, sales minerales, premezclas vitamínicas, pasto verde y aditivos como probióticos y

amortiguadores. La información alimentaria fue utilizada para determinar las características de la ración, el aporte de nutrientes y el balance nutricional con énfasis en energía neta lactacional, proteína, calcio y fósforo. Otros aspectos incluidos en el análisis alimentario fue el consumo de materia seca, fibra cruda y la composición de la materia seca (forraje vs concentrado). El consumo de pasto verde fue determinado según la prueba de consumo y rechazo, mientras que esta fue traducida en consumo del pasto verde como una función del peso vivo. Los análisis nutricionales fueron realizados en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá. La bromatología básica incluyó materia seca, extracto etéreo, proteína, fibra cruda, extracto no nitrogenado, minerales (Ca, P, Mg, Zn, Mo, Cu, Co, Fe y Mn). El contenido de nutrientes digestibles totales fue estimado mediante el sistema de Regresión Múltiple descrito por Crampton y Harris (1968) según la metodología de Moe y Flatt (1964), el contenido de Energía de la ración fue determinado en base al Sistema de Producción en función del contenido de Nutrientes Totales Digestibles (NDT) señalado por Moe y Tyrrel (1972) con atención a la Energía Neta Lactacional.

Los Requerimientos Nutricionales para las vacas de primer parto fueron calculados en base a los valores ofrecidos en las Tablas del Ganado Lechero del Consejo de Investigación de los Estados Unidos (NRC 1989 y 2001). El balance alimentario y nutricional fue obtenido al contrastar los aportes de nutrientes ó elementos alimentarios con los respectivos requisitos diarios.

ajustados por crecimiento, locomoción y disipación calórica sobre la plataforma de producción láctea y el contenido de grasa en la leche según el patrón racial en Holstein y Pardo Suizo. La naturaleza de la dieta y el estado nutricional y alimentario se obtuvo utilizando el Programa de Nutrición y Alimentación Computarizado llamado AG-Ration (Versión 1989) para incluir nutrición, alimentación y economía nutricional con énfasis en el Sistema de Alimentación.

El Sistema de Regresión empleado para determinar el valor del NDT o Nutrientes Digestibles Totales se aplicó para el Heno, Ensilaje y Alimentos Concentrados. El contenido de Energía Neta Lactacional (Mcal/Kg) fue obtenido según la siguiente expresión combinada (Moe y Flatt, 1969)

$$EN_{LAC} \text{ (Mcal/kg)} = (\text{NDT} \cdot 0.04409 \cdot 0.84) - 0.77 \text{ ó}$$

$$EN_{LAC} \text{ (Mcal/kg)} = (\text{NDT}) (0.03704) - 0.77$$

Otros ajustes en los requerimientos nutricionales, determinación del balance nutricional y estado alimentario fueron calculados según lo descrito por Araúz (2003) en el Manual de Laboratorio, Prácticas y Referencias Especiales en Producción Lechera Tropical.

3.2. Animales Experimentales

Se utilizó animales de la raza Holstein y Pardo Suizo que cumplieran con el patrón racial, por la cual se hizo una evaluación fenoracial para utilizar animales con el mayor grado de homogeneidad racial posible. En los Sistemas de Producción Lechera I, II y III conformados por vacas de las razas Pardo Suizo

y Holstein se utilizó un total del 30 unidades experimentales por finca y raza, luego de aplicar todos los criterios de calificación y purificación de la base de datos. Las unidades experimentales por raza totalizaron 90 vacas Holstein y 90 vacas Pardo Suizo, todas primíparas. Los animales seleccionados fueron obtenidos de una base animal de 220 animales. Los factores de extracción del resto de los animales incluyeron problemas metabólicos, reproductivos, parasitarios, podales, mastíticos y en caso de tratamientos supresores de la producción de leche. Las 180 vacas facilitaron un total de 7920 observaciones correspondientes a la producción de leche diaria por semana como parte del periodo lactacional normal.

3.3. Parámetros Lactacionales

El seguimiento biológico y el análisis del desempeño lactacional estuvo fundamentado en la utilización de la producción de leche semanal expresado en Kilogramos por día (Kg/día), el cual se registró a partir de la II semana de producción, incluyendo la producción de la mañana (AM) y la tarde (PM).

La producción de leche referencial tomó hasta un máximo de 11 meses (355 días) y un mínimo de 250 días en caso de la trayectoria lactacional. La producción láctea semanal se almacenó, acumuló y analizó en parte en el Sistema VAMPP Leche ya que todas las fincas emplearon dicha facilidad como herramienta para facilitar y agilizar el seguimiento técnico de la lechería. Como parámetros lactacionales por animal en cada finca se tubo lo siguiente.

- ↳ Producción Láctea Acumulada (Kg)
- ↳ Máximo de la Producción Láctea (Kg/día)
- ↳ Tiempo a la Máxima Producción Láctea (días postpartum)
- ↳ Persistencia Láctea Sectorizada (%)
- ↳ Producción Láctea Ajustada a 305 días (kg)
- ↳ Longitud Lactacional (días, semanas)
- ↳ Producción Láctea Inicial en la segunda semana postpartum (Kg/día)
- ↳ Producción Láctea al Cierre (Kg/día)

Los parámetros lactacionales se tomaron como válidos en aquellas vaquillas dentro de cada finca que no presentaron casos de mastitis, estomatitis vesicular, partos distócicos, problemas podales, abortos y sobre todo que los cuatro pezones fueran funcionales. La persistencia láctea sectorizada fue obtenida en base al siguiente esquema referencial

$$\text{Persistencia Láctea} = (P_{\text{final}} - P_{\text{inicial}}) / P_{\text{inicial}} * \text{tiempo}$$

La misma fue obtenida para los tres sectores típicos de la lactación en vacas primíparas siendo ellos, Sector I (7 – 28 días), Sector II (28 – 49 días) y Sector III (49 – 305 días) respectivamente. Los datos concernientes a la producción de leche (kg/vaca) por semana fueron generados de manera

ordenada según la fecha de parto y la fecha de muestreo con un intervalo de siete días como regla de campo. La misma se midió mediante el empleo del lactómetro simplificado de Alfa De Laval identificando cada medición según el número del animal, estado lactacional, raza y finca o sistema de producción lechera

3.4. Parámetros Reproductivos

La información reproductiva de cada novilla y su respectivo estado de la primera lactación fueron contemplados según el seguimiento reproductivo acumulado en el sistema de registro computarizado VAMMP Leche 5 0. Para ello se tomó en cuenta cuantos servicios por concepción se efectuaron para lograr la primera gestación. El desempeño reproductivo postpartum fue tomado en función de la primera inseminación, el número de servicios por concepción y se proyectó los indicadores reproductivos combinados o dependientes. Los principales parámetros reproductivos fueron

- ↳ Servicios por Concepción Antes del Primer Parto
- ↳ Servicios por Concepción Después del Primer Parto
- ↳ Período Abierto Efectivo
- ↳ Intervalo Proyectado entre Partos
- ↳ Edad al Primer Parto

Los parámetros reproductivos fueron obtenidos en base a la información ginecológica y de manejo reproductivo acumulado en la base de datos del Programa Computarizado para hatos lecheros VAMPP Leche. Cada finca presentó el respectivo seguimiento veterinario y zootécnico, el cual se generó mediante la rutina técnica de seguimiento del hato con la información individual de las vacas. Las fincas emplearon el servicio de inseminación artificial y monta natural y todos los eventos colaterales.

El presente estudio utilizó los datos de servicios netos por concepción y en todas las fincas los inseminadores fueron personas experimentadas con un mínimo de cinco años de experiencia. Ellos tuvieron la responsabilidad de detectar los celos e implementar las inseminaciones respectivamente.

Los parámetros reproductivos fueron calculados en base a los siguientes procedimientos cuantitativos:

3.4.1. Servicios por Concepción Antes del Primer Parto (SPCAPP)

Se cuantificó todos los servicios acumulados hasta alcanzar la preñez efectiva. Solo fueron incluidas las novillas con historial de inseminación artificial.

3.4.2. Servicios por Concepción Después del Primer Parto (SPCDPP)

Se cuantificó los servicios por concepción efectuados luego del primer parto y el marco referencial fue la última inseminación o servicio confirmado por el diagnóstico de preñez mediante la palpación rectal.

3.4.3. Período Abierto Efectivo (PAE)

El período abierto efectivo fue definido como el tiempo que transcurrió entre la fecha del parto y la fecha del primer servicio efectivo después del parto, ratificado por el diagnóstico de preñez confirmado por palpación vía rectal

3.4.4. Intervalo Entre Partos Proyectado (IEPP)

El intervalo entre partos proyectado fue generado por aditividad del periodo abierto efectivo más la longitud gestacional por raza. En la Holstein se utilizó la longitud de preñez en base a 273 días (Hafez, 1980) y en Pardo Suizo 278 días (Hafez, 1980) Se aplicó la siguiente expresión para las razas evaluadas

$$\begin{aligned} \text{IEP}_{\text{Holstein}} (\text{días}) &= \text{Periodo Abierto Efectivo (días)} + 273 \\ \text{IEP}_{\text{Pardo Suizo}} (\text{días}) &= \text{Periodo Abierto Efectivo (días)} + 278 \end{aligned}$$

3.4.5. Edad al Primer Parto

Se determinó al contrastar la fecha al nacimiento y la fecha al primer parto y se estandarizó por el periodo de 30 días Se utilizó la siguiente expresión

$$\text{Edad al Primer Parto}_{(\text{meses})} = \frac{\text{Fecha Parto} - \text{Fecha al nacer}}{30}$$

3.5. Sistema de Registro Lactacional y Reproductivo

Los sistemas de producción lechera evaluados utilizados fueron basados en el registro computarizado VAMPP Leche distribuido por el Centro de Registro

e Informática para la Producción Animal Sostenible (CRIPAS, 1998) de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de Costa Rica, Heredia, Costa Rica. Los eventos registrados incluyeron datos individuales, crecimiento, reproducción, genética, salud de ubre, producción de leche y consideraciones especiales

3.6. Análisis Estadístico y Biométrico

La producción de leche inicial (Kg/día en la segunda semana Postpartum), máxima producción de leche (Kg/día), tiempo postpartum a la máxima producción láctea (días), producción de leche al cierre lactacional (Kg/día), producción de leche ajustada a 305 días (Kg), edad al primer parto, servicio por concepción prepartum, servicio por concepción postpartum, peso al primer parto, intervalo proyectado entre partos (días) y el período abierto efectivo (días) fueron analizados estadísticamente mediante la aplicación del diseño de parcela dividida con la inserción del arreglo factorial. El modelo lineal aditivo fue

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + D_j(A_i) + B_k + (AB)_{ik} + C_l + e_{(ijkl)}$$

donde

Y_{ijkl} = Parámetros lactacionales y reproductivos dependientes (p e máxima producción de leche (Kg/día), período abierto efectivo (días) del animal

j^{th} según el sistema de producción i^{th} dentro de la raza k^{th} según el mes del parto l^{th} .

μ = Media General

A_i = Efecto del Sistema de Producción ($i^{\text{th}} = 1,2,3$)

$D_j(A_i)$ = Error A

B_k = Efecto de la Raza ($k^{\text{th}} = \text{Pardo Suizo (1), Holstein (2)}$)

$(AB)_{ik}$ = Interacción Raza x Sistema de Producción

C_l = Efecto del mes del parto ($l^{\text{th}} = 1,2,\dots, 12$ semanas)

$e_{(ijkl)}$ = Residuo Experimental

El análisis de varianza se utilizó con énfasis en la suma de cuadrado tipo III y cada parámetro incluyó la consideración del coeficiente de determinación (R^2), coeficiente de variación (CV) y el valor de Fisher calculado (F del modelo). La significancia mínima aplicada fue al 10% ($P < 0.1$), pero el énfasis estuvo basado en una significancia con la confianza igual o superior a 95%.

La producción de leche diaria (Kg), tomada semanalmente fue evaluada de manera clasificatoria en tres sectores por tiempo postparto según la metodología del análisis lactacional descrita por Groosman y Colaboradores (1999), con la modificación para vacas primíparas. El diseño estadístico

empleado fue el de parcelas sub-subdividida bajo el concepto de arreglo factorial descrito por Gill (1978), cuyo modelo lineal aditivo es

$$Y_{ijklm} = \mu + A_i + D_j(A_i) + B_k + (AB)_{ik} + C_l + (AC)_{il} + (BC)_{kl} + (ABC)_{ilk} + F_m + e_{(ijklm)}$$

Y_{ijklm} = Producción de leche (kg/vaca) por semana del animal j^{th} en el sistema de alimentación y producción lechera i^{th} según la raza k^{th} en el sector lactacional l^{th} en el mes de parto m^{th} .

μ = Media Poblacional

A_i = Efecto del Sistema de Producción ($i^{\text{th}} = \text{I, II, y III}$)

$D_j(A_i)$ = Error Parcial a

B_k = Efecto de la raza ($k^{\text{th}} = 1(\text{Pardo Suizo}), 2(\text{Holstein})$)

$(AB)_{ik}$ = Interacción Sistema x Raza

C_l = Efecto del sector lactacional ($l^{\text{th}} = \text{I (7 - 28 días), II (28 - 49 días)}$
Y III (49 a 305 días).

$(AC)_{il}$ = Interacción sistema x sector lactacional

$(BC)_{kl}$ = Interacción raza x sector lactacional

$(ABC)_{ilk}$ = Interacción sistema x raza x sector lactacional

F_m = Efecto del mes del parto ($m^{\text{th}} = 1, 2, \dots, 12$)

$e_{(ijklm)}$ = Residuo experimental

Se aplicó el análisis de regresión múltiple para detectar la trayectoria prevalente de la producción de leche de cada raza dentro de cada sistema de producción y alimentación. Se generaron regresiones con niveles entre lineal a cuartico según el sector lactacional y en base al máximo valor del R cuadrado ajustado. Además, se aplicó el análisis correlativo y el concepto de las medias generales y cuadradas ajustadas. Todos los análisis fueron desarrollados mediante el sistema SAS (1999), sin embargo, los valores estimados de la producción de leche diaria por sector lactacional fueron generados mediante el empleo de las regresiones en función del estado lactacional en días a través del programa estadístico interactivo Statistix (1998). La biometría aplicada siguió los lineamientos de Gill (1978)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización microclimática y ambiental de los sistemas de producción lechera

Las fincas evaluadas fueron caracterizadas en base a las condiciones físicas y microclimáticas. Los sistemas I, II y III están ubicados a 800, 780 y 1100 msnm, mientras que su temperatura ambiental diaria mínima fue de 22, 18 y 16°C tomado a las 6 00 a m. La humedad relativa presenta un rango para los mismos sistemas señalados de 50 a 75, 40 a 65 y 30 a 60%. El período de horas luz osciló entre 6 a 8 horas tomando en cuenta la nubosidad típica del área para la época lluviosa, no obstante, durante la época seca, el periodo de luz ascendió a un rango de 10 a 12 horas como regla característica para todas las fincas evaluadas. La radiación solar presentó prácticamente el mismo rango para los tres sistemas evaluados con un patrón entre 500 y 750 Kcal/m².hr (Ver Cuadro V). La precipitación pluvial según los datos ofrecidos por las Estaciones más próximas de UNION FENOSA correspondieron a 4000 y 4500 mm/año para las fincas I y II, mientras que el III sistema presentó solamente 3000 mm/año.

En promedio, las fincas I, II y III presentaron un Índice – Temperatura – Humedad para ganado bovino de 20.8, 20.6 y 18-6°C. Ello indica que el medio microclimático fue confortable para todos los animales incluyendo aquellas de

microambiental es prácticamente ausente cuando el Índice de Temperatura – Humedad es inferior a 23.5°C, en particular para la raza Holstein que corresponde a la de mayor sensibilidad al calor microambiental. Al considerar la época seca, se observó que las condiciones microambientales sufrieron un incremento en la densidad calórica ambiental, por lo que el sistema I, II y III presentaron un índice temperatura – Humedad de 23.2, 23.4 y 22.4 (Ver Cuadro V)

Cuadro V: Principales Características Microclimáticas y Técnicas de los Sistemas de Alimentación Estudiados Para Definir el Desempeño Lactacional y Reproductivo de la Vaca Lechera Primípara en Condiciones de Tecnología Lechera Grado A.

<i>Parámetro Descriptivo</i>	<i>Sistema de Producción Lechera</i>		
Identificación	I	II	III
Ubicación	Buena Vista Arriba	Potrerillos Arriba	Barriles
Precipitación Pluvial (mm)	4000	4500	3000
Temperatura Diurna Mínima (°C)	22	18	16
Temperatura Diurna Máxima (°C)	28.5	28	24
Temperatura Ambiental Promedio °C	22	21	19
Radiación Solar Directa (Kcal/m².hr)	500 – 750	500 – 750	500 – 700
Humedad Relativa (%)	50 – 75	40 – 65	30 – 60
Horas Luz en la época lluviosa	6 - 8	6 – 8	6 – 8
ÍTH Bovino época lluviosa (°C.%)	20.8	20.6	18.6
ÍTH Bovino época seca (°C.%)	23.2	23.4	22.4
Altitud (m)	800	780	1100
Razas	Holstein Pardo Suizo	Holstein Pardo Suizo	Holstein Pardo Suizo
Pasto Verde Prevalente	Decumbens Estrella	Estrella	Estrella
Calidad Láctea	Grado A	Grado A	Grado A

Fuente Araúz, E. E. (2002)

Esto es consecuencia de la mayor radiación solar directa ya que el efecto de la nubosidad se elimina prácticamente durante este período. Es preciso señalar, que en las horas más calurosas del día, la combinación de la temperatura ambiental y la humedad se aproximaron al límite de confortabilidad que es 23.5%, pero no fueron superiores. En consecuencia, se considera que las tres fincas presentaron condiciones físico – ambientales aceptables y confortables para las vacas lecheras primíparas en lactación, incluyendo la raza Pardo Suizo y Holstein.

