

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

**EFFECTO DEL MANEJO NUTRICIONAL EN EL PRIMER
INVIERNO SOBRE LA APARICIÓN DE LA PUBERTAD EN
TERNERAS DE RAZA CARNICERA
PRIMER AÑO DE EVALUACIÓN**

por

Juan Miguel STRAUMANN

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.

MONTEVIDEO

URUGUAY

2006

Tesis aprobada por:

Director: _____
Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

Fecha: _____

Autor: _____
Nombre completo y firma

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN.....	II
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>.....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>.....	4
2.1. PUBERTAD Y SU IMPACTO EN LOS	
SISTEMAS GANADEROS.....	4
2.2 . DEFINICIÓN DE PUBERTAD.....	5
2.3. FACTORES QUE AFECTAN LA PUBERTAD.....	6
2.4. MECANISMOS HORMONALES INVOLUCRADOS	
EN LA PUBERTAD.....	8
2.4.1. <u>Hipotálamo</u>.....	8
2.4.1.1 Desarrollo del hipotálamo y su función	
en la hembra.....	9
2.4.2 <u>Hipófisis</u>.....	9
2.4.2.1 Gonadotropinas hipofisarias.....	10
2.4.2.2 Hormonas del lóbulo posterior de la hipófisis.....	12
2.4.2.3 Hormonas esteroides gonadales.....	12
2.4.3 <u>Regulación de las secreciones</u>.....	13
2.4.3.1 ¿Cómo las neuronas hipotalámicas secretoras	
de GnRH logran la habilidad de secretar GnRH	
en alta frecuencia de pulsos?.....	14
2.4.3.2 Fisiología prenatal y neonatal.....	15
2.4.4 <u>Gónadas</u>.....	16

2.4.5 <u>Mecanismos neuroendócrinos que regulan la pubertad</u>	17
2.5 NUTRICIÓN Y PUBERTAD	18
2.5.1 Consecuencias del balance energético negativo en las funciones reproductivas	20
2.5.1.1 Influencia de la nutrición en la decisión de ovular	20
2.5.2 ¿ <u>Se requiere cierto grado de “gordura” para que la hembra logre la pubertad</u> ?	22
2.5.2.1 Consecuencias de un balance energético negativo en el sistema IGF	24
2.5.3 <u>Manejo invernal de las terneras</u>	25
2.6 PESO Y EDAD A PUBERTAD	28
2.6.1 Pubertad en vaquillonas cruza de distintos biotipos	33
2.7 INCIDENCIA DEL FOTOPERIODO EN LA PUBERTAD	36
2.8 OTROS FACTORES QUE IMPACTAN EN EL LOGRO DE LA PUBERTAD	38
2.8.1 <u>Medio ambiente y cuestiones sociales</u>	38
2.8.2 <u>Impacto de la suplementación mineral, tratamientos hormonales, ionóforos e ivermectinas en pubertad</u>	39
2.9 ESTUDIOS SOBRE PUBERTAD A NIVEL NACIONAL	41
2.9.1 <u>Crecimiento del forraje y tasas de ganancia animal registradas en la UEPP</u>	43
2.10 LA HISTORIA DE LA ENTRADA EN PUBERTAD NO ESTA COMPLETA	47

3. MATERIALES Y METODOS	49
3.1 MATERIAL EXPERIMENTAL	49
3.1.1 Ubicación espacial y temporal del experimento	49
3.1.2 Clima	49
3.1.2.1 Temperatura	49
3.1.2.2 Precipitaciones	49
3.1.2.3 Suelo	50
3.1.2.4 Potreros utilizados	51
3.1.2.5 Animales	51
3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL	52
3.3 MANEJO EXPERIMENTAL	53
3.3.1 Mediciones	54
3.3.1.1 Peso vivo	54
3.3.1.2 Sangrados	54
3.3.1.3 Pasturas	55
3.4 ANALISIS ESTADÍSTICO	57
4. RESULTADOS	58
4.1 PARAMETROS OBTENIDOS DE LA OFERTA FORRAJERA	58
4.1.1 Manejo Invernal	58
4.1.2 Manejo primavero-estival sobre campo mejorado	63
4.2 PARAMETROS DE EVOLUCION DE PESO Y PERFORMANCE REPRODUCTIVA	65

4.2.1 <u>Ganancia media diaria y evolución de peso de las terneras</u>	65
4.2.1.1 Manejo invernal	65
4.2.1.2 Manejo conjunto	67
4.2.2 <u>Resultados reproductivos</u>	70
5. <u>DISCUSIÓN</u>	
83	
6. <u>CONCLUSIONES</u>	94
7. <u>RESUMEN</u>	95
8. <u>SUMMARY</u>	
97	
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	99
10. <u>ANEXOS</u>	
114	

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro N°.	Página
II.1: Correlaciones entre características relacionadas con la pubertad.....	
30	
II.2: Edad a pubertad según tipo racial.....	
34	
II.3: Peso determinado de las vaquillonas para alcanzar la pubertad a los 14-15 meses de edad.....	
35	
II.4: Peso determinado de las vaquillonas para alcanzar la pubertad a los 14-15 meses.....	
35	
II.5: Ocurrencia del primer celo en vaquillonas consumiendo dos niveles de alimento según sus requerimientos nutricionales NRC 1984.....	
35	
II.6: Tasas de ganancias medias de terneras pos destete durante los meses de invierno y primavera.....	
42	

44	II.7: Tasas de crecimiento reportados para campo natural.....	
46	II.8: Tasas de ganancia animal según distintas bases forrajeras.....	
52	III.1: Peso y edad (media \pm error de la media) al comienzo del experimento para los tres tratamientos.....	
59	IV.1: Disponibilidad (kg/ha de MS) y altura promedio (cm) según fecha de muestreo para el potrero 6 (tratamiento T).....	
	IV.2: Calidad del forraje del campo natural ofrecido y rechazado.....	59
60	IV.3: Forraje disponible y rechazado (kg/ha de MS) y altura (cm) del potrero N° 4 (potrero asignado a los animales del tratamiento M).....	
	IV.4: Forraje disponible y rechazado (kg/ha de MS) y altura (cm) del potrero N° 5 (potrero asignado a los animales del tratamiento G).....	60
	IV.5: Calidad del forraje ofrecido y rechazado de los potreros 4 y 5.....	62
64	IV.6: Disponibilidad, rechazo y altura del forraje ofrecido durante el manejo conjunto.....	
	IV.7: Calidad del forraje ofrecido durante el manejo conjunto.....	64
	IV.8: Peso y edad, inicial y final y ganancia media (media \pm em) diaria para el manejo invernal.....	65

68	IV.9: Peso a fin de invierno, primavera y verano según tratamiento invernal (media \pm em).....	
	IV.10: Ganancia media diaria durante primavera, verano y primavera-verano según tratamiento invernal (media \pm em).....	69
	IV.11: Peso, edad en días y edad en meses (media \pm em), de las hembras que lograron la pubertad según manejo invernal.....	79
81	IV.12: Porcentaje de hembras que lograron la pubertad según tratamiento nutricional invernal.....	

Figura N°.

50	III.1: Total de precipitaciones mensuales durante el período Junio de 2002 a Febrero de 2003.....	
53	III.2: Cronograma de las principales actividades desarrolladas en el período experimental.....	
	IV.1: Composición porcentual del forraje ofrecido del potrero 4 y 5.....	61
	IV.2: Evolución de peso de las terneras durante el manejo invernal.....	66
	IV.3: Evolución de peso de las terneras durante el manejo conjunto.....	70
	IV.4: Perfiles de progesterona de las hembras del tratamiento T (campo natural).....	73
	IV.5: Perfiles de progesterona de las hembras del	

tratamiento M.....	75
IV.6: Perfiles de progesterona de las hembras del tratamiento G.....	78
IV.7: Días y peso promedio a pubertad según tratamiento invernal.....	80
IV.8: Concentración promedio de P4 de las hembras que lograron la pubertad según tratamiento invernal.....	81
IV.9: Ganancia media diaria invernal y porcentaje de animales con actividad luteal al final del trabajo experimental según tratamiento.....	82

1. INTRODUCCION

Los sistemas criadores del Uruguay presentan una baja eficiencia reproductiva de sus rodeos de cría. Este aspecto se expresa en un magro porcentaje de parición y destete el que no se ha modificado en las últimas dos décadas, estancándose en un 63% promedio (MGAP, 2000). Al alto número de vacas que se mantienen improductivas en el campo, se suma como síntoma de ineficiencia, el alto porcentaje de vaquillonas que no son entoradas, las que representan el 15% del stock de hembras (1.500.000 cabezas) que componen el rodeo nacional (5.544.711 animales).