4.2. Caracterización Alimentaria y Nutricional

4.2.1. Dietas para las Vacas Primíparas en Lactación

El sistema de Producción Lechera I, II y III presentaron variantes en su sistema de alimentación en base a los ingredientes de la dieta, cantidades ofrecidas, naturaleza de los ingredientes y sobre todo en relación con la época anual. Esta última se encontró asociada con la disponibilidad de forraje verde (ver Cuadro VI)

El componente de la dieta más afectado por la época anual fue el forraje verde, dado las características de la producción de pasto en el trópico como reflejo de la falta de humedad, pero no la cantidad de alimento concentrado dado su control humano respectivamente. En el sistema de alimentación y Producción I, la dieta estuvo conformada por pasto señal y estrella (34.47 a

63.61 lb/vaca – día), alimento concentrado V -2 (10 lb/vaca – día), melaza (3.0 lb/vaca – día) y una premezcla mineral (0.10 lb/vaca – día) Este sistema no utilizó fuente de carbohidratos estructurales complementarios al pasto por razones de administración y asesorías económicas El Sistema II utilizó el pasto señal (61 – 82 lb/vaca – día), Heno (3 – 5 lb/vaca – día), melaza (2.0 lb/vaca – día), concentrado V-2 (16lb/vaca – día) y una premezcla mineral vitamínica (0.15 lb/vaca – día) El alimento concentrado ofertado estuvo basado en 12 lb/día dividido por ordeño en 6 y 6 lb/vaca – día más 4 lb/vaca - día suministrada en los comederos comunes La finca III presentó una dieta conformada por pasto estrella (48.5 – 76.8 lb/vaca – día), Heno (2 lb/vaca – día), Ensilaje de maíz (20 lb/vaca – día), melaza (2 lb/vaca – día), Concentrado V – 2 (18 lb/vaca – día) y una sal mineralizada (0.14 lb/vaca – día)

El alimento concentrado fue suministrado en la sala de ordeño y en comederos comunes, con énfasis en una comida suplementaria durante las horas del día Cada vaca recibió 6 lb de alimento/ordeño y 6 lb/día en el comedero externo a la sala de ordeño, totalizando 18 lb de concentrado/vaca/día de manera constante para las vacas El concentrado (6 lb/vaca/día) fue suministrado conjuntamente con el heno, la melaza y el ensilaje de maíz (Ver Cuadro VI)

Cuadro VI: Características del Modelo de Alimentación para Vacas Primíparas en Lactación de las razas Pardo Suizo y Holstein

Componente Alimentario Lactacional	Época Anual	Suministro Diario Ponderal Por Animal según el Sistema de Producción Lechera		
		Finca I (FLC)	Finca II (FLJ)	Finca III (FEM)
Pasto verde (lb.)	Época Seca	34.47	61	48.5
	Época Lluviosa	63.6	82	76.8
Heno (lb.)	Época Seca	-	5	2.0
	Época Lluviosa	-	3	2.0
Ensilaje (lb.)	Época Seca	-	-	20
	Época Lluviosa	-	-	20
Melaza (lb.)	Época Seca	3.0	2.0	3
	Época Lluviosa	3.0	2.0	2
Concentrado (lb.)	Época Seca	10.0	16	18
	Época Lluviosa	10.0	16	18
Sal mineral (lb.)	Época Seca	0.10	0.15	0.14
	Época Lluviosa	0.10	0.15	0.14

Cuadro VII: Análisis Bromatológico Promedio de las Fuentes Alimentarias para Vacas Lecheras Primiparas Pardo Suizo y Holstein en Tres Fincas de Producción Lechera Grado A.

Fuente de Alimentación	Parámetro bromatológico y nutricional	I	II	III
Pasto Verde	Materia seca (%)	18.0	22.00	21.20
	Proteína total (%)	2.10	2.00	2.80
	Fibra cruda (%)	8.00	7.90	8.50
	EN lactacional (Mcal/kg)	0.26	0.28	0.30
	Ca (%)	0.06	0.06	0.05
	P (%)	0.04	0.05	0.03
Concentrado	Materia seca (%)	89.00	89.2	90.10
	Proteína total (%)	15.50	15.50	15.50
	Fibra cruda (%)	6.90	6.47	6.02
	EN lactacional (Mcal/kg)	1.64	1.66	1.67
	Ca (%)	0.75	0.80	0.80
	P (%)	0.55	0.60	0.64
Heno	Materia seca (%)	90.00	-	-
	Proteína total (%)	2.10	-	-
	Fibra cruda (%)	11.00	-	-
	EN lactacional (Mcal/kg)	0.55	-	-
	Ca (%)	0.09	-	-
	P (%)	0.06	-	-
Ensilaje de maíz	Materia seca (%)	-	-	30.90
	Proteína total (%)	-	-	2.75
	Fibra cruda (%)	-	-	9.45
	EN lactacional (Mcal/kg)	-	-	0.48
	Ca (%)	-	-	0.08
	P (%)	-	-	0.05

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal. Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.

El análisis bromatológico del pasto verde presentó un contenido de materia seca similar en los tres sistemas de alimentación; sin embargo, el pasto estrella presentó una ligera superioridad en el contenido de proteína total. En general, el pasto verde y el alimento concentrado presentaron las

El análisis bromatológico del pasto verde presentó un contenido de materia seca similar en los tres sistemas de alimentación, sin embargo, el pasto estrella presentó una ligera superioridad en el contenido de proteína total. En general, el pasto verde y el alimento concentrado presentaron las mismas características bromatológicas y nutricionales dentro de cada clase. No obstante, las diferencias fundamentales estuvieron marcadas en el contenido de proteínas y minerales en los pastos evaluados (Ver Cuadro VI y VII). La principal diferencia dietética fue generada según los ingredientes y la cantidad suministrada por animal diariamente. El análisis bromatológico fue consistente con respecto al contenido de energía neta lactacional, fibra y aporte de materia seca.

4.2.2. Perfil Bromatológico de los Sistemas de Alimentación

El balance combinado de las fuentes de alimentación y su bromatología fueron empleados para generar el perfil bromatológico y nutricional de los tres sistemas de alimentación caracterizado en tres fincas lecheras grado A. La dieta total para las fincas I, II y III fue 62.04, 93.65 y 104.79 lbs/vaca – día. La ración suministrada presentó un contenido de materia seca de 35.41, 35.78 y 36.32% indicando homología bromatológica. El contenido de fibra cruda fue 20.62, 21.67 y 21.80%; mientras que la proteína total fue 12.79, 12.24 y 14.46% para los sistemas I, II y III. Se destaca que el nivel de fibra cruda estuvo por encima del 17% que recomienda la NRC (1989). No obstante, dado

el potencial lechero de las vacas en el medio tropical, un contenido de fibra cruda de alrededor de 20% es aceptable nutricionalmente cuando la producción láctea es inferior a 24 kg/vaca –día, siempre y cuando se cuide el contenido de proteína bioutilizable y la proporción adecuada de materia seca que debe aportar el alimento concentrado (Chandler, 1978, Araúz, 2004)

El contenido de energía neta lactacional para los Sistemas de Producción I, II y III fueron 0.75, 0.67 y 0.73 Mcal/lb en base a la materia seca (ver Cuadro VIII) El contenido de energía neta lactacional de la dieta en los tres sistemas de alimentación estuvo en estrecho asocio con las recomendaciones de la NRC (1989), así como el contenido de proteína total El mismo señalamiento puede hacerse para el contenido del Calcio y Fósforo en función de la materia seca, oscilando el calcio entre 0.55 y 0.59 y el fósforo entre 0.35 y 0.45%. La NRC (1989), recomienda un contenido de calcio entre 0.43 y 0.58% y fósforo entre 0.28 y 0.37% de la materia seca total

En efecto, la composición de la dieta fue aceptable nutricionalmente como puede verse en el Cuadro VIII en comparación con las recomendaciones del Consejo Nacional de Investigaciones de Estados Unidos, específicamente para ganado lechero en lactación

Cuadro VIII: Perfil Bromatológico del Modelo de Alimentación Empleada para Vacas Primíparas Pardo Suizo y Holstein en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A

Parámetros Bromatológico, Alimentario y Nutricionales	Sistema de Alimentación y Producción Lechera		
	I	II	III
Ración Total Ofertada (lb/vaca/día)	62.04	93.65	104.79
Materia Seca en como ofrecido (%)	35.41	35.78	36.32
Humedad (%)	64.59	64.22	63.68
Materia seca ofertada (lb/día)	21.97	33.51	38.07
Fibra cruda ¹ (%)	20.62	21.67	21.80
Proteína total ¹ (%)	12.79	12.24	14.46
Energía Neta Lactacional ¹ (Mcal/lb)	0.750	0.671	0.727
Calcio ¹ (%)	0.59	0.59	0.55
Fósforo ¹ (%)	0.35	0.45	0.43

¹Contenido bromatológico y nutricional en base a la materia seca.

4.2.3. Aporte Alimentario y Nutricional de los Sistemas de Alimentación

En término de alimentación, el Sistema I, II y III presentaron un aporte de materia seca ponderal correspondiente a 21.97, 33.51 y 38.07 lb/vaca – día; mientras que el aporte de proteína total fue 1275, 2012 y 2498 g/vaca – día. El aporte dietético de energía neta lactacional fue 16.48, 22.47 y 27.66 Mcal/vaca – día (Ver Cuadro X). El potencial lechero del Sistema I, II y III correspondió a 10.77, 17.34 y 24.38 Kg/día con una grasa láctea referencial de 3.5%. El potencial lechero en base al componente proteico fue estimado en 11.21, 18.50 y 22.69 Kg de leche/día; indicando que el factor nutricional más limitante para la producción láctea fue la energía neta lactacional.

El Sistema de alimentación en la finca III presentó la mejor capacidad de soporte lactacional, mientras que la finca II ofreció el sistema de alimentación con el segundo mejor techo energético para permitir la producción de leche. Es evidente que la finca I utilizó un modelo de alimentación marginal en base al aporte de energía neta y proteína total para sostener una producción de leche superior a los 10.8 kilogramos por día. Esto significa que todas las vacas con producciones superiores a 10.8 kg/día estuvieron expuestas a un deterioro lactacional como consecuencia del estado subnutricional prevalente.

El balance energético proyectado indica que los Sistemas de alimentación I, II y III presentaron diferentes potencialidades nutricionales en base a energía y proteína para mantener producciones de leche superiores a los 10.8, 17.34 y 24.38 Kg/día. La proyección del balance energético para las

vacas en lactación sugiere que la recuperación del peso corporal y la manutención del nivel de producción láctea fue posible biológicamente sin consecuencias negativas para el organismo de los animales siempre que la producción de leche estuvo por debajo del potencial lechero en base a la energía neta lactacional; siendo en este caso 10.8, 17.34 y 24.38 Kg/día para los sistemas de alimentación I, II y III (Ver Cuadro IX). Las producciones de leche superiores a estos valores dependen del uso de las reservas corporales y por ende es de esperarse las repercusiones negativas sobre la producción, reproducción y estado general de las vacas en lactación como han señalado Butler y Smith (1989) y Ferguson y Chalupa, (1989). Los efectos de un balance energético lactacional con mayor dependencia sobre las reservas energéticas corporales tiene un mayor impacto negativo sobre el desempeño lactacional y reproductivo de la vaca lechera primípara, dado sus necesidades nutricionales en función del factor crecimiento (Miller, 1987, NRC, 1989 y 2001, Araúz, 2004)

El balance energético lactacional proyectado sugiere que el aporte de energía neta lactacional de la dieta es un factor altamente limitante de la producción lechera, y más aún, cuando se emplean los sistemas de pastoreo en el medio tropical ya que se deben incluir otros gastos de energía neta para funciones no productivas o reproductivas tales como la locomoción y disipación calórica (Bauman y Curie,(1980); Larson (1985), Araúz (2004)

Cuadro IX: Balance proyectado de Energía Neta Lactacional en Vacas Lecheras Primiparas con Peso Corporal de 1000 lb y Grasa Láctea de 3.5% según los Requerimientos de Energía para Producciones entre 10 y 30 Kg/día en Contraste con el Aporte Energético de las Dietas en Tres Sistemas de Alimentación y Producción Lechera Grado A

Producción Láctea		Requerimiento Diario ENlactacional (Mcal)	I 16.48	II 22.47	III 27.68
Kg	Lb				
5	11	13.45	+3.03	+9.02	+14.23
10	22	16.90	-0.42*	+5.57	+10.07
15	33	20.35	-3.87	+2.12	+7.33
20	44	23.80	-7.32	-1.33*	+6.03
25	55	27.25	-10.77	-4.78	+0.13*
30	66	30.70	-14.22	-8.23	-3.68

Incluye ajustes por crecimiento, producción, locomoción y disipación calórica.

Fuente: NRC (1989) y Araúz (2004).

4.3. Características de la Producción de Leche y el Desempeño Fisiológico Lactacional en Vacas Primíparas Pardo Suizo y Holstein.

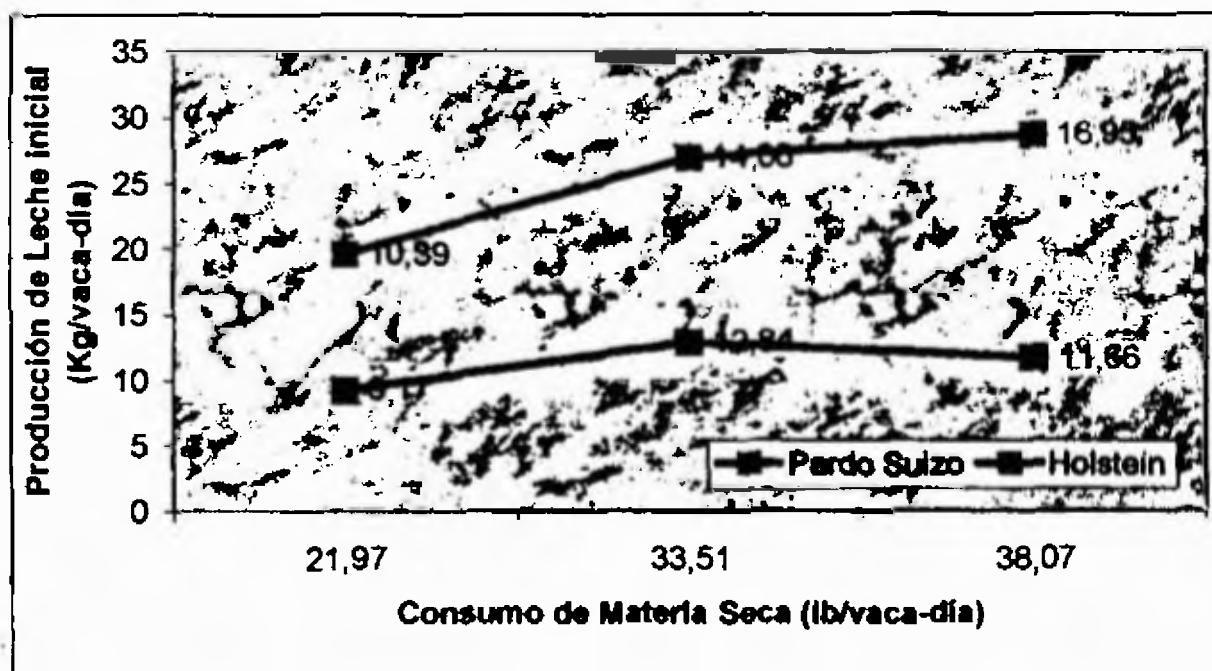
4.3.1. Producción Inicial

El proceso de la lactación en vacas primíparas Pardo Suizo y Holstein fue caracterizado empezando con la producción de leche inicial generada en la primera semana después del parto, específicamente determinada al séptimo día postpartum facilitando con ello la recuperación de la glándula mamaria en términos de la transición calostrál

La magnitud de la producción de leche en la primera semana fue diferente en base a los sistemas de producción según el consumo de materia seca y según la raza como puede observarse en el Cuadro X ($P < 0.01$). De igual forma se puede señalar que la raza y el sistema de alimentación interactuaron afectando la magnitud de la producción al inicio del proceso de la lactación

La producción de leche en la primera semana de la lactación fue 9.17 y 10.39 Kg/vaca – día para las vacas Pardo Suizo y Holstein en el sistema con 21.97 lb de materia seca/vaca – día (ver gráfica 1). Esta producción aunque baja fue diferente entre las razas, resultando superior la raza Holstein. En la finca II, las vacas Pardo Suizo y Holstein tuvieron un promedio de 12.84 y 14.06 ($P < 0.05$) iniciando la lactación. En éste sistema se detectó un mejor desempeño lactacional inicial en relación con el ofrecimiento de materia seca del Sistema I

Gráfica I: Medias y Trayectoria de la Producción de Leche Inicial Según el Consumo de Materia Seca en Vacas Primíparas Pardo Suizo y Holstein, en Tres Fincas Lecheras Grado A.



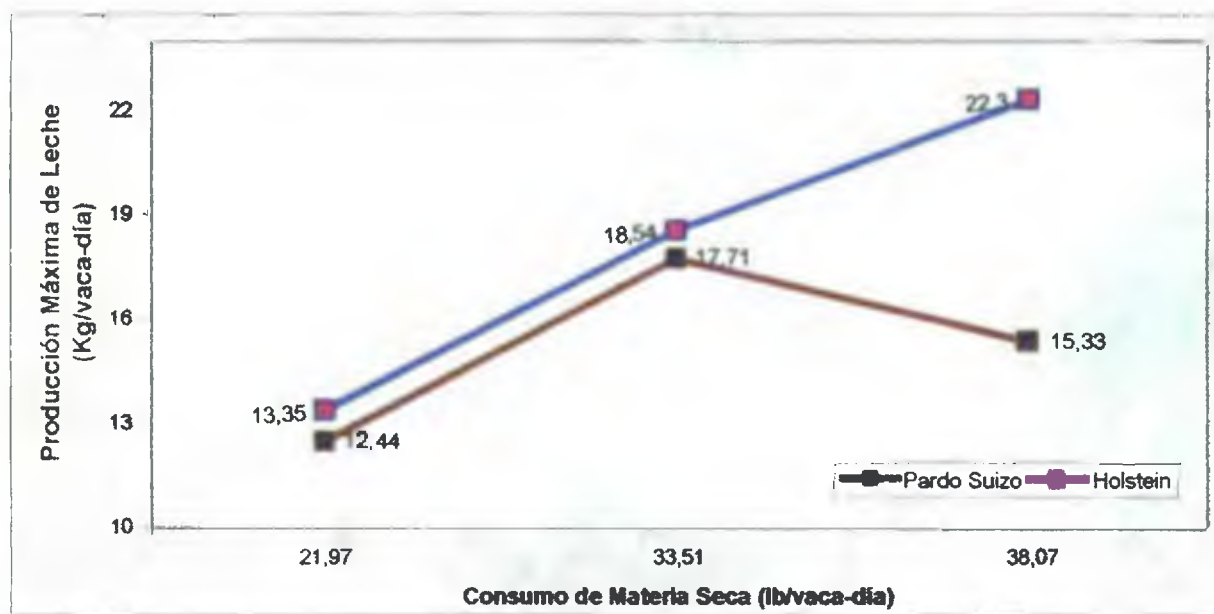
El aspecto genético por características raciales fue homólogo entre las dos fincas según la raza Pardo Suizo y Holstein. La mayor producción láctea inicial resultó en el sistema con mejores condiciones nutricionales. Se detectó que las vacas primíparas de la raza Pardo Suizo y Holstein en el Sistema III produjeron 11.66 y 16.95 kg/vaca-día ($P < .001$)

La producción de leche inicial en los sistemas de alimentación II y III según la finca para las vacas primíparas de la raza Pardo Suizo fue muy parecido (12.84 y 11.66); no obstante, en el primer sistema de alimentación se observó una pequeña pero significativa menor producción láctea inicial (9.17

kg/vaca-día), lo cual guarda una relación con el plano nutricional y alimentario limitado para las vacas y novillas preñadas en el último tercio de la gestación. Las vaquillas de la raza Holstein presentaron un promedio de producción inicial de 10.39, 14.06 y 16.95 kg/vaca-día, destacándose una marcada diferencia inicial para la producción de leche entre el sistema I y los sistemas II y III. Esta diferencia está sustentada en las limitaciones alimentarias y nutricionales del sistema I en el cual también la vaca preñada tiene acceso a un sistema de alimentación deficiente en el aporte de materia seca, energía neta de ganancia y proteína particularmente.