Otro aspecto que aparece claramente identificado con la baja eficiencia productiva son los altos y bajos que se registran en las ganancias de peso, y por ende en el peso vivo de los animales, acompañando la curva de crecimiento de las pasturas naturales que representan el 71, 1% del uso del suelo uruguayo. La producción extensiva no ha mejorado este aspecto pese a registrarse un aumento en el área de mejoramientos de campo en cualquiera de sus tipos. Esos aumentos y descensos en el peso vivo de las hembras en pastoreo, no solo repercute en los ingresos que el productor percibe, sino que también condiciona el desempeño de sus hembras de reemplazo como futuras madres de su rodeo dada la mala recría (Hawk et al. 1954, Short y Bellows 1971, Lesmeister et al. 1973, Ferrell 1982, Bagley 1993, Rovira 1996, Hall et al. 1997). Cabe recordar que las vaquillonas que conciben temprano en su primer servicio no solo paren más temprano sino que mantienen esta ventaja de por vida (Leismeister et al. 1973, Wiltbank et al. 1985).

La pubertad en hembras, definida como el momento en que se manifiesta el primer celo o estro acompañado de la ovulación correspondiente (Rovira, 1996) es el resultado del desarrollo de una serie de eventos complejos que ocurren en el eje hipotálamo hipófisis ovario. De estos eventos, la retroalimentación (feedback) negativa

del estradiol sobre la liberación de la hormona luteinizante (LH) está claramente comprendido. Pese a esto existen diferentes hipótesis sobre como afectan este proceso las hormonas metabólicas y que rol tienen como mediadoras a nivel cerebral.

El peso y la edad a la pubertad están influenciados por el nivel nutricional que reciben las hembras luego del destete (Short y Bellows 1971, Pittaluga y Rovira, citados por Rovira 1996) y la raza (Wiltbank et al. 1969) como factores preponderantes. En un segundo plano de importancia se encuentra al fotoperíodo (Schillo et al. 1982), la bioestimulación (Oliveira et al. 2004, Senger 2004), los tratamientos hormonales (Madwick et al., 1996), la sanidad (Kunkle y Sand, 1993), el uso de ionóforos ¹ y la suplementación mineral (Grings, 1996).

A nivel nacional una de las primeras referencias sobre este tema es la manejada por Pittaluga y Rovira (1968) quienes encontraron que el peso a la pubertad en terneras Hereford sometidas a un alto plano nutricional post destete se alcanzaba con 260 kg de peso y 405 días de nacidas. Recientemente Quintans (2002) observó que solo el 47% de las vaquillonas con 14-15 meses de edad y 280 kg de peso presentaban cuerpo lúteo. A partir de estas observaciones se comenzó con una línea de investigación en la cual se enmarca esta tesis.

¹ SIMEONE, A. 2001. Curso Bovinos de Carne (com. personal)

Las hipótesis planteadas para este trabajo fueron: teniendo en cuenta que en las últimas décadas el ganado de carne de razas tradicionales ha incorporado genética americana y canadiense, es dable esperar que el peso adulto haya aumentado y por ende el peso a la pubertad (expresado como un determinado porcentaje del peso adulto) haya registrado también un aumento. Por otro lado, la distribución de las tasas de ganancias de peso vivo que registran las hembras durante su recría, podrían tener un efecto sobre el momento y el peso al logran la pubertad.

El objetivo en este trabajo consistió en evaluar tres tasas de ganancia diaria invernal diferentes, en terneras de raza carnífera bajo condiciones de pastoreo, sobre la manifestación de la pubertad.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 PUBERTAD Y SU IMPACTO EN LOS SISTEMAS GANADEROS