La producción de leche inicial no mostró diferencias apreciables al contemplar el mes del parto ($P > 0.05$) incluyendo los sistemas y las razas Pardo Suizo y Holstein. El manejo y la alimentación de los tres sistemas de producción lechero indicaron una ligera diferencia en la producción de leche inicial en el 7mo día postpartum para las vacas primíparas de la raza Pardo Suiza y Holstein. Sin embargo, la raza Holstein mostró su superioridad al inicio de la lactación en los tres sistemas de producción y alimentación. La etapa inicial de la lactación resulta determinante de la magnitud total y la trayectoria de la producción de leche en la vaca lechera especializada (Larson, 1985). No obstante, el factor complementario a la genética y el ambiente de mayor impacto sobre la biología lactacional está representado por el plano nutricional a través del suministro de energía y proteína con marco referencial sobre la materia seca ofertada (NRC, 1989, 2001).

Gráfica 2: Máxima Producción de Leche según el Consumo de Materia Seca en Vacas Primíparas Pardo Suizo y Holstein en Tres Fincas Lecheras Grado A, en la provincia de Chiriquí



4.3.2. Máxima Producción de Leche

El techo lactacional en función de la máxima producción láctea alcanzada (kg/vaca – día) mostró diferencia en base al sistema de alimentación y la raza ($P < 0.001$); igualmente, ambas fuentes de variación mostraron un efecto interaccional ($P < 0.001$). Este parámetro lactacional no fue en general afectado por el mes del parto ($P > 0.05$) como se indica en el Cuadro X. A pesar de las diferencias en el plano alimentario y nutricional de los sistemas de alimentación, se encontró diferencias en el techo de producción láctea entre razas dentro de cada sistema de producción y entre los sistemas. En el

sistema con 21 97 lb de materia seca/vaca – día, las razas Pardo Suizo y Holstein presentaron una producción láctea máxima de 12 44 y 13 35 Kg/vaca – día ($P < 0.01$), el sistema de 33 51 lb de MS/vaca – día resultó en 17 71 y 18 54 kg de leche ($P > 0.05$) y el sistema III (38 07 lb MS/vaca – día) resultó en 15 33 y 22 30 kg/vaca – día ($P < 0.001$) Es evidente, que con el aumento del consumo ponderal de materia seca en el sistema de alimentación se observó también, un incremento en el techo lactacional para las vacas primerizas de las razas Pardo Suizo y Holstein El proceso de la lactación es dependiente de la materia seca y del nivel de consumo de nutrientes como indica la NRC (1989) La producción láctea máxima en vacas Pardo Suizo y Holstein aumentó de manera significativa con el incremento en el consumo de materia seca ponderal cuando se incluyó niveles de 21 97, 33 51 y 38 07 lb/vaca – días como se observa en el Cuadro XI La respuesta fue lineal y más sólida en las vacas de la raza Holstein dado su potencial genético y habilidad lechera, la cual persistente y prevalente en los tres sistemas de alimentación y producción lechera No obstante, la raza Pardo Suizo presentó una tendencia cuadrática ya que en el tercer sistema de producción los animales incluidos eran procedentes de la monta natural en un 70% a pesar de su buena caracterización racial presentada, a diferencia de los demás sistemas en donde las vaquillas procedían de un programa de inseminación artificial consistente

El techo lactacional es afectado por la naturaleza y cuantía del ofrecimiento de la dieta (Davis, 1985, Hutjens, 2003), aunque la extensión de

un período lactacional entre la 1ª y la 6ª semana postpartum resulta relativamente corto en donde otros factores como el apetito, al ajuste metabólico y los factores hormonales modulan el biosistema de la vaca lechera con énfasis en el empleo de las reservas corporales como señala Larson (1974, 1985) y Araúz (2001, 2004). Al respecto, la NRC (1929, 2001) indica que el comportamiento lactacional de la vaca lechera primípara se encuentra afectada por el crecimiento faltante que caracteriza al ganado lechero entre los 24 y 48 meses de edad, por lo que su apropiada nutrición demanda un ajuste en todos los nutrientes con excepción de la vitamina A, por el orden del 20 % sobre las necesidades del mantenimiento corporal.

La máxima producción de leche alcanzada correspondió a la raza Holstein, resultando para un consumo de materia seca de 21.97, 33.51 y 38.07 lb/vaca-día, una producción de 13.35, 18.54 y 22.30 kg/vaca-día. Ello significa que la producción de leche máxima aumentó a razón de 1.225 kg por cada kilogramo de incremento en materia seca. En términos de energía neta lactacional, un incremento del consumo de 11.18 Mcal/vaca-día coincidió con un aumento de 8.95 kg de leche/vaca-día evidenciando la relación de 0.8 kg de leche por cada 1.0 Mcal de $EN_{lactacional}$. En general, las vaquillas Holstein presentaron una eficiencia máxima de respuesta lactacional correspondiente al 55 % sobre la plataforma referencial. Esto representa el 78.6% de la eficiencia energética como respuesta sobre el valor ideal para la vaca lechera moderna según Davis (1986), que indica que el 70 % de la energía neta lactacional

consumida debe ser convertida en leche en algún momento de su curva lactacional. En éste sentido, las vaquillas Pardo Suizo fueron menos eficientes para responder con una mayor producción de leche cuando se incremento el consumo de materia seca, energía neta lactacional y proteína cruda (ver cuadro XI y gráfica 2)

4.3.3. Tiempo a la máxima producción láctea

El período después del parto en el cual se produjo la máxima producción de leche no fue diferente entre los sistemas de alimentación en función del contenido de materia seca y los nutrientes aportados. El factor racial contribuyó pobremente en la variación, sin embargo, el mes del parto resultó importante ($p < 0.01$) para determinar la extensión o longitud del tiempo postpartum en el cual se generó el techo lactacional (ver cuadro X), y por ende las medias fueron ajustadas al respecto (ver cuadro XXII). En el Sistema de Alimentación I (21.97 lbs), II (33.51 lbs) y III (38.07 lbs/vaca – días), las razas Pardo Suizo y Holstein mostraron un pico lactacional promedio a los 40 y 42, 35 y 38, 35 y 41 días después del parto. El período postpartum para la máxima producción de leche fue similar para la raza Pardo Suizo y Holstein en el Sistema I y II ($P > 0.05$), sin embargo, en el Sistema III la raza Pardo Suizo y Holstein presentaron una diferencia de seis días al contemplar ambas medias ($P < 0.05$) como se observa en el Cuadro IX.

El tiempo para la máxima producción de leche coincidió con el rango de 4 a 6 semanas postpartum, período en el cual se debe producir de manera

consistente el techo de la producción de leche o máximo de inflexión lactacional para las razas lecheras (Wilcox y colaboradores, 1978) El incremento del aporte de Materia seca, Energía Neta Lactacional y Proteína estuvo determinó un menor tiempo para alcanzar la máxima producción de leche, lo que evidencia que la subnutrición energética y proteica conduce a un deterioro en la naturaleza y magnitud del desempeño lactacional, principalmente en la etapa temprana del proceso de la lactación. La extensión del período durante el cual se logró alcanzar la máxima producción de leche tardó 14, 21 y 28 días de estrecha relación en la magnitud Láctea cuando la energía neta lactacional suministrada fue 16 48, 22 47 y 27 66 Mcal/día, evidenciando la importancia del suministro energético durante el período crítico de la lactación en las vacas primíparas de la raza Holstein y Pardo Suizo

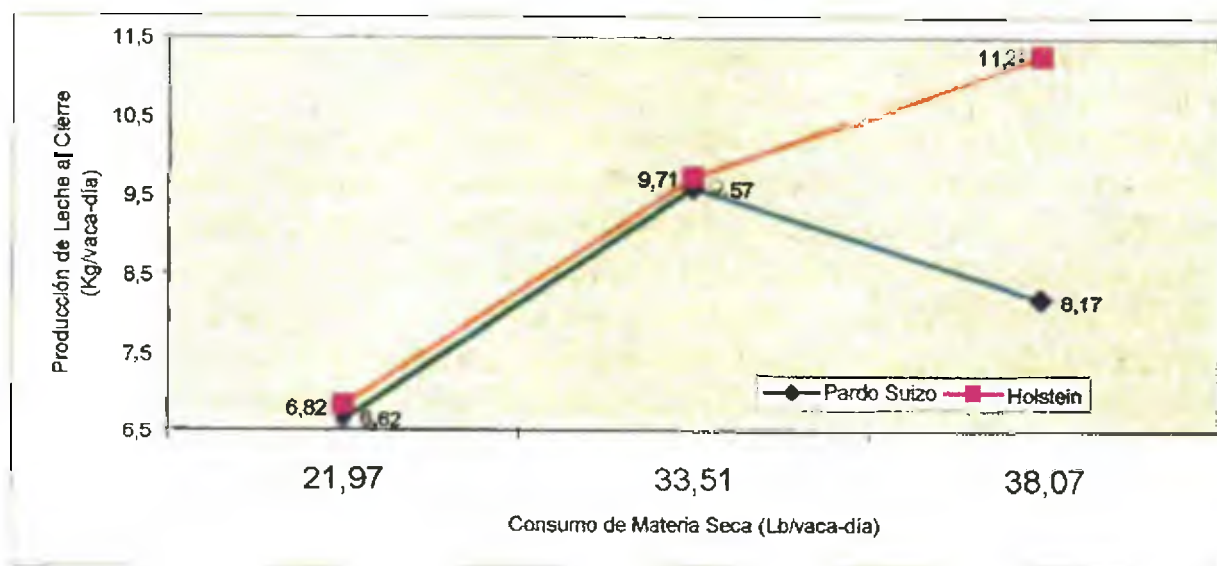
4.3.4. Producción de Leche al Cierre Lactacional

El proceso de la lactación fue evaluado incluyendo la última producción de leche registrada al final del período de producción láctea. El cierre lactacional presentó diferencias en la magnitud de la producción diaria de leche en base al sistema de alimentación y la raza, al mismo tiempo que se observó la interacción significativa raza x sistema ($P < 0.001$). En este parámetro, el mes del parto no evidenció una influencia significativa ($P < 0.05$), sobre la cantidad de leche producida al final de la lactación.

Cuando se utilizó 21 97 libras de materia seca por vaca – día, las vacas primíparas de las razas Pardo Suizo y Holstein presentaron un cierre

lactacional de 6.62 y 6.82 kg/día, las cuales no fueron diferentes dentro de este sistema ($P>0.05$). El sistema con 33.51 libra de materia seca, estuvo asociado con una producción de leche al cierre de 9.57 y 9.71 kg/vaca – día ($P>0.05$); mientras que cuando se empleó 38.07 libras de materia seca el cierre lactacional fue de 8.17 y 11.28 kg/día ($P<0.001$) evidenciando la mayor magnitud en la producción lechera.

Gráfica 3: Producción de Leche al Cierre Lactacional según el Consumo de Materia Seca para Vacas Primíparas Pardo Suizo y Holstein en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A



Es evidente, que además de los niveles de materia seca señalados el Sistema I, II y III presentaron un aporte de energía neta lactacional correspondiente a 16.48, 22.47 y 27.66 Mcal/día; así como un aporte de

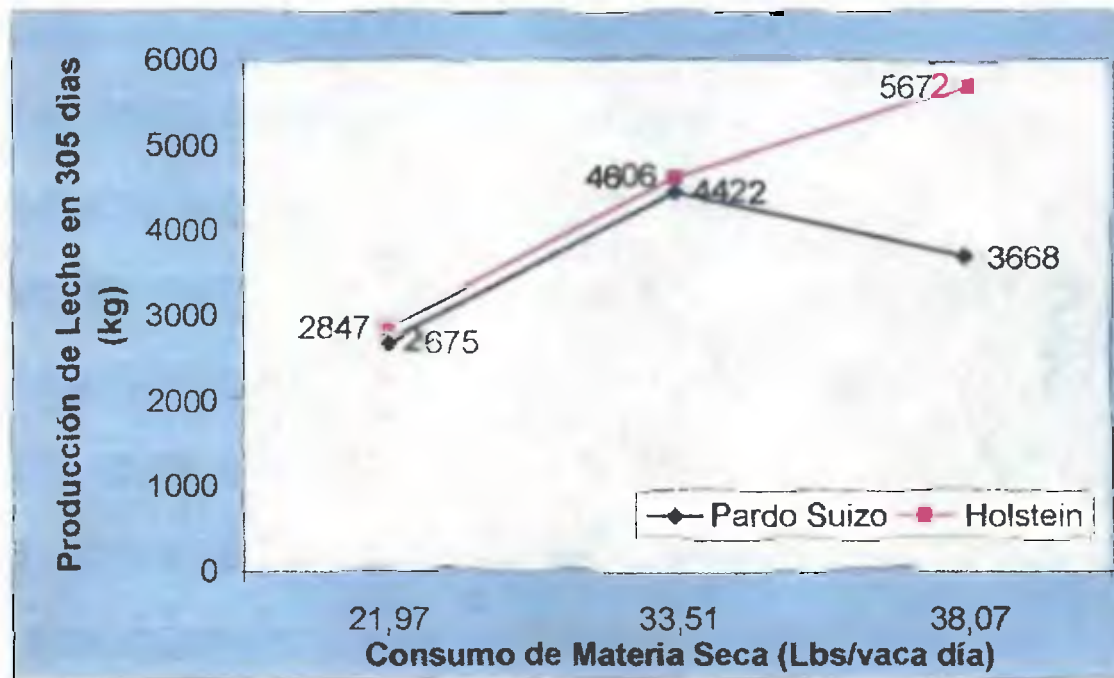
proteína total de 1275, 2012 y 2498 g/vaca – día (ver Cuadro IX) El sistema de alimentación III brindó la mejor capacidad de soporte energético y proteico apoyado en la mayor cantidad de materia seca ofertada por lo cual bajo la plataforma genética constante o de un potencial lechero homólogo se produjo la mayor magnitud en el cierre lactacional, así como también en la máxima producción láctea presentada Es evidente, que al producirse un incremento en el aporte de energía neta lactacional y proteína en los sistemas de alimentación I, II y III se produjo un cambio biológico apreciable en la magnitud de la producción de leche al final del periodo Lactacional La raza Holstein presentó la máxima capacidad de respuesta lactacional al cierre del periodo de producción siendo la máxima de 65.39 %, mientras que las vaquillas de la raza Pardo Suizo presentaron un aumento apreciable hasta el segundo sistema de alimentación resultando éste de 44.56%, pero sólo 23.41% cuando se contrastó los sistemas de alimentación descritos como I, II y III El mejoramiento de los niveles de aporte de Energía Neta Lactacional y Proteína repercutieron positivamente en la magnitud y persistencia lactacional en vacas primíparas de la raza Holstein y Pardo Suizo

4.3.5. Producción de Leche en 305 días

La producción de leche ajustada a 305 días fue considerada como el parámetro lactacional de mayor trascendencia para evaluar de manera comprimida el proceso de la lactación en vacas primíparas de las razas Pardo Suizo y

Holstein bajo tres sistemas de alimentación con variantes en el aporte de materia seca, energía neta lactacional y proteína particularmente. La producción de leche ajustada a 305 días fue afectada por el sistema de alimentación y la raza de los animales (ver Cuadro X). El sistema de menor potencial nutritivo (materia seca 21.97 lb/día, proteína total 1275 g y energía neta lactacional 16.48 Mcal/día) estuvo asociado con una producción de leche promedio a 305 días para la raza Pardo Suizo y Holstein de 2675.14 y 2847.00 kg. Estas cifras se encuentran por debajo de la producción láctea acumulada que garantiza el nivel de productividad aceptable en fincas lecheras Grado A, cuya referencia es 3500 kg (Araúz, 1999, 2003). Se destaca que el bajo aporte nutricional marginó el potencial genético de las vacas en su primera lactancia siendo las más afectadas aquellas de la raza Holstein. Por otra parte, el sistema de alimentación II, considerado como bueno y caracterizado por un aporte de materia seca 33.51 lb/día, proteína total 2012 g/día y energía neta lactacional 22.47 Mcal/día, estuvo asociado con una producción de leche promedio a 305 días de 4422 y 4606 kg. La raza Holstein fue ligeramente superior a la raza Pardo Suizo, sin embargo, no se encontró diferencias estadísticas ($P > 0.05$). En este modelo de alimentación se logró superar la meta referencial de los 3500 kg en 305 días para vacas en fincas lecheras Grado A. Debe destacarse que este modelo de alimentación fue superior en calidad y cantidad nutritiva y por ende el potencial genético para leche fue facilitado en función del ambiente nutricional.

Gráfica 4: Producción de Leche en 305 días según el consumo de Materia Seca en Vacas Primíparas Pardo Suizo y Holstein en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A.



La diferencia nutricional entre el sistema de alimentación I y II para materia seca (+11.54 lb/vaca – día), proteína total (+237 g/vaca) y energía neta lactacional (+5.99 Mcal/vaca) determinó básicamente un diferencial para la producción de leche en 305 días para la raza Pardo Suizo y Holstein de 1747.10 y 1758.62 kg de leche, lo que evidencia la influencia fisiológica, biológica y productiva del mejoramiento alimentario y nutricional durante el proceso de la lactación, sobre todo en vacas lecheras primíparas en condiciones tecnológicas especializadas a nivel del Trópico.

El Sistema de Alimentación III presentó un diferencial nutricional sobre el Sistema I en materia seca (*16 1lb/vaca – día), Proteína total (+ 1223 g/vaca – día) y energía neta lactacional (+11 18 Mcal/vaca – día) mostró un diferencial de leche a 305 días para las vacas primíparas de la raza Pardo Suizo y Holstein de + 992 89 y +2825 14 kg de leche (ver gráfica 4) Este incremento en materia seca, energía y proteína con respecto a los Sistemas I y III generó un aumento consistente en el potencial lechero de las vacas Holstein, sin embargo, el rendimiento lactacional de las vacas Pardo Suizo en este último sistema fue inferior al Sistema II dada la naturaleza genética del ganado Pardo Suizo ya que la mayoría de los animales procedían del sistema de monta natural. Debe destacarse que el 80% de las vacas primíparas Pardo Suizo de esta finca procedían de un programa reproductivo basado en la monta natural mientras que solo el 20% procedía de un programa reproductivo con inseminación artificial. Ello significa, que el potencial lechero de las vacas Pardo Suizo en estas fincas fue inferior a los animales utilizados en los sistemas de alimentación y producción I y II. En consecuencia, puede observarse (Ver Cuadro XI) que la capacidad de respuesta lactacional en las vacas Pardo Suizo fue marginada por razones genéticas y no de carácter nutricional y alimentario. Wilcox y colaboradores (1978) y Schmidt y Van Bleck, (1974), señalan que la eficiencia de conversión alimenticia y producción láctea guardan una dependencia estrecha con el componente nutricional – alimentario y el potencial genético lactacional. Los reportes del desempeño lactacional en

ganado Pardo Suizo y Holstein de parte de la Asociación Holstein de los Estados Unidos es 7049 y 7984 kg (1998), sin embargo, éstas cifras han cambiado drásticamente siendo en la actualidad la referencia de 8500 y 10,000 kg por periodo de producción incluyendo datos para hatos élitos de la raza Holstein entre 12000 y 16000 kg/año respectivamente

La producción de leche ajustada a 305 días fue afectada por el mes del parto ($p < 0.05$) como se indica en el cuadro XI, por lo cual se generaron las medias ajustadas cuadradas según la raza y el sistema de alimentación. En el sistema de alimentación I no se observó diferencias entre los 12 meses del año al ubicar los partos para vacas primíparas en la raza Pardo Suizo, aunque en la raza Holstein se observó un ligero aumento en los meses de la época lluviosa. En el sistema II y III, la producción de leche acumulada a 305 días fue superior en los meses de la época lluviosa (ver cuadro XXI). Es sobresaliente, que las vacas primíparas de la raza Pardo Suizo en el Sistema de 38.07 lb de materia seca, proteína 2498 g y En lactación 24.38 Mcal/día se presentó una producción de leche a 305 similar a través de todos los meses del año (Ver Cuadro XXI).

El potencial lechero de los animales en los Sistemas I y II fue homogéneo según las características lactacionales y el plano nutricional, mostrando una capacidad de respuesta positiva frente al mejoramiento del plano nutricional. Dicha tendencia se mantuvo en el sistema de alimentación III (el de mayor

aporte nutricional con exclusividad para la raza Holstein pero no así para la raza Pardo Suizo por razones genéticas y de potencial lechero

Cuadro X: Análisis de Varianza para los Parámetros Lactacionales en Vacas Lecheras de las Razas Pardo Suizo y Holstein en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A en la Provincia de Chiriquí

Cuadrado Medio y Significancia para Parámetros Lactacionales Evaluados						
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Producción de Leche Inicial (kg/d-7 ^{mo} día)	Máxima Producción de Leche (kg/día)	Tiempo a la Máxima Producción (días)	Producción de Leche al Cierre (kg/día)	Producción de Leche a 305 Días (kg)
Sistema	2	310.10***	594.85***	311.89ns	157.65***	60546828.33***
Error a	87	5.29	6.19	188.04	1.32	351144.64
Raza	1	129.91***	204.59***	280.32+	55.11***	18620392.62***
Raza x Sistema	2	155.05***	260.11***	256.63+	42.02***	19771083.14***
Mes del Parto	11	3.02 ^{ns}	4.54 ^{ns}	354.38**	1.83ns	682994.70*
Residuo	76	4.53	4.79	104.90	1.88	349497.99
R ²		0.825	0.877	0.697	0.816	0.895
CV	(%)	17.005	13.189	26.072	15.836	14.898
F del Modelo		3.480***	5.26***	1.70**	3.28***	6.35***

+ significativo al 10% (P<0.10) * significativo al 5% (P<0.05) ** significativo al 1% (P<0.01) *** significativo al 0.01% (P<0.001)

Cuadro XI: Medias de los Parámetros Lactacionales en Vacas Primíparas de las razas Pardo Suizo y Holstein según las Condiciones Alimentarias, Nutricionales y Bioclimáticas en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A en la Provincia de Chiriquí.

A. Parámetro Alimentario y nutricional	Sistema 1		Sistema 2		Sistema 3	
1. Pasto verde (lb/día)	49.20		71.50		62.70	
2. Alimento concentrado (lb/día)	10.00		16.00		18.00	
3. Materia seca (lb/día)	21.97		33.51		38.07	
4. Fibra cruda (lb/día)	4.53		7.26		8.30	
5. Proteína total (g/día)	1275.00		2012.00		2498.00	
6. Enlactacional (Mcal/día)	16.48		22.47		27.66	
7. Potencial lechero energético (kg/día)	10.77		17.34		24.38	
8. Potencial lechero Proteico (kg/día)	11.21		18.50		22.69	
B. Parámetros Bioclimáticos						
1. Altura sobre el nivel del mar (m)	800		780		1100	
2. Temp. ambiental diurna media (°C)	23		22.5		20	
3. Índice Temperatura-Humedad (°C-%)	22.8		22.70		21.2	
C. Parámetros Lactacionales	Pardo Suizo	Holstein	Pardo Suizo	Holstein	Pardo Suizo	Holstein
1. Prod. de Leche Inicial (Kg/sem.)	9.17	10.39*	12.84	14.06*	11.66	18.95***
2. Máxima Prod. Láctea (kg/d)	12.44	13.35*	17.71	18.54 ^{ns}	15.33	22.30***
3. Tiempo al Pico Lactacional (días)	40.06	41.91 ^{ns}	34.73	37.7 ^{ns}	34.48	41.08*
4. Duración: Techo Lactacional (Días)	14	14	21	21	28	28
5. Prod. Leche al cierre (Kg/día)	6.82	6.62 ^{ns}	9.57	9.71 ^{ns}	8.17	11.28***
6. Prod. Leche en 305 días (Kg)	2675.14	2847.00 ^{ns}	4422.24	4605.62 ^{ns}	3668.03	5672.14***

La significancia indicada corresponde a la comparación de las medias dentro de cada sistema de producción lechera y entre razas (Pardo Suizo vs Holstein) ns (P>0.05) + (P<0.10) * (P<0.05) ** (P<0.01=) *** (P<0.001)

4.3.6. Relación de los Parámetros Alimentarios y Nutricionales con la Producción de Leche ajustada a 305 días

Las características de la lactación y los factores nutricionales y alimentarios surten un efecto determinante sobre la magnitud total de la producción de leche ajustada a 305 días, lo cual ha sido establecido por la NRC (1989) y Larson (1974, 1985). Las características cuantitativas de la lactación que resultaron tener una influencia determinante sobre la producción de leche ajustada a 305 días para las vacas primíparas de la raza Pardo Suizo y Holstein fueron la producción de leche inicial, máxima producción de leche, tiempo a la máxima producción de leche y producción al cierre lactacional (ver Cuadro XII). La edad al primer parto estuvo asociada en forma significativa con la producción de leche a 305 días en la raza Pardo Suizo, sin embargo, en la raza Holstein contribuyó pero no en forma significativa. Entre los factores alimentarios y nutricionales que más afectaron la producción de leche acumulada en 305 días fue un consumo de materia seca y el consumo de energía neta lactacional. En el Cuadro XIII se indica los modelos de regresión múltiple que resultaron con mayor factibilidad biométrica para la raza Pardo Suizo y Holstein. Puede señalarse que la producción de leche acumulada en la raza Pardo Suizo estuvo afectada por cuatro características lactacionales (producción de leche inicial, máxima producción de leche y producción de leche al cierre lactacional), un parámetro reproductivo (edad al primer parto, un parámetro alimentario (consumo de materia seca) y un parámetro nutricional

(consumo de energía neta lactacional) En la raza Holstein la producción de leche acumulada a 305 días fue determinada por tres parámetros lactacionales (producción de leche inicial, máxima producción de leche y producción de leche al cierre) y un parámetro alimentario (ingesta de materia seca), tal como se muestra en el Cuadro XIII

La inclusión de las razas Pardo Suizo y Holstein al combinar el efecto de los tres Sistemas de Alimentación permitió indicar que la producción de leche acumulada a 305 días sufrió una tendencia regresiva en la cual resultaron determinantes y significativos la producción de leche inicial, máxima producción de leche, peso al primer parto, edad al primer parto, producción de leche al cierre, consumo de materia seca, consumo de energía neta lactacional y consumo de proteína total (ver cuadro XV)

El consumo de materia seca presentó una influencia regresiva de tipo cuadrático sobre la producción de leche acumulada a 305 días (PL305) para las vacas primíparas para la raza Pardo Suizo El modelo predictivo para PL305 fue el siguiente

$$Y = - 14219 + 1207\ 134 X - 19\ 4005X^2$$

Mientras que para la raza Holstein la influencia de la materia seca fue lineal sobre el PL305 resultando en la siguiente expresión

$$Y = - 933\ 351 + 169\ 1498X$$

Cuadro XIII: : Modelo de Regresión Múltiple para la Producción de Leche Acumulada a 305 Días según la raza, en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A

RAZA	MODELO REGRESIVO Y ESTADÍSTICOS
Pardo Suizo	$PL_{305(KG)} = - 133.47 + 61.138 PLINI + 72.069 MAX PL - 7.3897 TAMPL + 86.949 Plcierre + 0.726 EAPP + 229.002 IMS_E - 287.982 CENLact.$ $F_c = 76.140 (P>0.0001), R^2_{aj} = 0.8553 \text{ CV } 8.35\%$
Holstein	$PL_{305(KG)} = - 888.822 + 69.501 Plcierre + 38.713 IMS_E$ $F_c = 265.072 (P>0.0001), R^2_{aj} = 0.9223 \text{ CV } 9.12\%$
Plini	= Producción de leche inicial (Kg/día)
MaxPL	= Máxima producción de leche (Kg/día)
TAMPL	= Tiempo de la máxima producción de leche (días)
Plcierre	= Producción de leche a 305 días, última semana (Kg/día)
EAPP	= Edad al primer parto (días)
CMSe	= Consumo de materia seca estimada (lb/día)
CENL	= Consumo de Energía Neta Lactacional (Mcal/día)

Cuadro XIV: Medias Generales de la Producción Láctea (Kg/vaca-día) y el Estado Lactacional (días postpartum) en Vacas Lecheras Primíparas de las Razas Pardo Suizo y Holstein según el Consumo de Materia Seca

Sistema de alimentación	Consumo de materia seca (lb/vaca/día)	Parámetros lactacionales	Pardo Suizo	Holstein
I	21.97	Producción Inicial (Kg/vaca día)	10.39	9.17
		Tiempo Inicial (días)	7	7
		Producción Máxima (Kg/vaca-día)	13.35	12.44
		Tiempo al pico lactacional (días)	42	40
		Producción al Cierre (Kg/vaca día)	6.62	6.82
		Tiempo al Cierre Lactacional (días)	305	305
II	33.51	Producción Inicial (Kg/vaca día)	12.84	14.06
		Tiempo Inicial (días)	7	7
		Producción Máxima (Kg/vaca-día)	17.71	18.59
		Tiempo al pico lactacional (días)	35	38
		Producción al Cierre (Kg/vaca día)	9.57	9.71
		Tiempo al Cierre Lactacional (días)	305	305
III	38.07	Producción Inicial (Kg/vaca día)	11.66	16.95
		Tiempo Inicial (días)	7	7
		Producción Máxima (Kg/vaca-día)	15.33	22.30
		Tiempo al pico lactacional (días)	35	35
		Producción al Cierre (Kg/vaca día)	8.17	11.28
		Tiempo al Cierre Lactacional (días)	305	305

Cuadro XV: Modelo de Regresión Selectivo sobre los Parámetros Lactacionales y Reproductivos que Incidieron en la Magnitud de la Producción Láctea Acumulada a 305 Días Incluyendo las Razas Pardo Suizo y Holstein en Tres Sistemas de Producción Láctea Grado A.

PARÁMETRO REGRESIVO	COEFICIENTE	Pr>T
Intercepto	-2754.567	0.5800
Producción de leche inicial (Kg)	76.951	0.0029
Máxima producción de leche (Kg)	124.243	0.0001
Peso al primer parto (lb)	1.187	0.0204
Edad al primer parto (días)	0.524	0.0107
Producción de leche al cierre (Kg)	117.121	0.0001
Ingesta de materia seca (lb/día)	99.002	0.0530
Ingesta de energía neta lactacional (Mca/d)	1.250	0.0432
Consumo de proteína total (Kg/día)	0.640	0.0590
VARIABLE PREDICHA (Y): PRODUCCIÓN DE LECHE A 305 DIAS (Kg)		
R ² del Modelo	=	0.906
CV del Modelo	=	9.44
Fc del Modelo	=	205.59 (Pe < 0.0001)
Valor Medio de PL 305 (Kg)	=	3967.983
Lactaciones completas (305 días)	=	180
Grados de libertad del Modelo	=	8
Grados de libertad del residuo	=	171
Cuadrado Medio del Modelo	=	28870144.423
Cuadrado Medio del Error	=	140428.033

Cuadro XVI: Influencia Regresiva del Consumo de Materia Seca (Lb/Vaca Día) sobre la Producción de Leche Acumulada en 305 Días en Vacas Lecheras Primíparas de las Razas Pardo Suizo y Holstein en Condiciones de Tecnología Lechera Grado A

Raza	Relación regresiva de la materia seca (x) sobre la producción de leche acumulada en 305 días (y)	R ² ajustado	Fcalculado	Prob >F
Pardo Suizo	$Y = - 14219 + 1207.134 X - 19.4005X^2$	0.7159	113.13	0.0001
Holstein	$Y = - 933.351 + 169.1498 X$	0.7093	218.14	0.0001

Cuadro XVII: Influencia Regresiva del Consumo de Energía Neta Lactacional (Mcal/Vaca Día) sobre la Producción de Leche Acumulada en 305 Días en Vacas Lecheras Primíparas de las Razas Pardo Suizo y Holstein en Condiciones de Tecnología Lechera Grado A

Raza	Relación regresiva de la Energía Neta Lactacional (X) sobre la producción de leche acumulada en 305 días (y)	R ² ajustado	Fcalculado	Prob >F
Pardo Suizo	$Y = - 1889.72 + 78.057 X$	0.4941	105.1	0.0001
Holstein	$Y = - 1402.12 + 257.403 X$	0.6988	207.52	0.0001

Cuadro XVIII: Influencia Regresiva del Consumo de Proteína Total (g/vaca Día) sobre la Producción de Leche Acumulada en 305 Días en Vacas Lecheras Primíparas de las Razas Pardo Suizo y Holstein en Condiciones de Tecnología Lechera Grado A

	total (x) sobre la producción de leche acumulada en 305 días (y)		Fcalculado	Prob >F
Pardo Suizo	$Y = - 2091.35 + 0.7942 X$	0.363	60.08	0.0001
Holstein	$Y = - 232.35 + 2.3572 X$	0.701	219.01	0.0001

Cuadro XIX: Influencia Regresiva del Consumo de Forraje Verde (Lb/Vaca Día) sobre la Producción de Leche Acumulada en 305 Días en Vacas Lecheras Primíparas de las Razas Pardo Suizo y Holstein en Condiciones de Tecnología Lechera Grado A

Raza	Relación regresiva del consumo de forraje verde (x) sobre la leche acumulada	R ² ajustado	Fcalculado	Prob >F
Pardo Suizo	$Y = - 832.12 + 72.8732 X$	0.7104	219.32	0.0001
Holstein	$Y = - 1510.99 + 95.2687 X$	0.389	95.72	0.0001

Cuadro XX: Influencia Regresiva del Consumo de Alimento Concentrado (Lb/Vaca Día) sobre la Producción de Leche Acumulada en 305 Días en Vacas Lecheras Primíparas de las Razas Pardo Suizo y Holstein en Condiciones de Tecnología Lechera Grado A

Raza	Relación regresiva del consumo de alimento concentrado (x) sobre la producción de leche acumulada en 305 días (y)	R ² ajustado	Fcalculado	Prob >F
Pardo Suizo	$Y = - 1542.58 + 141.8372 X$	0.364	72.00	0.0001
Holstein	$Y = - 785.72 + 347.6474 X$	0.706	214.73	0.0001

Cuadro XXI: Medias de la Producción de Leche A 305 Días (Kg) para las Razas Pardo Suizo Y Holstein en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A según el Mes de Parto en la Cuenca Lechera de Bugaba, Provincia de Chiriquí

Mes del Parto	Producción de Leche a 305 días (kg) según el Sistema de Producción Lechera Grado A					
	1		2		3	
	Pardo Suizo	Holstein	Pardo Suizo	Holstein	Pardo Suizo	Holstein
Enero	2780	2375	4920	4673	3600	4800
Febrero	2710	2649	4809	4423	4123	4941
Marzo	2693	2265	4039	4065	3678	6300
Abril	3151	2450	4188	419	3313	4850
Mayo	2768	3000	5025	4753	3400	5678
Junio	2989	2798	3767	5169	3623	4917
Julio	2713	2750	4683	4686	3450	6930
Agosto	2595	2896	4600	4575	4100	6417
Septiembre	3013	2900	4325	5075	3910	5867
Octubre	2640	3100	3850	5200	3600	6075
Noviembre	2676	2650	4262	4600	3375	4880
Diciembre	2989	2602	4150	4758	3200	4850

Influencia del mes al parto sobre producción de leche a 305 días significativa al 5% ($P < 0.05$).

Cuadro XXII: Medias del Tiempo para la Máxima Producción Láctea (Días Postpartum) para las Razas Pardo Suizo y Holstein en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A según el Mes del Parto.