La pubertad en hembras bovinas, primer requisito fisiológico post nacimiento que estas deben lograr para comenzar su vida reproductiva, ha sido estudiada utilizando distintas razas, sus cruza, en diversas condiciones alimenticias como así también con la aplicación exógena de hormonas y principios activos. De estos trabajos, queda claramente demostrada la relevancia productiva que representa el momento en que las hembras bovinas de reemplazo logran la pubertad, su impacto en la economía y en los indicadores productivos de los sistemas de cría. (Hawk et al. 1954, Short y Bellows 1971, Lesmeister et al. 1973, Ferrell 1982, Bagley 1993, Rovira 1996, Hall et al. 1997). La edad a la cual las hembras logran la pubertad y la edad a la cual logran gestar y parir su primer ternero, es un factor que afecta su producción de por vida (Lesmeister et al. 1973, Wiltbank et al. 1985, de Mattos 2003). Según Lammoglia et al. (2000), trabajando con 246 vaquillonas F1 pre-púberes, el manejo de la edad a pubertad presenta su mayor impacto en los sistemas criadores cuando estamos manejando entores anticipados (2 años o menos) y de corta duración.

Considerando la pubertad de las hembras como una de las determinantes de la fecha en que las vaquillonas puedan lograr su primer concepción dentro del período de servicios, momento este determinante de su futuro desempeño y su potencial productivo como madres, las vaquillonas que logran concebir temprano en su primer período de servicio no solo parirán más temprano, sino que destetarán terneros más pesados que aquellas que concibieron más tarde, ventaja ésta que se mantiene de por vida frente a vaquillonas que concibieron tardamente en su primer servicio (Zimmerman et al. 1957, Short y Bellows 1971, Lesmeister et al. 1973, Spitzer et al. 1975, Chapman et al. 1978).

Una menor edad a la pubertad presenta un mayor retorno económico en la vida útil del vientre como lo demuestran los estudios de Nunez-Dominguez et al. (1994), asimismo, hembras ciclando más temprano son más eficientes en subsecuentes entores y su posterior vida productiva según los resultados de los estudios realizados por Rege y Famula (1993).

Gracias a los avances tecnológicos en la detección hormonal y compuestos neuroendócrinos se ha logrado determinar y caracterizar de que forma la hembra pre púber logra comenzar su vida reproductiva. Pese a estos avances muchas son las interrogantes que aún persisten.

2.2 DEFINICIÓN DE PUBERTAD

Rovira (1996), define la pubertad como el momento en que se manifiesta el primer celo o estro acompañado de la ovulación correspondiente, aunque son varias las definiciones respecto a este evento fisiológico como la realizada por Robinson (1977), que define la pubertad como el proceso por el cual los animales son capaces de reproducirse por sí mismos, o la manejada por Gordon (1996) como la primera ovulación seguida de ciclos estrales regulares. Moran (1988) en su revisión del tema agrega que la pubertad envuelve la transición de un ovario que se encuentra inactivo a uno donde las ovulaciones ocurren regularmente.

Moran et al. (1998) indica que la primera ovulación no es sinónimo de pubertad. Es así que Hafez (1985) define este evento fisiológico como el resultado gradual entre el aumento de la actividad gonadotrópica y la capacidad de las gónadas para efectuar simultáneamente esteroidogénesis y gametogénesis, conceptos también manejados por Fernández Abella (1993) el que define la pubertad como el inicio de la actividad

reproductiva, producto de un resultado gradual entre la actividad de las gónadas para producir gametas y esteroides, existiendo un adecuado perfil de gonadotropinas producidas por la hipófisis. Por lo tanto, la pubertad es el comienzo de la liberación de gametas, acompañado por la manifestación de unidades o secuencias de comportamiento sexual.

También puede considerarse que una vaquillona logró la pubertad, cuando al analizar su perfil de progesterona plasmática éste presenta dos registros consecutivos, a intervalos de 7 días, superiores a 1 ng/ml, según técnica de radioinmunoanálisis, de forma de no considerar ciclos estrales cortos (Vizcarra et al. 1991, Werth et al., citados por Luna-Pinto y Cronjé 2000). Hall et al. (1995) le agrega que no solo basta con que la vaquillona presente registros de progesterona plasmática en concentraciones superiores a 1ng/ml, sino que debe además, presentar estro acompañado de un cuerpo lúteo funcional.

2.3 FACTORES QUE AFECTAN LA PUBERTAD

Al pretender determinar la ocurrencia de este evento fisiológico debemos tener presentes que bajo condiciones de cielo abierto y pastoreo directo muchos son los factores, tanto propios del animal como del ambiente y sus interrelaciones los que desencadenan la pubertad.

El modelo genético básico indica que: $P = G + A$

P - fenotipo (expresión visible)

G - genotipo (propio del animal)

A - ambiente (manejo en pastoreo, clima)

El desarrollo sexual se ve afectado por factores ambientales: época de nacimiento, alimentación, temperatura y por las interacciones del genotipo con el ambiente (Dyrmundsson, Foster, citados por Fernández Abella, 1993).

En las hembras vacunas, muchos son los factores que pueden influir en la edad y peso al cual se inicia la pubertad. Entre otros, se destacan el plano nutricional (expresado en el peso al destete y manejo pos-destete) y la genética, variando el peso y la edad a la pubertad entre razas y líneas dentro de razas (Dziuk y Bellows 1983, Freetly y Cundiff 1997).

Los factores más relevantes sobre los cuales la bibliografía y los distintos autores hacen referencia en ser los que determinan y afectan el momento al cual una hembra bovina logra la pubertad son:

- Propios del animal: raza, edad, peso, tasa de ganancia
- Del ambiente: fotoperíodo, nutrición, cuestiones sociales
- Manejo: sanitario, tratamientos hormonales
- Las interrelaciones entre los factores anteriores

Por tanto, debemos considerar para lograr caracterizar la pubertad, la actividad neuroendocrina post nacimiento-pubertad y raza como factor propio del animal y los demás factores antes mencionados como del ambiente en el cual está inmersa e interactúa esa vaquillona y sus interrelaciones.

2.4 MECANISMOS HORMONALES INVOLUCRADOS EN LA PUBERTAD

2.4.1 Hipotálamo

Ocupa una porción muy pequeña del encéfalo, en la región del tercer ventrículo, el que se extiende desde el quiasma óptico hasta los cuerpos mamilares. Regula distintos procesos automáticos vitales como ser el apetito, la frecuencia cardíaca, la temperatura, el comportamiento sexual y la actividad neuroendocrina. Diversos centros hipotalámicos integran señales fisiológicas del cuerpo como los mensajes del sistema nervioso central (SNC), estado metabólico, actividad funcional de glándulas blanco y ambiente interno. Esta estructura reacciona liberando hormonas liberadoras específicas, actuando de esta manera como centro de procesamiento e integración de la información recibida y la traduce en una señal neurohormonal que provocan respuestas fisiológicas (Hafez, 1996).

Entre las principales hormonas liberadas por el hipotálamo y que regulan la reproducción se incluyen la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), hormona adenocorticotrópica (ACTH) y el factor inhibidor de prolactina (PIF).

El modo de acción del hipotálamo se realiza mediante neuronas hipotalámicas específicas que sintetizan hormonas peptídicas, que controlan la liberación y síntesis de hormonas del lóbulo anterior de la hipófisis. Su función en la reproducción incluye tanto el efecto desencadenante de hormonas esteroides sobre el comportamiento sexual, como también el control simultaneo de la secreción de gonadotropinas hipofisarias (Hafez, 1996).

2.4.1.1 Desarrollo del hipotálamo y su función en la hembra

El feto hembra no secreta testosterona al igual que el macho por lo que desarrolla el centro cíclico (GnRH) en el hipotálamo. Los ovarios del feto producen estradiol pero éste no tiene la habilidad de cruzar la barrera cerebral y lograr llegar al hipotálamo. Una proteína denominada alfa-feto proteína (α -FP), glicoproteína sintetizada por el saco embrionario y luego por el hígado del feto, se liga al estradiol y no permite su ingreso al cerebro e hipotálamo. Es así que el centro cíclico se desarrolla en la hembra. En el macho la testosterona ingresa al cerebro, ya que no se liga a la α -FP, y dentro del cerebro, una aromatasas lo transforma en estradiol y este en el hipotálamo no permite el desarrollo del centro cíclico (Senger, 2004).

La aparición de la pubertad está asociada a cambios en la actividad del generador de pulsos (GnRH) a nivel hipotalámico que tiene como consecuencia un aumento en la frecuencia y amplitud de liberación de gonadotropinas (LH), causando finalmente estro y ovulación.

La actividad del generador de pulsos hipotalámicos y por lo tanto la edad a pubertad puede verse afectada por el genotipo, estación del año, nutrición y aspectos sociales, o prácticas como utilización de aditivos alimentarios, estimulantes del crecimiento o la aplicación de tratamientos hormonales (Senger, 2004).