Mes del Parto	Sistema de Producción Lechera					
	1		2		3	
	PARDO SUIZO	Holstein	PARDO SUIZO	HOLSTEIN	PARDO SUIZO	HOLSTEIN
Enero	39	38	42	38	40	42
Febrero	39	46	38	52	41	50
Marzo	52	41	36	50	37	39
Abril	44	45	39	41	34	43
Mayo	38	31	39	46	32	41
Junio	35	45	38	32	33	36
Julio	38	41	32	41	31	47
Agosto	54	27	39	34	34	36
Septiembre	42	38	32	35	34	42
Octubre	54	35	35	37	31	40
Noviembre	37	35	36	31	50	40
Diciembre	20	55	34	25	49	31

El efecto de mes al parto fue influyente significativamente sobre el tiempo requerido para expresar la máxima producción de leche ($P < .01$).

4.4. Sectorización de la Lactación Según el Desempeño Lactacional

La producción de leche diaria (kg/vaca) registrada semanalmente, fue analizada para el período postpartum comprendido entre el séptimo y los 305 días correspondiente a la extensión lactacional entre la 1^a y 44^{ava} semana de producción que caracterizan el proceso de la lactación en la vaca lechera moderna (Head, 1986 y Wood (1967) Dado las características biológicas de la lactación en las vacas lecheras primíparas fue analizado mediante la sectorización lactacional (Grossman et al, 1999) El análisis de varianza indicó que la producción de leche diaria registrada semanalmente fue afectada de manera cuantitativa por el sistema de producción lechera y la raza ($P < 0.001$), así como por la sectorización lactacional ($P < 0.001$) El período lactacional total fue dividido en tres sectores considerando la biología y persistencia transitoria señalada por Grossman y colaboradores (1999) El sector I incluyó la producción de leche entre el 7^{mo} y 28^{avo} día después del parto, el segundo sector fue definido entre el día 28 y 49 después del parto propiamente y el III sector lactacional incluyó la información lactacional diaria entre el día 49 y 305 días postpartum La magnitud de la producción de leche diaria (kg) fue afectada por el sector lactacional ($P < 0.0001$, ver Cuadro XXVI) En el Sistema de Alimentación I (CMS 21.97 lb, CPC 1275 gr y ENlactacional 16.48 Mcal/día), la producción de leche en el sector comprendido entre 7 y 28 días evidenció un promedio de 11.90 y 12.75 kg/vaca-día en la raza Pardo Suizo y Holstein Cabe señalar que la correlación en este sector de la

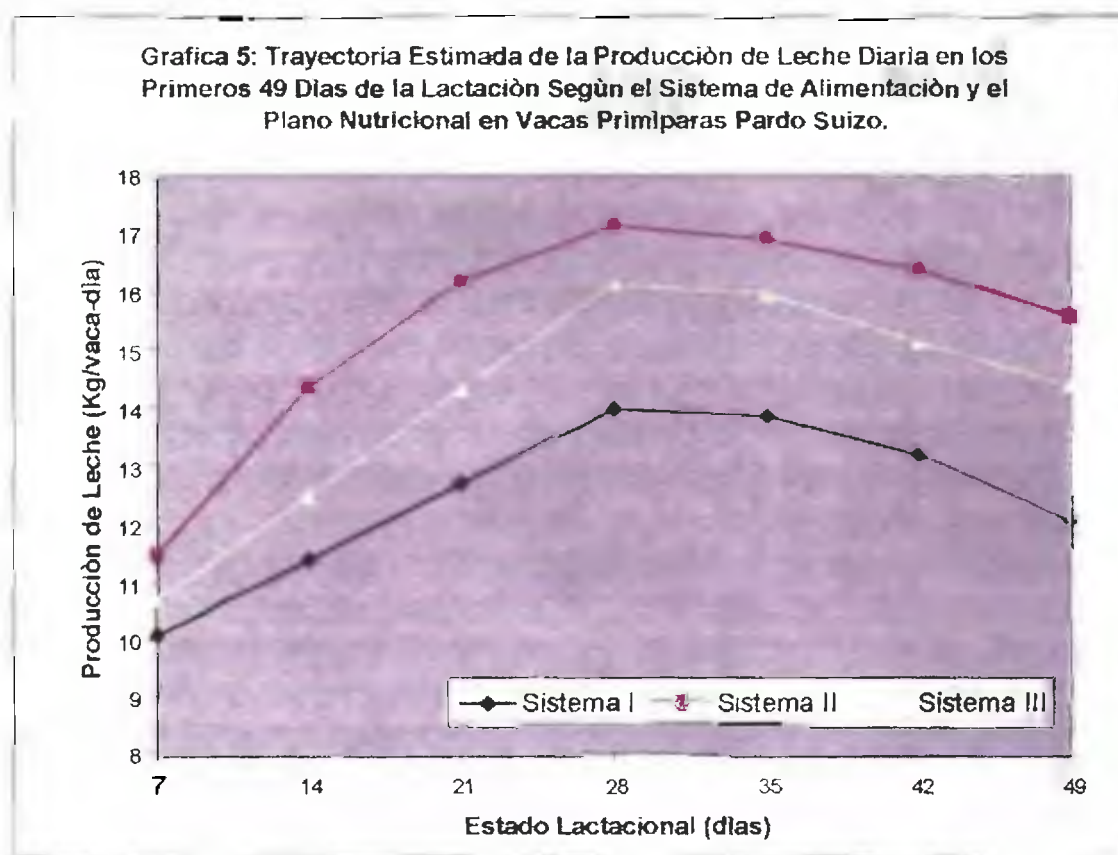
producción de leche con el estado lactacional fue 0.67 y 0.75 para la raza Pardo Suizo y Holstein. En el segundo sector (28 a 49 días) la producción de leche fue 13.05 y 14.73 kg/vaca-día con una correlación de -0.22 y 0.13 para ambas razas, mientras que en el último sector lactacional (49-305 días) la producción de leche fue 9.10 y 9.8 kg/vaca-día con una correlación de -0.77 y -0.35 como se indica en el Cuadro XXVII. La magnitud de la producción de leche según el sector lactacional fue afectado por el sistema de alimentación, particularmente al contrastar el Sistema I, II y III en función del potencial nutritivo y de soporte lactacional. El segundo sistema de alimentación (CMS 33.51 lb, CPC 2012 gr y ENlactacional 22.47 Mcal/día), la producción de leche entre 7 y 28 días postpartum correspondió a 15.37 y 18.84 kg/día con una correlación de 0.62 y 0.70 para la raza Pardo Suiza y Holstein, entre 28 y 49 días la producción de leche fue 16.04 y 19.41 kg/día con una correlación de -0.24 y -0.20 para ambas razas y en el último sector lactacional (49 – 305 días) la producción de leche promedio fue 12.56 y 14.08 kg/día con una correlación de -0.67 y -0.66. Finalmente, el sistema de alimentación III (CMS 38.07 lb, CPC 2498 gr y ENlactacional 27.66 Mcal/día) estuvo asociado con la producción de leche de 13.37 y 20.86, 14.82 y 24.01, y 12.72 y 17.07 kg/día para el I, II y III sector lactacional, la raza Pardo Suizo y Holstein. La naturaleza de la persistencia láctea general en cada sector del período de la producción de leche fue superior en la medida que el plano nutricional fue incrementado, en particular para la raza Holstein, aunque la Pardo Suizo

también evidenció un mejoramiento lactacional y por ende de la persistencia láctea en los sectores señalados por estado lactacional (ver cuadro XXXVII y XXXVIII)

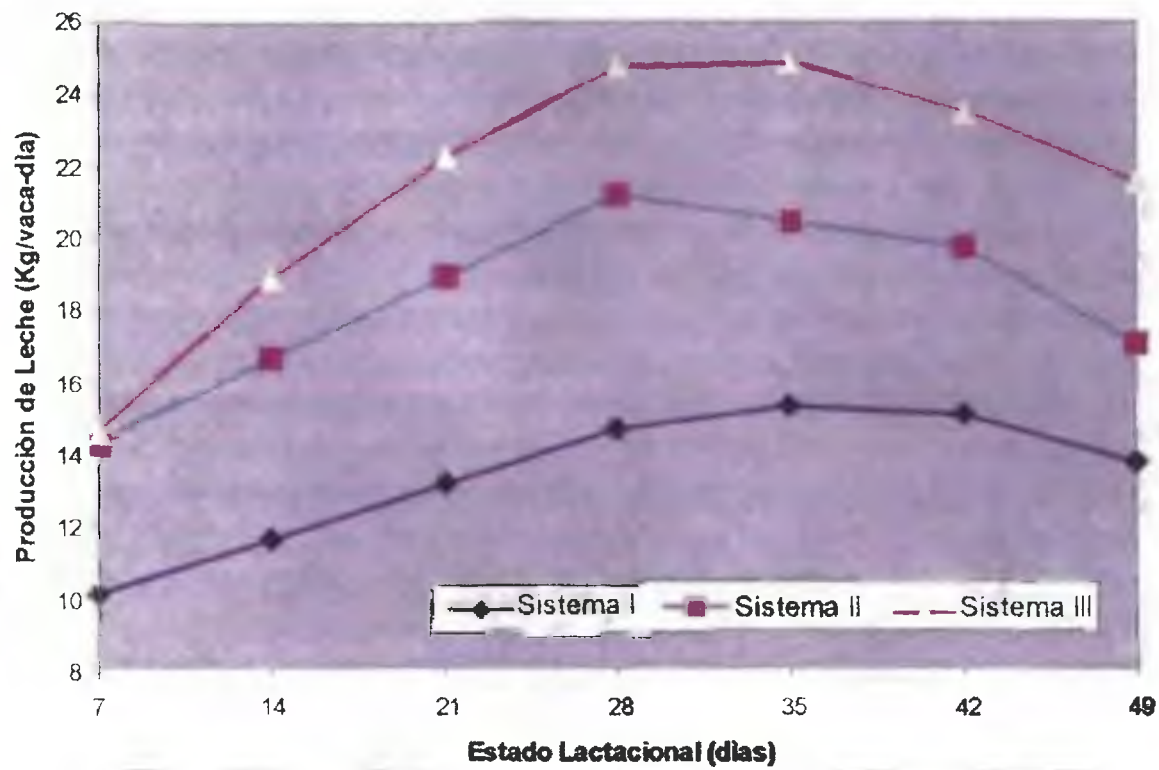
La trayectoria lactacional segmentada indicó que la producción de leche aumentó entre 7 y 28 días postpartum en la raza Pardo Suizo y Holstein aun cuando el sistema de alimentación osciló entre marginal y muy bueno nutricionalmente (ver cuadro XXIX) La mayor irregularidad lactacional resultó entre 28 y 49 días después del parto para las vacas primíparas de las razas Pardo Suizo y Holstein, coincidiendo con lo reportado por Wilcox y colaboradores (1978) La zona de transición en la producción láctea con mayor irregularidad ocurre entre la cuarta y séptima semana postpartum (Grumer et al , 1995) En el cuadro XXX se indican las regresiones múltiples para describir la trayectoria lactacional en el segundo sector lactacional para los tres sistema de alimentación evaluados para la raza Holstein y Pard Suizo (Ver Gráfica 5 y 6)

El tercer sector lactacional evidenció una tendencia regresiva negativa en los tres sistemas de alimentación tanto para la raza Pardo Suizo como Holstein La trayectoria de la producción de leche diaria presentó una tendencia lineal negativa en la última etapa de la lactación, aún en el mejor sistema de alimentación nutricionalmente, tal como se indica en el Cuadro XXXI (Ver Gráfica 7 y 8) La trayectoria de la curva lactacional segmentada en los tres principales sectores evidenció que sus características cuantitativas

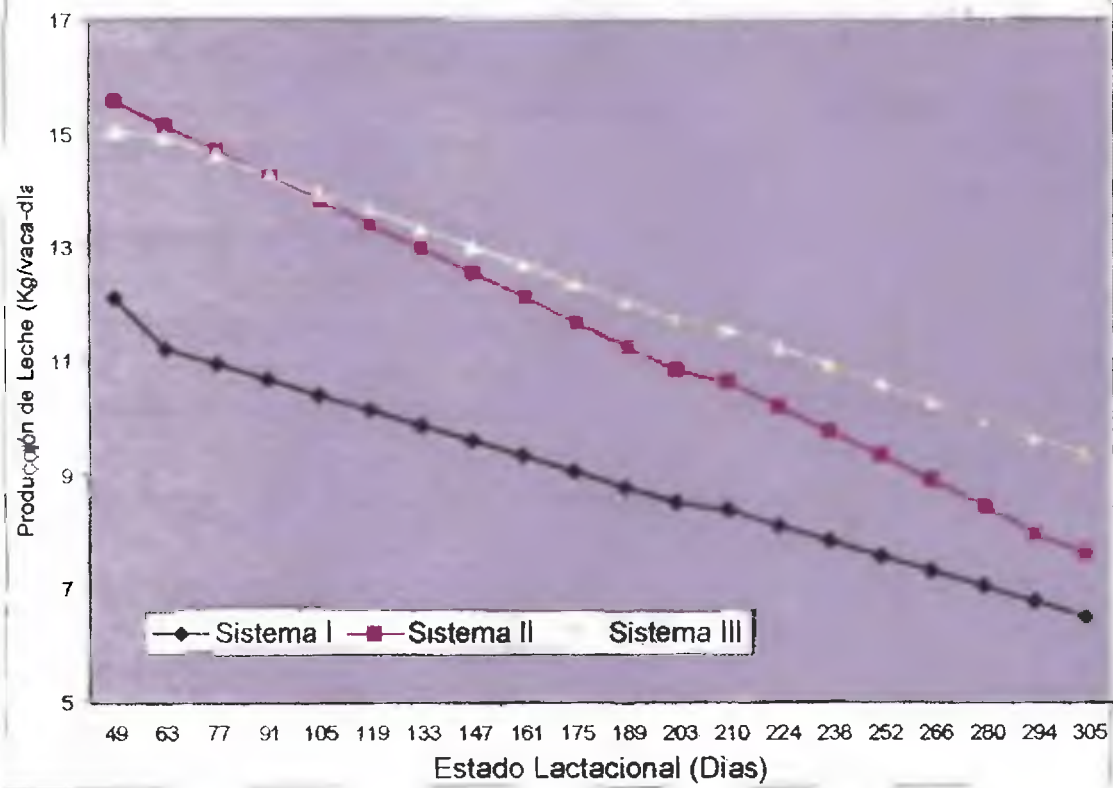
están determinadas por factores alimentarios y nutricionales; pero al mismo tiempo es importante considerar el potencial genético de los animales para la producción de leche particularmente en aquellos sistemas desarrollados en el medio tropical donde la vaca debe invertir energía para desarrollar el proceso de la locomoción y al mismo tiempo mantener la temperatura corporal dentro del rango normal.



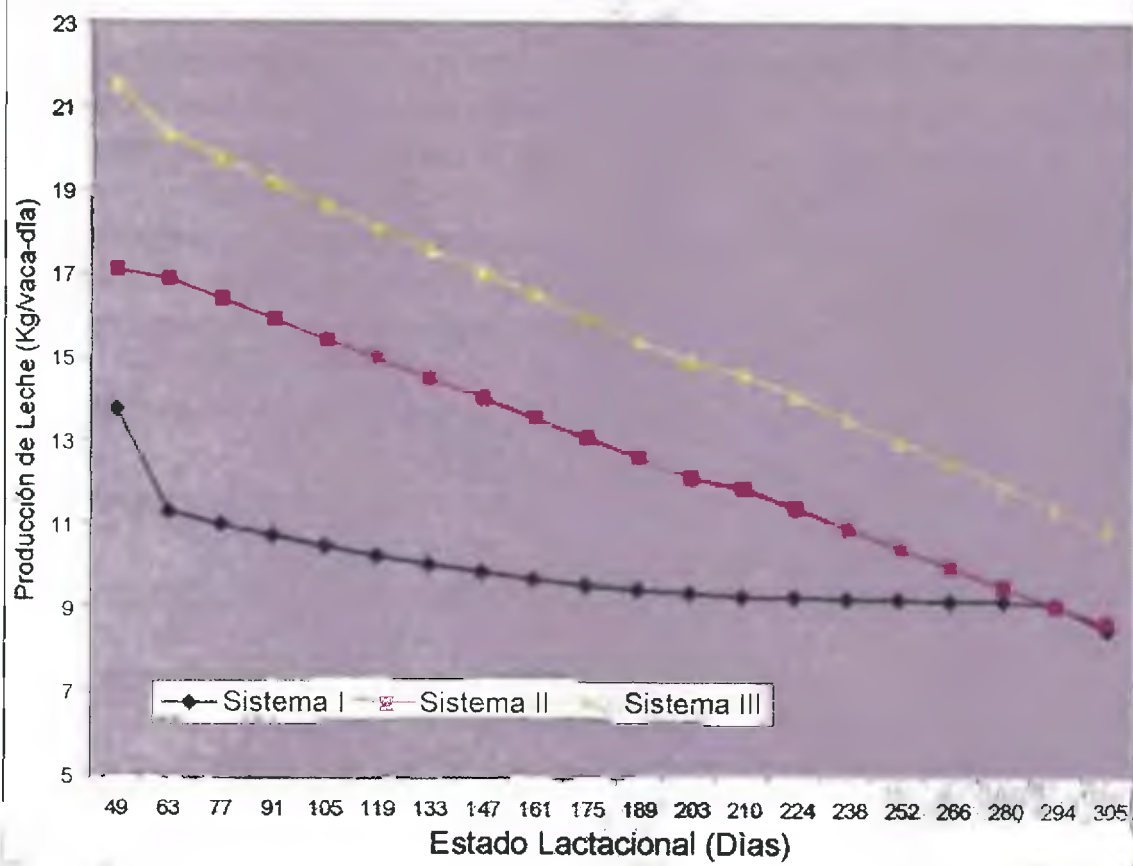
Grafica 6: Trayectoria Estimada de la Producción de Leche Diaria en los Primeros 49 Días de la Lactación Según el Sistema de Alimentación y el Plano Nutricional en Vacas Primíparas Holstein.



Gràfica 7: Trayectoria lactacional entre los 49 y 305 días de la lactación en Vacas Primiparas de la Raza Pardo Suizo Según el Sistema de Alimentación y el PLano Nutricional.



Gràfica 8: Trayectoria lactacional entre los 49 y 305 días de la lactación en Vacas Primiparas de la Raza Holstein el Sistema de Alimentación y el PLano Nutricional.