2.4.2 Hipófisis

Localizada en la silla turca, depresión ósea de la base del encéfalo, esta glándula se divide en dos partes anatómicas bien delimitadas que son el lóbulo anterior (hipófisis anterior o adenohipófisis) y el lóbulo posterior.

El lóbulo anterior de la hipófisis presenta cinco tipos celulares distintos, las que secretan las hormonas de esta región hipofisaria:

1. células somatotrópicas que secretan somatotropina u hormona del crecimiento.
2. células corticotrópicas las que secretan corticotropina u hormona adrenocorticotrópica (ACTH).
3. células mamotrópicas que secretan prolactina.
4. células tirotrópicas que secretan tirotropina u hormona estimulante del tiroides (TSH).
5. células gonadotrópicas que secretan hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH).

La liberación de hormonas hipofisarias en el suero sanguíneo es cíclica, no liberándose FSH y LH a ritmo constante sino en una secuencia de pequeñas dosis.

2.4.2.1 Gonadotropinas hipofisarias

Cuatro importantes hormonas gonadotrópicas son secretadas por el lóbulo anterior de la hipófisis: FSH, LH, prolactina y hormona estimulante del tiroides (STH).

1. Hormona folículo estimulante (FSH): estimula el crecimiento y maduración del folículo ovárico. Por si misma no causa la secreción de estrógeno a partir del ovario, pero en presencia de LH estimula su producción.
2. Hormona luteinizante LH: es una glucoproteína que en concentraciones tónicas o basales actúan conjuntamente con las de FSH para inducir la secreción de estrógeno a partir del gran folículo ovárico. La oleada pre ovulatoria de dicha hormona causa la rotura de la pared folicular y por consiguiente la ovulación

(Hafez, 1996), para luego estimular el desarrollo del cuerpo lúteo y la secreción de progesterona.

3. Prolactina: presenta propiedades luteotrópicas (mantenimiento del cuerpo amarillo), favorece el crecimiento folicular y actúa sobre el sistema nervioso central induciendo el comportamiento materno (Hafez, 1996).
4. Hormona del crecimiento: estimula las células somáticas, elevando el ritmo de síntesis proteica, incrementa la movilización de ácidos grasos a partir de grasa y su uso para la obtención de energía y reduce la velocidad de captación de glucosa en todo el cuerpo (Hafez, 1996).

La LH y la FSH son liberadas de manera tónica o basal y sus concentraciones tónicas son controladas por retroalimentación negativa a partir de las gónadas. Las oleadas de LH y FSH también inducen las fases finales de la maduración del oocito, previo a la ovulación y hasta la metafase II.

Previo a la ovulación se produce una liberación secundaria de ambas hormonas denominada oleada o pico pre ovulatorio de LH y FSH. El pico pre ovulatorio de LH es provocado por un incremento en la concentración de estrógeno, el que presenta un efecto positivo sobre el hipotálamo al inducir la liberación de la hormona liberadora de LH (GnRH), provocando así la oleada preovulatoria de LH y FSH (Hafez, 1996).

La LH y FSH se sintetizan de forma continua y se almacenan en la adenohipófisis, dependiendo los niveles presentes en plasma de la cantidad liberada por la glándula. Se manejan tres niveles de hormona en sangre: 1) nivel basal, el que es bajo y relativamente constante, 2) pulsatilidad, concentración aguda e incrementada que en general dura menos de una hora y 3) pico, gran incremento de una determinada hormona el que supera los niveles basales y se presenta por más de una hora (Mc Donald, 1995).

2.4.2.2 Hormonas del lóbulo posterior de la hipófisis

Son péptidos formados en el cuerpo de las células nerviosas contenidas en los núcleos hipotalámicos, son transportadas por los axones hacia posiciones terminales en la neurohipófisis (hipófisis posterior) para su almacenamiento. Las hormonas de la hipófisis posterior son la hormona antidiurética (ADH) y la oxitocina (Hafez, 1996).

2.4.2.3 Hormonas esteroides gonadales

La actividad secretoria de hormonas esteroideas por parte de las gónadas, está bajo el control endócrino del lóbulo anterior de la hipófisis (Hafez, 1996).

Estrógenos: el estradiol es el principal estrógeno biológicamente activo producido por el ovario. Actúan en el SNC para inducir el estro conductual de la hembra (Hafez, 1996).

Progestágenos: la progesterona es secretada por las células luteínicas del cuerpo amarillo, por la placenta y por la glándula suprarrenal. Prepara al endometrio para la implantación del embrión y mantenimiento de la preñez. Las altas concentraciones de progesterona inhiben el estro y la oleada pre ovulatoria de LH (Hafez, 1996).

Andrógenos: la inhibína es producida en las células de la granulosa de la hembra, inhibe la liberación de FSH por la hipófisis sin alterar la liberación de LH, y participa en la liberación diferencial de LH y FSH por la hipófisis (Hafez, 1996).

2.4.3 Regulación de las secreciones

La secreción hormonal está bajo control preciso de origen humoral y nervioso. La síntesis hormonal podemos considerarla como continua; según las necesidades del organismo, la glándula sintetiza a una tasa diferente, produciendo un ritmo de secreción mayor o menor por vía nerviosa o humoral (Fernández Abella, 1993).

Los principales centros reguladores del equilibrio endocrino son: el hipotálamo, la hipófisis y el sistema vegetativo. El primero relacionado estrechamente con los otros dos. De esta forma se generan mecanismos de retroalimentación o feedback negativos o positivos que controlan la función de cada glándula (Fernández Abella, 1993).

La retroalimentación positiva es aquella donde al incrementar la liberación de una hormona se aumenta la concentración de otra hormona. La retroalimentación negativa se da cuando el incremento de una hormona lleva a la disminución de la concentración de otra (Fernández Abella, 1993).

Los mecanismos de retroalimentación se clasifican en largos, cortos y ultracortos. El sistema de retrocontrol largo es el que vincula las hormonas hipofisarias con sus órganos efectores. Este es el caso del estradiol y la LH: cuando aumenta la concentración de estradiol esta estimula la secreción de LH (Fernández Abella, 1993). El sistema de retroalimentación corto es el resultante de la acción de la hormona hipofisaria sobre el sistema de su hormona hipofisótropa específica (factor de liberación) a nivel central. El sistema de feedback ultracorto es aquel por el cual una hormona hipotalámica afecta su propia liberación a nivel del hipotálamo, regulando la cantidad de receptores (Caraty et al., citados por Fernández Abella, 1993).

2.4.3.1 ¿Cómo las neuronas hipotalámicas secretoras de GnRH logran la habilidad de secretar GnRH en alta frecuencia de pulsos?

El logro de la pubertad no está limitado por el potencial de las gónadas ni por el lóbulo anterior. La incapacidad del hipotálamo para producir suficientes cantidades de GnRH que provoquen la liberación de gonadotropinas sería la mayor limitante en lograr la pubertad (Monget y Martín 1997, Senger 2004). Antes de que ocurra la primer ovulación, se debe haber alcanzado un desarrollo total de la actividad neural (Senger, 2004).

La hembra pre púber requiere estradiol para estimular el centro cíclico, el que es capaz de funcionar a muy temprana edad cuando éste es estimulado. Sin embargo bajo condiciones normales este se presenta “relativamente dormido” previo a la pubertad. En la hembra pre púber el centro cíclico es completamente sensible al feedback positivo al estradiol, pero este no secreta cantidades de GnRH suficientes como para que se de la ovulación ya que el ovario no produce elevados niveles de estradiol (Senger, 2004).

La frecuencia de pulsos de GnRH en hembras pre púberes es mucho más baja que en hembras que ya han logrado la pubertad. Esa baja frecuencia y amplitud en los pulsos de GnRH es un estímulo insuficiente para que el lóbulo anterior de la pituitaria segregue FSH y LH en altos niveles. A bajos niveles de estrógenos, el centro tónico presenta una alta sensibilidad al feedback negativo por lo que no produce elevados niveles de GnRH y por lo tanto los niveles de gonadotropinas permanecen bajos (Senger, 2004).

Durante la transición a pubertad, la sensibilidad del centro tónico al feedback negativo del estradiol disminuye y consecuentemente más y más cantidad de GnRH es producida lo que estimula al ovario a producir y liberar más estrógenos. Cuando los niveles de estrógeno logran un umbral mínimo para activar las neuronas del centro

cíclico, estas causan una descarga masiva de GnRH desde el centro cíclico (Feedback positivo). Allí sí se produce la ovulación y la pubertad ocurre (Senger, 2004).