Cuadro XXIII: Comparaciones Múltiples de las Medias para los Parámetros Reproductivos en Vacas Primíparas de las Razas Pardo Suizo y Holstein en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A

Finca	Raza	PLINI LSMEAN	Std Err LSMEAN	Pr > T Ho:LSMEAN=0	Pr > I/j	T1 HO: LSMEAN (i) = LSMEAN (j)					
						1	2	3	4	5	6
1	1	10.3897618	0.4083336	0.0001	1		0.0342	0.0266	0.0001	0.0001	0.0001
1	2	9.763718	0.4215813	0.0001	2	0.0342		0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
2	1	11.6595752	0.4163831	0.0001	3	0.0266	0.0001		0.0001	0.0422	0.0001
2	2	16.9523753	0.4176023	0.0001	4	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001
3	1	12.8391699	0.4255906	0.0001	5	0.0001	0.0001	0.0422	0.0001		0.0357
3	2	14.0570889	0.4119943	0.0001	6	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0357	

Finca	Raza	MAXPL LSMEAN	Std Err LSMEAN	Pr > T Ho:LSMEAN=0	Pr > I/j	T1 HO: LSMEAN (i) = LSMEAN (j)					
						1	2	3	4	5	6
1	1	13.3508025	0.4201259	0.0001	1		0.0407	0.0010	0.0001	0.0001	0.0001
1	2	12.1456719	0.4337582	0.0001	2	0.0407		0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
2	1	15.3258792	0.4284079	0.0001	3	0.0010	0.0001		0.0001	0.0001	0.0001
2	2	22.2977481	0.4296622	0.0001	4	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001
3	1	17.7097413	0.4378812	0.0001	5	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001		0.1368
3	2	18.5908329	0.4238923	0.0001	6	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.1368	

Finca	Raza	TAMPL LSMEAN	Std Err LSMEAN	Pr > T Ho:LSMEAN=0	Pr > I/j	T1 HO: LSMEAN (i) = LSMEAN (j)					
						1	2	3	4	5	6
1	1	41.9125229	1.9851387	0.0001	1		0.4957	0.0074	0.7612	0.0118	0.1339
1	2	40.0586924	2.0238943	0.0001	2	0.4957		0.0481	0.7177	0.0621	0.4066
2	1	34.4775822	2.0038776	0.0001	3	0.0074	0.0481		0.0189	0.9263	0.2333
2	2	41.0798551	2.0097448	0.0001	4	0.7612	0.7177	0.0169		0.0311	0.2398
3	1	34.7324703	2.0481890	0.0001	5	0.0118	0.0621	0.9263	0.0311		0.2719
3	2	37.7855663	1.9827558	0.0001	6	0.1339	0.4066	0.2333	0.2398	0.2719	

Finca	Raza	PLCIERRE LSMEAN	Std Err LSMEAN	Pr > T Ho:LSMEAN=0	Pr > I/j	T1 HO: LSMEAN (i) = LSMEAN (j)					
						1	2	3	4	5	6
1	1	6.6171048	0.2631368	0.0001	1		0.5836	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
1	2	6.8167181	0.2716739	0.0001	2	0.5836		0.0005	0.0001	0.0001	0.0001
2	1	8.1685564	0.2683241	0.0001	3	0.0001	0.0005		0.0001	0.0003	0.0001
2	2	11.2822441	0.2691097	0.0001	4	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001
3	1	9.5702934	0.2742575	0.0001	5	0.0001	0.0001	0.0008	0.0001		0.7100
3	2	9.7072358	0.2854958	0.0001	6	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.7100	

Continuación Cuadro XXIII: Comparaciones Múltiples de las Medias para los Parámetros Reproductivos en Vacas Primíparas de las Razas Pardo Suizo y Holstein en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A

Finca	Raza	PL305 LSMEAN	Std Err LSMEAN	Pr > T Ho:LSMEAN=0	Pr > I/j	T1 HO: LSMEAN (1) = LSMEAN (j)					
						1	2	3	4	5	6
1	1	2847.08611	113.43106	0.0001	1		0.2748	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
1	2	2675.14091	117.11114	0.0001	2	0.2748		0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
2	1	3668.03496	115.66713	0.0001	3	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001	0.0001
2	2	5672.14407	116.00580	0.0001	4	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001
3	1	4422.24123	118.22488	0.0001	5	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001		0.2765
3	2	4605.61736	114.44795	0.0001	6	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.2765	

Finca	Raza	EAPP LSMEAN	Std Err LSMEAN	Pr > T Ho:LSMEAN=0	Pr > I/j	T1 HO: LSMEAN (1) = LSMEAN (j)					
						1	2	3	4	5	6
1	1	1223.86661	29.11384	0.0001	1		0.3968	0.0001	0.0226	0.0001	0.0001
1	2	1189.82554	30.05839	0.0001	2	0.8968		0.0004	0.1533	0.0002	0.0001
2	1	1038.41421	29.68776	0.0001	3	0.0001	0.0001		0.0255	0.8295	0.2187
2	2	1129.67884	29.77469	0.0001	4	0.0226	0.1533	0.0255		0.0221	0.0013
3	1	1029.61919	30.34425	0.0001	5	0.0001	0.0001	0.8295	0.0221		0.3481
3	2	991.28538	29.37484	0.0001	6	0.0001	0.0001	0.2487	0.0013	0.3481	

Raza 1 = Pardo Suizo

Raza 2 = Holstein

EAPP = Edad al Primer Parto (días)

SPCA = Servicios por concepción Prepartum (N)

SPCD = Servicio por concepción Postpartum (M)

IEP = Intervalo entre partos (días)

PAE = Periodo abierto efectivo (días)

Cuadro XXIV: Matriz de Correlación Genérica de los Parámetros Nutricionales, Alimentarios, Lactacionales, Reproductivos y Microambientales en Vacas Primíparas de las razas Pardo Suizo y Holstein en tres Sistemas de Producción Lechera Grado A

PARÁMETROS	Parámetros Nutricionales, Alimentarios								Microambientales			
	CMS	CPC	CPC	CENL	Ca	CP	CPV	CAC	TADM	ASNM	ITH	
Lactacionales	PLINI	0.5703 0.0001	0.57537 0.0001	0.56018 0.0001	0.54701 0.0001	0.57877 0.0001	0.57867 0.0001	0.4958 0.0001	0.47719 0.0001	0.35271 0.0001	0.33272 0.0001	0.38358 0.0001
	MAXPL	0.63640 0.0001	0.63655 0.0001	0.61274 0.0001	0.59424 0.0001	0.64781 0.0001	0.64323 0.0001	0.58095 0.0001	0.64001 0.0001	-0.36042 0.0001	0.32965 0.0001	-0.39006 0.0001
	TAMPL	-0.12188 0.1031	-0.12430 0.0964	-0.11923 0.1109	-0.11538 0.1230	-0.11636 0.1198	-0.12579 0.0925	-0.11541 0.1229	-0.12508 0.0944	0.06817 0.3632	-0.06205 0.4080	0.07409 0.3229
	PLCIERRE	0.65254 0.0001	0.65250 0.0001	0.62090 0.0001	0.59792 0.0001	0.67019 0.0001	0.63244 0.0001	0.62869 0.0001	0.65551 0.0001	0.33212 0.0001	0.29852 0.0001	-0.36568 0.0001
	PL305	0.69468 0.0001	0.69463 0.0001	0.66564 0.0001	0.64378 0.0001	0.71170 0.0001	0.70321 0.0001	0.64782 0.0001	0.69902 0.0001	-0.37771 0.0001	0.34428 0.0001	-0.41096 0.0001
Reproductivos	EAPP	-0.41610 0.0001	-0.41736 0.0001	-0.37738 0.0001	-0.35163 0.0001	-0.44793 0.0001	-0.43223 0.0001	-0.49344 0.0001	-0.42464 0.0001	-0.10972 0.1426	-0.08256 0.2705	0.13653 0.0676
	SPCA	-0.18022 0.0155	-0.18098 0.0150	-0.16512 0.0268	-0.15477 0.0380	-0.20226 0.006	-0.18679 0.0120	-0.20716 0.0053	-0.18383 0.04815	0.05523 0.4615	-0.04388 0.5586	0.06642 0.3757
	SPCD	-0.14963 0.0450	-0.14814 0.0472	-0.13687 0.0669	-0.12936 0.0835	-0.16660 0.0254	-0.15216 0.0414	-0.16164 0.0302	-0.15012 0.0443	0.05413 0.4705	-0.04533 0.5457	0.06276 0.4026
	PAPP	0.48232 0.0001	0.48269 0.0001	0.45993 0.0001	0.44327 0.0001	0.49462 0.0001	0.48978 0.0001	0.46226 0.0001	0.48628 0.0001	-0.24886 0.0008	0.22418 0.0025	-0.27276 0.0002
	IEP	-0.12519 0.0940	-0.12535 0.0936	-0.09350 0.2119	-0.07466 0.3192	-0.15683 0.0355	-0.13837 0.0640	-0.23988 0.0012	-0.13163 0.0782	-0.07017 0.3493	0.08401 0.2622	-0.05610 0.4545
	PAE	-0.12509 0.0943	-0.12525 0.0939	-0.08604 0.2508	-0.06308 0.4002	-0.16592 0.0582	-0.14144 0.0582	-0.27383 0.0002	-0.13304 0.0750	-0.10852 0.1471	0.12447 0.0960	-0.09222 0.2182

Cuadro XXV: Correlaciones entre los Parámetros Lactacionales y Reproductivos en Vacas Primíparas de las Razas Pardo Suizo y Holstein en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A en la Cuenca Lechera de Bugaba

Parámetros Correlacionados	Sistemas de Producción Lechera según el Consumo de Materia Seca (lb/vaca-día)					
	I (21.97)		II (33.51)		III (38.07)	
	Pardo Suizo	Holstein	Pardo Suizo	Holstein	Pardo Suizo	Holstein
PL305 vs PLINI	0.33*	0.60***	0.50***	0.90***	0.77***	0.75***
PL305 vs TAMPL	-0.45**	-0.25 ns	-0.01 ns	0.11 ns	0.34+	-0.14 ns
PL305 vs EAPP	0.31+	0.14 ns	-0.16 ns	0.22 ns	0.54**	0.42*
PL305 vs PAPP	-0.26ns	-0.13 ns	0.12 ns	0.05 ns	-0.04 ns	0.47**
PL305 vs IEP	0.21 ns	-0.04 ns	-0.11 ns	0.39*	0.43**	0.17 ns
PL305 vs SPCD	0.12 ns	-0.04 ns	-0.03 ns	-0.04 ns	0.14 ns	0.26 ns
PL305 vs PAE	0.21 ns	-0.03 ns	-0.12 ns	0.41*	0.27 ns	0.21 ns
SPCD vs TAMP	-0.48	-0.13 ns	-0.00 ns	-0.05 ns	-0.04 ns	-0.36*
SPCD vs MAXPL	-0.11 ns	-0.06 ns	-0.29 ns	-0.05 ns	-0.05 ns	0.18 ns
SPCD vs PAPP	0.26 ns	0.32+	-0.40*	-0.08 ns	-0.20 ns	0.21 ns
MAXPL vs PLINI	0.72***	0.72***	0.52**	0.97***	0.90***	0.87***
MAXPL vs IEP	-0.22 ns	-0.14 ns	0.16 ns	0.38*	0.41**	0.17 ns
EAPP vs PAPP	0.36*	-0.34+	-0.40*	-0.27 ns	-0.31+	0.17 ns
TAMPL vs PLINI	-0.48**	-0.48***	-0.16 ns	0.18 ns	0.37*	-0.18 ns
TAMPL vs PLCIERRE	0.32+	-0.22 ns	-0.15 ns	0.39*	0.25 ns	-0.34+
SPCA vs PAPP	-0.08 ns	-0.01 ns	0.28 ns	-0.38*	-0.02 ns	-0.07 ns

ns (P>0.05) + (P>0.01) * (P<0.05) ** (P<0.01) *** (P<0.001)

Cuadro XXVI: Análisis de Varianza para la Producción de Leche Diaria (kg/vaca) Según el Período Semanal en Vacas Primiparas de la Raza Pardo Suizo y Holstein en Base al Sector Lactacional en Tres Sistemas de Producción Grado A

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado Medio y Significancia
Sistema de Producción Lechera	2	265.50 ***
Error a	177	3550.43
Raza	2	3550.43 ****
Sistema x Raza	4	2219.02 ****
Sector Lactacional	2	9319.88 ****
Sistema x Sector Lactacional	2	3328.52 ****
Raza x Sector Lactacional	4	3883.28 ****
Sector x Raza x Sistema Lactacional	8	194.16 ***
Mes del Parto	11	250.67 ns
Residuo	6643	163.28

R2 Ajustado = 0.925

CV = 7.215%

N = 6858

NS (P>.05) *** (P < 0.001) **** (P<0.0001)

Cuadro XXVII: Medias Cuadradas Ajustadas de la Producción de Leche (kg/día) y el Estado Lactacional (días) según el Sector Lactacional en Vacas Primíparas de la Raza Pardo Suizo y Holstein en tres Fincas Lecheras Grado A.

Sistema de Producción Lechera	Parámetros Lactacionales	Sector I (7 – 28 días)		Sector II (28 – 49 días)		Sector III (49 – 305 días)	
		Pardo Suizo	Holstein	Pardo Suizo	Holstein	Pardo Suizo	Holstein
I	Producción de Leche (kg/día)	11.90	12.75	13.05	14.73	9.10	9.80
	Estado Lactacional (días)	16.87	19.19	32.44	31.05	168.90	168.8
	Correlación	0.677	0.753	-0.220	0.134	-0.769	-0.349
II	Producción de Leche (kg/día)	15.37	18.84	16.04	19.41	12.56	14.08
	Estado Lactacional (días)	19.44	18.90	31.92	31.82	145.40	145.60
	Correlación	0.616	0.697	-0.238	-0.198	-0.674	-0.656
III	Producción de Leche (kg/día)	13.37	20.86	14.82	24.01	12.72	17.07
	Estado Lactacional (días)	17.41	19.68	31.16	32.59	158.5	146.70
	Correlación	0.839	0.782	-0.443	-0.639	-0.520	-0.599

Cuadro XXVIII: Medias Estimadas por Regresión para la Producción de Leche (kg/día), según el Estado Lactacional (Días) en el I, II y III Sector Lactacional en Vacas Primiparas de las Razas Pardo Suizo y Holstein.

Sector Lactacional (N°)	Estado Lactacional (Días)	Producción de Leche Estimada (kg/día) Según El Consumo Diario de Materia Seca (lb/vaca)					
		I (21.97)		II (33.51)		III(38.07)	
		Pardo	Holstein	Pardo	Holstein	Pardo	Holstein
I	7	10.06	10.10	11.66	14.35	10.68	14.65
	14	11.37	11.62	14.35	16.64	12.48	18.87
	21	12.68	13.13	16.17	18.92	14.29	22.24
	28	13.99	14.65	17.15	21.21	16.11	24.75
II	35	13.86	15.35	16.63	20.49	15.94	24.85
	42	13.20	15.07	16.38	19.74	15.11	23.49
	49	12.07	13.78	15.54	17.09	15.01	21.55
III	63	11.17	11.26	15.10	16.88	14.92	20.30
	77	10.90	10.96	14.67	16.40	14.59	19.76
	91	10.63	10.69	14.24	15.93	14.27	19.22
	105	10.35	10.44	13.81	15.45	13.95	18.68
	119	10.08	10.21	13.38	14.98	13.63	18.14
	133	9.81	10.00	12.95	14.50	13.30	17.60
	147	9.54	9.83	12.52	14.03	12.98	17.06
	161	9.27	9.67	12.09	13.55	12.66	16.53
	175	9.00	9.53	11.66	13.08	12.33	16.00
	189	8.72	9.42	11.22	12.61	12.01	15.45
	203	8.45	9.33	10.79	12.13	11.69	14.91
	210	8.32	9.26	10.58	11.89	11.53	14.64
	224	8.04	9.24	10.14	11.42	11.20	14.10
	238	7.77	9.21	9.71	10.94	10.88	13.56
	252	7.50	9.20	9.28	10.47	10.56	13.02
	266	7.23	9.17	8.85	10.00	10.23	12.84
	280	6.96	9.16	8.42	9.52	9.91	11.95
294	6.69	9.10	7.99	9.05	9.59	11.41	
305	6.41	8.50	7.55	8.66	9.32	10.93	

Cuadro XXIX: Tendencia Regresiva de la Producción de Leche (Kg/vaca – días) según el Periodo Postpartum (Días) en el Primer Sector Lactacional en Vacas Lecheras Primíparas de las Razas Pardo Suizo y Holstein

Sistemas de Alimentación y Producción Lechera	Raza	Trayectoria Regresiva Lactacional en el sector I de la lactación	
I	Pardo Suizo	$Y = 8.750 + 0.187X$	$Fc = 67.66 (P < .001) R^2_{ajust} = 0.4582$
	Holstein	$Y = 8.580 + 0.2168X$	$Fc = 107.40 (P < .001) R^2_{ajust} = 0.567$
II	Pardo Suizo	$Y = 8.133 + 0.5658X - 0.008709X^2$	$Fc = 31.66 (P < .001) R^2_{ajust} = 0.4249$
	Holstein	$Y = 12.06 + 0.3268X$	$Fc = 75.66 (P < .001) R^2_{ajust} = 0.480$
III	Pardo Suizo	$Y = 8.854 + 0.259X$	$Fc = 190.7 (P < .001) R^2_{ajust} = 0.7045$
	Holstein	$Y = 9.584 + 0.7854X - .008709X^2$	$Fc = 70.82 (P < .001) R^2_{ajust} = 0.6272$

Y = Producción de Leche (Kg/vaca – día) X = Estado Lactacional (días)

Cuadro XXX: Tendencia Regresiva de la Producción de Leche (Kg/vaca – días) según el Periodo Postpartum (Días) en el Segundo Sector Lactacional en Vacas Lecheras Primíparas de las Razas Pardo Suizo y Holstein

Sistemas de Alimentación y Producción Lechera	Raza	Trayectoria Regresiva Lactacional en el sector I de la lactación
I	Pardo Suizo	$Y = -32.85 + 4.620X - 0.1608X^2 + 0.002303X^3 - 0.00001164X^4$ Fc = 6.973 (P<.0001) R ² ajust = 0.3325
	Holstein	$Y = 43.46 - 5.548X + 0.3389X^2 - 0.008273X^3 + 0.00007024X^4$ Fc = 4.189 (P<.0026) R ² ajust = 0.2272
II	Pardo Suizo	$Y = 1.596 + 0.996X - 0.01639X^2$ Fc = 4.839 (P<.0049) R ² ajust = 0.1622
	Holstein	$Y = -48.09 + 5.744X - 0.1534X^2 + 0.001276X^3$ Fc = 3.707 (P<.01) R ² ajust = 0.1307
III	Pardo Suizo	$Y = -39.66 + 5.047X - 0.1475X^2 + 0.001363X^3$ Fc = 13.39 (P<.0001) R ² ajust = 0.4580
	Holstein	$Y = 68.91 - 8.969X + 0.5158X^2 - 0.0148X^3 + 0.00008677X^4$ Fc = 30.22 (P<.0001) R ² ajust = 0.6092

Y = Producción de Leche (Kg/vaca – día) X = Estado Lactacional (días)

4.5. Características y Desempeño Reproductivo en vacas primíparas de las razas Pardo Suizo y Holstein

El comportamiento reproductivo antes del primer parto fue evaluado en función de la edad al primer parto, peso al primer parto y el número de servicios por concepción prepartum en novillas de las razas Pardo Suizo y Holstein. El comportamiento reproductivo después del primer parto fue asociado con los servicios por concepción postpartum, intervalos proyectados entre partos proyectados y el período abierto efectivo. Los parámetros reproductivos después del primer parto fueron clasificados en función al sistema de alimentación y la raza. El modelo de alimentación I incluyó un suministro de materia seca de 21.97 lb, proteína 1275 g y energía neta lactacional 16.48 Mcal, mientras que el sistema II ofreció 33.51 lb de materia seca y energía neta lactacional 22.47 Mcal/día, y el Sistema III con materia seca 38.07 lb, proteína total 2498 g y energía neta lactacional 27.66 Mcal/vaca – día. En efecto los parámetros alimentarios, nutricionales, lactacionales y reproductivos fueron relacionados a través de los sistemas de alimentación señalados.

4.5.1. Peso al Primer Parto

El peso de los animales al primer parto mostró diferencias en relación con el sistema de producción lechera y la raza ($P < 0.01$), no obstante no se observó una diferencia estadística en este parámetro al incluir la contribución

variativa al mes del parto (ver Cuadro XXXII) Los animales de las razas Pardo Suizo y Holstein en el Sistema de Alimentación y Producción Lechera presentaron un peso de 903 y 892 lb, mientras que en el Sistema II el peso corporal fue 932 y 1009 lb para los animales de la raza Pardo Suizo y Holstein En el III Sistema de Producción Lechera, el peso al primer parto fue 952 y 991 lb Estas cifras indican que todos los animales presentaron un peso corporal por debajo del peso recomendado para las razas lecheras pesadas que corresponde a 150 lb (Bath y Colaboradores (1986), Araúz (2004) En general, los tres sistemas de producción lechera coincidieron en el peso al primer parto para las vaquillas Pardo Suizo y Holstein tal como se muestra en el Cuadro XXXIII El peso subnormal al momento del parto afecta el desempeño lactacional y reproductivo en las vacas lecheras especializadas (Stevenson, 2001)

4.5.2. Edad al Primer Parto

El análisis somatométrico incluyó la edad de los animales al primer parto, la cual en los tres sistemas de producción lechera la edad al primer parto excedió la cifra de 28 a 30 meses recomendada para la producción lechera en condiciones del trópico Esta es una variable influenciada por factores nutricionales (Miller, 1987y Warnick 1986), microambientales (Collier y Col 1982, y Domeck y Col , 1997) y factores reproductivos (De Armas, 2001), además de la contribución del factor humano El Sistema de Producción Lechera I evidenció una edad al primer parto de 40.2 y 39.1 mes para la raza

Pardo Suizo y Holstein, el Sistema II correspondió a 33.9 y 32.6 meses, y el Sistema III 34.1 y 37.4 meses. Estas cifras indican que la edad al primer parto estuvo asociada con un período extendido entre 6 a 10 meses sobre el índice recomendado para hembras lecheras primíparas en el trópico. Esto significa un atraso reproductivo que converge en generar pérdidas asociadas con la producción de leche y la producción de reemplazos. Estos resultados no son diferentes de otros reportados para fincas lecheras Grado A en la Provincia de Chiriquí, donde se indica que la edad al primer parto es de 36 meses (Araúz, 2004).

4.5.3. Servicio por concepción prepartum

El análisis de los servicios efectuados para conseguir una preñez confirmada en hembras de reemplazo Pardo Suizo y Holstein indicó que en la finca I fue necesario realizar el mayor número de servicios por concepción (1.76 y 1.45). En su orden continuó el Sistema III en el cual se utilizaron 1.37 y 1.31 servicio por concepción para lograr una gestación, mientras que en el sistema II se observó en promedio la mayor efectividad de la inseminación artificial en función de los servicios necesarios para definir una preñez (1.14 y 1.37) para hembras de reemplazo de las razas Pardo Suizo y Holstein (ver Cuadro XXXII y XXXIII). En general, todas las fincas presentaron un índice de servicio por concepción ligeramente comprometido ya que se recomienda 1.25 servicios por concepción para hembras de reemplazo en fincas lecheras (Leach y Allrich, 1991). Es evidente que éste parámetro refleja la influencia de

los factores nutricionales, ambientales, reproductivos y de manejo animal de manera integrativa.

4.5.4. Servicio por Concepción Postpartum

El comportamiento reproductivo de la vaca lechera se encuentra influenciado por el proceso de la lactación, el plano nutricional, los factores microambientales y el factor de manejo cuando se trata de sistemas en donde la inseminación artificial representa el vínculo más importante para el programa de reproducción y mejoramiento genético. El análisis de los tres sistemas de alimentación y producción lechera indicó que el factor de mayor contribución variativa fue el mes del parto ($P < 0.05$) seguido de una ligera influencia variativa por parte de los sistemas de alimentación ($P < 0.1$). La raza Pardo Suiza y Holstein se comportaron en forma homóloga dentro de cada sistema de alimentación con respecto al número de servicio por preñez. El Sistema de Alimentación con mayor limitación nutricional (Sistema 1) condujo al mayor número de servicios para lograr una preñez (1.87 y 1.65 para las razas Pardo Suizo y Holstein). Estas cifras superan la recomendación de 1.45 servicios por concepción para vacas en producción en hatos lecheros, (Hafez, 1980 y Stevenson, 2001). En el Sistema de alimentación II se presentó 1.51 y 1.49 servicios por concepción para las vaquillas de las razas Pardo Suizo y Holstein. Considerando los niveles de producción láctea en éste sistema puede indicarse que los servicios por concepción fueron aceptables técnicamente. El sistema de alimentación III igualmente evidenció un promedio de 1.53 y 1.47

servicios por concepción en las vaquillas Holstein y Pardo Suizo, los cuales fueron aceptables reproductivamente tomando en cuenta que en ésta finca se produjo la mayor producción de leche (ver cuadros XXXII y XXXIII) Al considerar el efecto del mes del parto, la finca de mayor deficiencia nutricional presentó el mayor número de servicios por concepción en los meses de la época seca, coincidiendo ello con el período anual de menor producción de pastos (ver cuadro XXXIII) Los demás sistemas presentaron variantes a través de los meses, pero no cifras consistentes para indicar que la época anual fue un factor contribuyente en aumentar o reducir la magnitud del número de servicios para lograr una preñez

El desempeño reproductivo del ganado lechero ha sufrido una reducción en base a la tasa de concepción en la medida en que la producción de leche acumulada ha aumentado (Butler y Smith, 1989, Stevenson, 2001), sin embargo en el presente estudio se encontró que en la medida en que las condiciones alimentarias y nutricionales aumentaron sobre la base de 21 97 lb de materia seca/día, 16 48 Mcal de Enlactacional y 1275 g de proteína total hasta un máximo de 38 07lb, 27 66 Mcal y 2498 g de Materia seca, ENLactacional y Proteína, la producción de leche en 305 días aumentó, pero de igual forma el desempeño reproductivo mejoró en base a la tasa de servicios requeridos para definir una preñez efectiva en vacas primíparas de las razas Pardo Suizo y Holstein En la práctica, se observó una relación del consumo de Enlactacional sobre el número de servicios por concepción

postpartum de carácter regresivo negativo (-0.9284). Para los tres sistemas de alimentación evaluados la ingesta de Energía Neta Lactacional fue asociada con una disminución en el número de servicios por concepción postpartum. La relación regresiva fue

$$\text{SPCPP} = 1.900 - 0.01637 \text{ Enlac}_{(\text{Mcal/día})} \quad \text{R}^2_{\text{ajustado}} = 0.7238 \quad r = -0.9284$$

Ello sustenta que la buena nutrición energética y proteica son determinantes no sólo de un buen comportamiento lactacional, sino también de la reproducción como función de valor biológico y productivo.

4.5.5. Intervalo Proyectado entre Partos y Período Abierto Efectivo.

El intervalo entre partos y el período abierto se encuentran relacionados como parte del ciclo reproductivo en la vaca lechera. En principio, el intervalo entre partos proyectado fue afectado por la raza ($P < 0.01$), mientras que el período abierto efectivo mostró diferencias según el sistema de alimentación ($P < 0.01$). En ambas variables no se observó una contribución variativa por parte del mes del parto, sugiriendo que el comportamiento reproductivo se mantuvo a través de todo el año.

El intervalo entre partos para el sistema I, II y III resultó en 405, 390 y 400 días para las vaquillas Pardo Suizo, mientras que para la raza Holstein fue 416, 392 y 418 días. Los valores detectados sugieren que el plano

reproductivo en función del intervalo entre partos es bueno en general dado que se recomienda un rango entre 385 y 425 días de intervalo entre partos para hatos lecheros (Thatcher et al , 1999 y Shearer, 2002) El período abierto promedio en cada sistema de alimentación por raza (ver cuadro XXXIII), sugiere que el manejo reproductivo puede mejorarse en las tres fincas evaluadas, ya que el promedio se encuentra cerca de la zona marginal en términos reproductivos y económicos para el hato lechero moderno Stevenson (2001) ha señalado que el período electivo de espera para el primer servicio efectivo puede oscilar entre 45 y 87 días, con un incremento en el mismo de hasta 25 días cuando la producción de leche supera los 6500 kg

Los parámetros reproductivos presentaron una baja correlación en general con los parámetros lactacionales en los tres sistemas de alimentación evaluados (ver cuadro XXV), no obstante, muchos de los valores presentaron una relación negativa de los parámetros lactacionales sobre los parámetros indicadores del desempeño reproductivo

Cuadro XXXI: Tendencia Regresiva de la Producción de Leche (Kg/vaca – días) según el Periodo Postpartum (Días) en el Tercer Sector Lactacional en Vacas Lecheras Primíparas de las Razas Pardo Suizo y Holstein

Sistemas de Alimentación y Producción Lechera	Raza	Trayectoria Regresiva Lactacional en el sector I de la lactación	
I	Pardo Suizo	$Y = 12.39 - 0.0194X$	$F_c = 495 (P < .001) R^2_{ajust} = 0.59$
	Holstein	$Y = 12.48 - 0.02776X + 0.00005876X^2$	$F_c = 36.49 (P < .001) R^2_{ajust} = 0.35$
II	Pardo Suizo	$Y = 17.05 - 0.03083X$	$F_c = 162.5 (P < .001) R^2_{ajust} = 0.59$
	Holstein	$Y = 19.01 - 0.03389X$	$F_c = 147.3 (P < .001) R^2_{ajust} = 0.63$
III	Pardo Suizo	$Y = 16.37 - 0.02307X$	$F_c = 86.81 (P < .001) R^2_{ajust} = 0.37$
	Holstein	$Y = 22.72 - 0.03848X$	$F_c = 102.1 (P < .001) R^2_{ajust} = 0.46$

Y = Producción de Leche (Kg/vaca – día) X = Estado Lactacional (días)

Cuadro XXXII: Análisis de Varianza para los Parámetros Reproductivos en Vacas Lecheras de las Razas Pardo Suizo Y Holstein en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A

Cuadrado Medio y Significancia de los Parámetros Reproductivos

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Edad al Primer Parto (Días)	Servicio por Concepción Prepartum (No.)	Servicio por Concepción Postpartum (No.)	Peso Al Primer Parto (Lbs)	Intervalo Entre Partos (Días)	Periodo Abierto Efectivo (Días)
Sistema	2	524341.30***	1.77**	1.241+	96973.26***	6112.04ns	7655.73***
Error a	87	19674.83	0.358	0.484	2414.18	886.19	870.09
Raza	1	1651.88 ^{ns}	0.106 ^{ns}	0.405 ^{ns}	50130.63***	4620.09**	5384.88**
Raza x sistema	2	78745.31*	1.019+	0.154 ^{ns}	28353.94***	985.87 ^{ns}	506.44 ^{ns}
Mes del parto	11	13368.19ns	0.353	0.774*	344721ns	1148.39+	0.618ns
Residuo	76	23023.94	0.428	0.368	2608.62	658.47	0.702
R ² (sobre 1)		0.651	0.559	0.635	0.744	0.683	19.872
CV (%)		13.819	46.186	39.572	5.40	6.356	1.74***
Fmodelo		1.38+	0.97*	1.29 ^{ns}	2.15***	1.59**	

+ significativo al 10% (P<0.10) * significativo al 5% (P<.05) ** significativo al 1% (P<.01) *** significativo al 0.01% (P<.001)

Cuadro XXXIII: Medias de los Parámetros Reproductivos en Vacas Primíparas de las razas Pardo Suizo y Holstein según las Estadísticas Alimentarias, nutricionales y Bioclimáticas en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A en la Provincia de Chiriquí

A. Parámetros Alimentario y nutricional	Sistema 1		Sistema 2		Sistema 3	
1. Pasto verde (lb/día)	49.20		71.50		62.70	
2. Alimento concentrado (lb/día)	10.00		16.00		18.00	
3. Materia seca (lb/día)	21.97		33.51		38.07	
4. Fibra cruda (lb/día)	4.53		7.26		8.30	
5. Proteína total (g/día)	1275.00		2012.00		2498.00	
6. Enlactacional (Mca/día)	16.48		22.47		27.66	
7. Potencial lechero energético (kg/día)	10.77		17.34		24.38	
8. Potencial lechero Proteico (kg/día)	11.21		18.50		22.69	
B. Parámetros Bioclimáticos						
1. Altura sobre el nivel del mar (m)	800		780		1100	
2. Temp. ambiental diurna media (°C)	23		22.5		20	
3. Índice Temperatura-Humedad (°C-%)	22.8		22.70		21.2	
C. Parámetros Reproductivos	Pardo Suizo	Holstein	Pardo Suizo	Holstein	Pardo Suizo	Holstein
Edad al primer parto (meses)	40.23	39.11 ^(ns)	33.85	32.59 nd	34.13	37.43*
Peso al primer parto (lb)	903.42	891.63 ^(ns)	931.79	1009.09*	952.42	991.02**
Servicio/preñez Prepartum	1.76	1.45(+)	1.14	1.37 ^{ns}	1.37	1.31 ^{ns}
Servicio/preñez Postpartum	1.87	1.65 ^(ns)	1.51	1.49 ^{ns}	1.53	1.47 ^{ns}
Período abierto efectivo (días)	126.79	138.08(+)	108.04	113.57 ^{ns}	122.61	139.91**
Intervalo proyectado entre partos (días)	405.21	416.44 ^(ns)	390.41	391.80 ^{ns}	399.97	417.68**

La significancia indicada corresponde a la comparación de las medias dentro de cada sistema de producción lechera y entre razas (Pardo Suizo vs Holstein) Ns (P>0.05) + (P<0.10) * (P<0.05) ** (P<0.01) *** (P<0.001)

Cuadro XXXV: Medias del Servicio por Concepción Postpartum para las Razas Pardo Suizo y Holstein en Tres Sistemas de Producción Lechera Grado A según el Mes del Parto

Mes del Parto	Servicios por Concepción Postpartum según el Sistema de Producción Lechera Grado A					
	1		2		3	
	Pardo Suizo	Holstein	Pardo Suizo	Holstein	Pardo Suizo	Holstein
Enero	3.00	2.00	1.25	1.75	1.00	1.25
Febrero	2.33	1.25	1.20	1.20	1.50	1.35
Marzo	1.25	1.50	1.25	1.25	1.50	1.62
Abril	1.33	1.00	1.33	1.30	2.00	1.50
Mayo	2.00	2.00	2.50	1.50	1.67	1.25
Junio	2.25	1.33	1.50	2.00	1.33	1.33
Julio	2.50	2.00	1.33	1.25	1.00	1.67
Agosto	1.20	1.40	1.00	2.00	2.00	1.33
Septiembre	1.50	2.50	1.50	1.50	1.33	2.50
Octubre	1.00	2.00	1.50	1.75	1.00	1.60
Noviembre	2.00	2.00	1.50	1.50	1.25	2.00
Diciembre	2.00	2.00	1.45	1.65	1.33	2.00

Efecto del mes al parto sobre servicio por concepción postpartum significativo al 5% ($P < .05$)

V. CONCLUSIONES

- 1 El incremento en el consumo de materia seca de 21 97, 33 51 y 38 07 lb/día estuvo asociado con un incremento en la producción de leche ajustada a 305 días correspondiente a 2675, 4422 y 3668 kg para las vaquillas Pardo Suizo y con una trayectoria lactacional cuadrática, mientras que en la raza Holstein la producción de leche fue 2847, 4605 y 5672 kg con una tendencia lactacional lineal
- 2 El incremento en el consumo de materia seca, energía neta lactacional y proteína no alteró el tiempo postpartum para expresar la máxima producción de leche en vacas primerizas de la raza Pardo Suizo y Holstein , pero si afectó la duración del periodo asociado con la máxima producción láctea
- 3 El cierre lactacional fue superior en las vacas que tuvieron acceso a un mejor sistema de alimentación en base al potencial energético y proteico para sostener la función lactogénica en vacas primíparas de la raza Pardo Suizo y Holstein
- 4 Las vaquillas de la raza Holstein presentaron la mayor respuesta lactacional frente al incremento de la alimentación y el aporte de nutrientes según los sistemas de alimentación evaluados

- 5 El mejoramiento de la alimentación y las condiciones nutricionales tuvieron un mayor impacto sobre las características lactacionales a partir de los 28 días después del parto
- 6 La producción de leche acumulada en 305 días resultó el mejor parámetro para medir el impacto del plano nutricional sobre el potencial lechero en vaquillas Pardo Suizo y Holstein
- 7 La materia seca fue el componente alimentario de mayor relación con la magnitud de la máxima producción de leche, producción al cierre lactacional y producción de leche acumulada a 305 días
- 8 El medio microclimático en los tres sistemas de alimentación y producción lechera no presentó condiciones ambientales capaces de generar un estado de tensión calórica que modificara la expresión del potencial lechero propiamente
- 9 La lactación presentó los tres sectores típicos de la biología lactacional en la vaca lechera moderna, evidenciando la mayor transición entre los 28 y 49 días después del parto, generando el máximo de la producción láctea
- 10 El comportamiento reproductivo fue favorecido al mejorar el plano nutricional, aun cuando ello incluyó un incremento sustancial en la producción de leche acumulada en 305 días

- 11 El aumento de la producción de leche como consecuencia del mejoramiento alimentario y nutricional no deterioro el desempeño reproductivo en vacas primíparas de la raza Pardo Suizo y Holstein
- 12 La magnitud de los parámetros reproductivos en los tres sistemas de alimentación indican que es posible obtener un desempeño reproductivo apropiado en las vacas primerizas Holstein y Pardo Suizo a través del empleo de una buena alimentación y apropiada nutrición
- 13 El potencial lechero de la vaca primípara fue afectado por la naturaleza y el aporte nutritivo de la dieta, principalmente en función de la magnitud ofertada de los ingredientes como el forraje verde, alimento concentrado, heno y ensilaje, los cuales representan la mayor proporción del aporte de materia seca, fibra, energía para leche y proteína

VI. RECOMENDACIONES

- 1 Realizar estudios nutricionales para evaluar los sistemas de alimentación empleados para las vacas en producción con énfasis en materia seca, carbohidratos estructurales, energía neta lactacional, proteína, calcio y fósforo, los cuales permitan establecer los debidos balances nutricionales en condiciones tropicales según la época anual
- 2 Agrupar las vacas por niveles de producción utilizando registros de producción láctea consistentes
- 3 Procurar el mejoramiento de la producción de pasturas, de tal manera que al incrementar la disponibilidad de forraje verde, pueda reducirse el uso de alimento concentrado y los costos de producción
- 4 Mejorar el programa de crianza y desarrollo de reemplazos, para conseguir un peso al primer parto entre 1000 y 1150 lb, aun cuando la edad sea entre 26 y 30 meses
- 5 Implementar el uso del pesaje de los reemplazos para implementar la inseminación artificial, con un peso para el servicio mínimo de 850 lb
- 6 Efectuar la evaluación lineal de los reemplazos como parte del programa de mejoramiento genético con anticipación a la realización del programa de inseminación artificial, permitiendo así plantear un programa de

mejora genético más sólido y oportuno con énfasis en la longevidad y productividad lechera

- 7 Mejorar el programa de evaluación y seguimiento reproductivo oportuno para la vaca lechera en los primeros 150 días después del parto
- 8 Implementar un mejor programa de alimentación para la vaca en el período prepartum, con especial atención en la adecuación ruminal, el manejo de la energía, proteína y minerales para facilitar un mejor acomodo digestivo, metabólico y fisiológico
- 9 Emplear la materia seca como el factor alimentario de mayor importancia para dar seguimiento al programa de alimentación con énfasis en la máxima producción de leche, además de incluir la energía neta lactacional y la proteína

BIBLIOGRAFÍA

- ARAUZ, E. E. 1990.** Efecto de la Tensión Calórica Durante el Periodo Diurno de la Epoca Seca Sobre el Comportamiento Fisiológico en el Ganado Lechero Cruzado en Lactación y Crecimiento Scientia (Panamá), vol 5 N°2, 19-28
- ARAUZ, E. E. 1994.** Efecto de la Disponibilidad de Forraje Verde Sobre el Uso del Alimento Concentrado para la Vaca Lechera en el Trópico Húmedo Investigación, Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá
- ARAUZ, E. E. 1995.** Estrategia para la Alimentación de la Vaca Lechera en Lactación en el Trópico Revista Internacional El Ganadero, Panamá
- ARAUZ, E. E. 1995.** Requerimientos Nutricionales de la Vaca Lechera en Lactación En Nutrición y Alimentación del Ganado Lechero, Curso de Ganado de Leche, Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá
- ARAUZ, E. E. 1998.** Principales Indicadores Zootecnimétricos de las Fincas Lecheras en Panamá En Curso de Ganado de Leche, Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá
- ARAUZ, E. E. 1999.** Sistema de Biorregistro Computarizado y Aplicación para el Manejo Técnico y Eficiente de Hatos Lecheros en el Trópico Seminario Taller, Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá
- ARAUZ, E. E. 1999.** Características de la Producción Lechera en Panamá En Curso de Ganado de Leche, Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá
- ARAUZ, E. E. 2001.** Nutrición y Alimentación del Ganado Lechero en el Trópico En Curso de Producción Lechera Tropical, Programa de Maestría, Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá
- ARAUZ, E. E. 2002.** Principales Componentes Técnicos para la Producción Lechera Eficiente en Panamá En Manual de Laboratorio, Prácticas y Referencia Especial en Producción Lechera

- ARAUZ, E. E. 2003.** Manual de Laboratorio, Prácticas y Referencias Especiales en Ganado de Leche Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá
- ARAUZ, E. E. 2004.** Manual de Laboratorio, Prácticas y Referencias Especiales en Ciencia Lechera Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá
- ARAUZ, E. E. 2004.** Características e Indicadores Zootécnicos de las Fincas Lecheras en Panamá En Manual de Laboratorio, Prácticas y Referencias especiales en Producción Lechera Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá
- BATH, D. L., DICKINSON, F., TUCKER, A. y APPLEMAN, R., 1986.** Ganado Lechero Principios, Practicas, Problemas y Beneficios Editorial Interamericana
- BAUMAN, D. E., and CURRIE, W. B., 1980.** Partitioning of Nutrients During Pregnancy and Lactation En A review of Mechanisms Involving Homeostasis and Homeorhesis J Dairy Sci 63 1514
- BAUMAN, D. E., EISEMAN, J. and CURIE., 1982.** Hormonal Effect on Partitioning of Nutrients and Lactation
- BUTLER, W. R. and SMITH, R. D., 1989.** Interrelationships Between Energy Balance and postpartum reproductive function in dairy cattle J Dairy Sci 72 767
- CANDANEDO, E. 1997.** Determinación y Evaluación del Patrón de Crecimiento en Vientres Holstein para Reemplazo en Fincas Lecheras Grado A en la Provincia de Chiriquí Tesis de Licenciatura en Zootecnia, Escuela de Ciencias Pecuarias, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá
- COLLIER, R. J. 1985.** Nutritional, Metabolic and Environmental Aspects of Lactation En Lactation, Edited by Bruce Larson The Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA
- COLLIER, R. J. 1985.** Climate effect on water consumption in lactating dairy cattle En Lactation, edited by B Larson, Ames, Iowa, USA
- COLLIER, R. J.; BEEDE, D., THATCHER, W., ISMEL, A. and WILCOX, C., 1982.** Influences of Environment and its modifications on dairy animal health and Production J Dairy Sci 65 2213-2227
- CONRAD, R. 1974.** Feeds and Milk Quality as related to Composition and Production En Large Dairy Herd Management Edited by Wilcox Co, University Presses of Florida, Florida, USA
- CONVEY, E. 1973.** Serum Hormone concentrations in ruminants during mammary growth, lactogenesis and lactation A Review, J Dairy Sci

- COWIE, A. 1980.** Hormonal Control of Lactation Elsevier Sci Publisher, NY, USA
- CRAMPTON y HARRIS. 1974.** Nutrición Animal Aplicada Editorial Acribia, España
- CRIPAS. 1998.** El Programa Vampp Leche Centro de Registro e Informática para la Producción Animal Sostenible Costa Rica
- CURTIS, S. E. 1981.** Environmental Management on Animal Agriculture Illinois, USA
- CHANDLER, D. 1978.** Feeds for Lactating Dairy Cows En Large Dairy Herd Management, Edited by Wilcox et al , 1978 Florida, USA
- CHURCH, D. 1972.** Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants Second Edition
- DE ARMAS, R. 2001.** Factores que afectan la Reproducción Animal en el Trópico En Curso de Reproducción Animal Avanzada, Programa de Maestría en Producción Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá
- DELOUIS, C.; J. DJIANE, L. M. HONDEBINE and M. TERQUI. 1980.** Relation between Hormones and Mammary gland function J Dairy Sci 63 1492
- DOMECK, J. J.; SKIDMORE, A. L.; LLOYD, J. W. y KANEENE, J. B. 1997.** Relationship between body condition scores and conception at first insemination in a large dairy herd of high yielding Holstein cow J Dairy Sci 78 172
- DAVIS, C. 1986.** La Vaca Lechera y su Alimentación Universidad de Illinois, Illinois, USA
- DUBY, R. T. and R. W. PRANGE. 2002.** Physiology and Endocrinology of the estrous Cycle Cooperative Extension Service, West Virginia University
- DUKES, H.H. y SWENSON, M.J. 1970** Fisiología de los Animales Domésticos Editorial Aguilar, España
- EDMONSON, A. J. 1989.** A body scoring chart System for the Holstein Dairy Cows J Dairy Sci 68 78
- ENSMINGER, M. E., 1980.** Dairy Cattle Science
- FERGUSON, J. and CHALUPA, W. 1989.** Impact of Protein Nutrition on Reproduction on dairy cattle J Dairy Sci 72 746
- FERGUSON, J. and CHALUPA, W. 1989.** Symposium on Interaction of Nutrition and Reproduction J Dairy Sci 72 746-766
- FLORES, R. 1980.** Bromatología Animal Editorial CECSA, México

- FOX, D. and TYLITUKI, T. 1998.** Accounting for the effect of environment on the nutrient requirement of dairy cattle J Dairy Sci 3085 3095
- GILL, J. 1978.** Split-plot Designs En Design and Analysis of Experiments on the animal and medical Science The Iowa State, University Press, Ames, Iowa, USA
- GRUMER, R. R.; P. C. HOFFMAN; TUCK, M. L. and BORTRES, S. J. 1995.** Effect of prepartum and postpartum dietary energy on growth and lactation of primiparous cows J Dairy Sci 78 172
- GUTHRIE, F. 1989.** Alimentación de Vacas Lecheras Servicio de Extensión Cooperativo, Universidad de Georgia, GA, USA
- GROSSMAN, M. , S M Hartz and W J Koops 1999** Persistency of lactation Yield A Novel Approach J Dairy Sci 82 2192 - 2197
- HAFEZ, E.S.E. y DYER, I.A. 1972.** Desarrollo y Nutrición Animal Editorial Acribia España
- HAFEZ, E. S. E. 1973,** Adaptación de los Animales Domésticos Editorial Labor Argentina
- HAFEZ, E. S. E. 1980.** Reproduction in Farm Animals 4th Edition, Les & Febiger, Philadelphia, USA
- HARRIS, B. 1974** Alimentación Apropriadada en la Vaca Lechera en Lactación
- HEAD, H. H. 1986.** Advanced Physiology of Lactation Academic Program for a Master Degree in Dairy Science and Applied Physiology Dairy Science Department, University of Florida, Florida, USA
- HOLT, L. C.; W. D. WHITTIES, F. C. GUAZDEASKO and W. E. VINSEN. 1989.** Early postpartum Reproductive Profilaxis in Holstein cows with retained placenta and vaginal discharge J Dairy Sci 72 533 539
- HURLEY, W. And DOANER, 1989.** Recent development in the roles of vitamins and mineral in reproduction J Dairy Science 72 784-804
- HUTJENS, M, 2003.** Guía de Alimentación para el Ganado Lechero Edited by Hoard's Dairyman, WI, USA
- INRA, 1980.** Nutrición Animal
- KAUFMAN y SAELZER. 1979** Digestive Phyiobiology in Ruminants Acribia España
- KOLB, E. 1974.** Fisiología Veterinaria, Tomo I y II, Editorial Acribia, España
- LABORATORIOS ELANCO. 2003.** La Condición Corporal en el Ganado Lechero y su Importancia Nutricional y de Manejo

- LARSON, B. 1974.** Lactation A Comprehensive Treatise, Nutrition of Lactation on Dairy Cows
- LARSON, B. 1985.** Nutrition of Lactating Dairy Cows En Lactation, Edited by B Larson Ames, Iowa, USA
- LARSON, B. L. 1985.** Biosynthesis and cellular secretion of milk En Lactation, edited by Bruce Larson, The Iowa State University, Press Ames, Iowa, USA
- LEACH, M. C. and R. D. ALLRICH. 1991.** Reproduction of dairy cattle Postpartum disorders, Cooperative Extension Service, Perdue University, USA
- MAYNARD, L. A.,; LOOSLIE, J. K.; HINTS, H. y WARNER, R. 1981.** Nutrición Animal, Séptima Edición, Editorial McGraw Hill, México
- MENDEZ, N. 2001.** Enfermedades Reproductivas del Ganado Bovino en el Trópico En Salud Animal Avanzada, Programa de Maestría en Producción Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá
- MILLER, J. W. 1987.** Nutrición y Alimentación del Ganado lechero Editorial Acribia, España
- MILLER, J. W. 1989.** Nutrición y Alimentación del Ganado Lechero Editorial Acribia, España
- MOE, P. W. and W. P. FLATT. 1969.** Net Energy value of Feedstuffs for Lactation J Dairy Sci 52 928
- MOE, P. W. and TYRRELL, H. 1972.** The Net Energy Value of Feeds for Lactation J Dairy Sci 54 548
- MORRISON, F. 1974.** Compendio de Nutrición Animal Editorial UTEHA, México
- MORRISON, F. 1980.** Influencia de la Alimentación y el Balance Nutricional sobre el Crecimiento del Ganado Lechero En Tratado de Nutrición y Alimentación Animal, Editorial UTEHA, México
- MORROW, G. 1980.** Current Therapy on Thermogenology, 2^{da} Edition, SA, USA
- MURPHY, M. R. 1991.** Water Metabolism of Dairy Cattle J Dairy Sci 75 326
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1989.** Nutrient Requeriment of Dairy Cattle National Academic of Sciences, Washington, DC, USA
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2001.** Nutrient Requeriment of Dairy Cattle National Academic of Sciences, Washington, DC, WA, USA

- ORTEGA, C. 1974.** Producción de Pasturas en Panamá. Publicación del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá
- ORTEGA, C. 1979.** Bromatología y Potencial Nutricional de los Pastos Tropicales. Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá, Gualaca, Chiriquí, Panamá
- PHILLIPS, R. 2001.** Principales Enfermedades que Afectan la Salud de las Hembras Lecheras para el Reemplazo en Panamá. Conversación Personal Sobre Tópicos Relevantes de Salud Animal. Datos no Publicados
- QUIROZ, R. 1987.** Sistemas de Producción Lechera Doble propósito. Publicación del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá, Gualaca, Chiriquí, Panamá
- ROSENBERGER, G. 1979.** Clinical Examination of Cattle, Laboratories Hoechst, Verlag Paul Paroy, Germany
- RUILOBA, M. H. 2000.** Nutrición y Alimentación del Ganado Lechero en el Trópico. En Curso de Nutrición animal Avanzada, Programa de Maestría en Producción Animal, Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá
- RUILOBA, M. H. 2000.** Alimentación de la Vaca Lechera en Lactación y su Apropiaada Nutrición. En Curso de Nutrición Animal Avanzada, Programa de Maestría en Producción Animal, Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá
- SAMUDIO, A. 1999.** Minerales y Vitaminas. Curso de Nutrición Animal. Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá
- SAMUDIO, A. 2001.** Los Minerales en la Nutrición y Alimentación de Bovinos en Panamá. Citado en el Curso de Nutrición Animal Avanzada por Ruiloba, M. H., Programa de Maestría en Producción Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá
- SHEARER, J. K. 2002.** The Milk Progesterone Test and Its Application in Dairy Cattle. Cattle Reproduction Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Fl, USA
- SCHMIDT, G. H. y VAN BLECK, L. D. 1974.** Casos Científicos de la Producción de Leche. Editorial Acribia, España
- SORENSEN, A. M. 1982.** Reproducción Animal, Principios y Prácticas. McGraw Hill, México
- STEVENSON, J. S. 2001.** Reproductive Management of Dairy Cows in High Milk-Producing Herds. J Dairy Sci. 84:128-143

- THATCHER, W. W., STAPLER, C. R., VAN HORN H. and RISCO, C. A. 1999.** Reproductions and Energy Status Interrelationships that Influences Reproductive and Nutritional Management of the Postpartum Lactating Dairy Cows - Proceeding of the 1999 S W Nutritional Conference, Phoenix, february 27 28,9 USA
- THATCHER, W. W. and COLLIER, R. 1986.** Effect of Climate on Bovine Reproduction En Current Therapy In Thermogenology Edition 2 Philadelphia, PA, USA
- TUCKER, H. 1985.** Evidence and Neural Control of the Mammary Gland En Lactation, Edited by B Larson, Iowa State University, Press Ames, Iowa, USA
- VATTI, G. 1969.** Ginecología y Obstetricia Veterinaria, Editorial UTEHA, México
- VIGORTON COMPANY, 1982.** Effect of water content in the Diet over Dry matter consumption and water intake in the lactating Dairy Cows, Iowa, USA
- WARNICK, A. 1986.** Reproductive Activity in Dairy Cattle En Dairy Cows Reproductive Physiology of Farm Animals Dairy Sciences Department, University of Florida, FI, USA
- WILCOX, C. J., H. H. HEAD, J. V. HORN, D. WEB. 1978.** Genetic of dairy Cow and Production En Large Dairy Herd Management Edited by Wilcox, C J
- WILKINS, K y CASTLE, J. 1988.** Producción Lechera en las Praderas Editorial Acribia, España
- WOOD, P. D. 1967.** Algebraic Model of the Lactation Curve in cattle, Nature 218 894
- YOUSEF, M. 1985.** Environmental Physiology of Livestock London, Great Britain

ANEXOS

Anexo 1: Descripción de Abreviaturas, Siglas y Términos simplificados

ASNM	Altura sobre el nivel del mar
CAC	Consumo de Alimento Concentrado
CCa	Consumo de Calcio
CENL	Consumo de Energía Neta Lactacional
CMS	Consumo de Materia Seca
CP	Consumo de Fósforo
CPC	Consumo de Proteína Cruda
CPV	Consumo de Pasto Verde
EAPP	Edad al Primer Parto
IEP	Intervalo entre Partos
ITH _(GBL)	Índice Temperatura Humedad para el Ganado Bovino Tipo Leche
MAXPL	Máxima Producción de Leche
PAE	Período Abierto Efectivo
PAPP	Período Abierto Post Partum
PL305	Producción de Leche Acumulada y Ajustada a 305 días
PLCIERRE	Producción de Leche al Cierre Lactacional
PLINI	Producción de Leche Inicial
SPCA	Servicios por Concepción Antes del Primer Parto
SPCD	Servicios por Concepción Después del Primer Parto
TADM	Temperatura Ambiental Diurna Máxima