La disminución en la sensibilidad al feedback negativo por parte del centro tónico decrece frente a pocas y frecuentes cantidades de estradiol que estimulan la secreción de GnRH para luego secretar FSH y LH. Esas gonadotropinas estimulan más folículos y así más estradiol es producido para que finalmente el centro cíclico logre liberar una ola pre ovulatoria de GnRH (Senger, 2004).

La secreción de GnRH por parte de las neuronas del centro cíclico y centro tónico es controlado por el feedback positivo y negativo. La pubertad se inicia cuando las neuronas secretoras de GnRH responden por completo al feedback positivo (Senger, 2004).

2.4.3.2 Fisiología prenatal y neonatal

La secreción de gonadotropinas FSH, LH y su factor liberador hipotalámico, GnRH, siempre comienza durante la vida fetal. En bovinos la secreción gonadotrópica se inicia en una fase temprana, poco después de la diferenciación sexual (primer a segundo mes de preñez).

En bovinos esta secreción se reduce o suprime temporalmente dos meses antes del nacimiento, relacionado seguramente con la maduración del sistema nervioso central (SNC). Esta supresión ocurre cuando estructuras superiores del encéfalo toman el control de la actividad hipotalámica. Hasta el inicio de la pubertad, las concentraciones, frecuencia y amplitud de gonadotropinas permanecerán bajas (Monget y Martin 1997, Senger 2004). La duración de este período denominado de “infancia” es muy variable entre especies teniendo una duración en bovinos de tres meses.

Durante la vida prenatal y neonatal, gametogénesis y esteroidogénesis parecen independientes, mientras que al inicio de la pubertad se relacionan estrechamente.

Al inicio de la pubertad aumentan las concentraciones circulantes de gonadotropinas (LH, FSH), debido al aumento tanto de la amplitud como de la frecuencia de los pulsos periódicos de tales sustancias. Esto se debe a los esteroides sexuales y posiblemente, a un aumento en la reactividad del factor liberador hipotalámico GnRH, secretado por el hipotálamo para regular las gonadotropinas.

2.4.4 Gónadas

Los ovarios de las vaquillonas pre-púberes muestran evidencia de actividad folicular mucho antes de lograda la pubertad y del establecimiento de ciclos estrales normales (Hopper et al., citados por Gordon 1996, Monget y Martín 1997).

Al inicio de la diferenciación ovárica están presentes cordones sexuales formados por células somáticas y germinales. En el ovario las células germinales se dividen activamente, los cordones sexuales se desvanecen y por último cada oocito es rodeado por unas pocas células somáticas para formar el folículo primordial. Al final de la oogénesis, el ovario contiene millones de folículos primordiales dentro de un almacén de tejido intersticial, y está revestido de epitelio ovárico.

Oogonios y oocitos se forman durante la primer mitad de la vida fetal de los bovinos. A medida que los oogonios desaparecen por completo, los oocitos formados durante el período fetal y neonatal pasan a ser la única fuente disponible de oocitos durante toda la vida sexual de la hembra. Tan pronto como se constituye la reserva de folículos primordiales, esta comienza a disminuir rápidamente por atresia. Un feto vacuno que tiene 2:700.000 oocitos al día 110 de gestación, tendrá solo 70.000 al nacer (Hafez, 1996). Desde el final del período de la oogénesis y de manera continua, algunos

folículos primordiales comienzan a crecer, pero a pubertad todos han desaparecido por atresia folicular.

2.4.5 Mecanismos neuroendócrinos que regulan la pubertad

El inicio de la pubertad es regulado por la madurez del eje adenohipofisario hipotalámico más que por la incapacidad de la hipófisis de producir gonadotropinas o por la insensibilidad ovárica a sus efectos. Con el acercamiento de la pubertad, la frecuencia en los picos de hormona luteinizante (LH) aumenta, seguida de un aumento transitorio en la oleada preovulatoria de la misma, que se relaciona con la conducta de estro durante el período puberal (Hafez, 1996).

El requisito fundamental para lograr la pubertad, consiste en una secreción en frecuencia y cantidad de GnRH desde el lóbulo anterior para estimular la liberación de gonadotropinas. Las gonadotropinas promoverán la gametogénesis, esteroidogénesis y el desarrollo de tejidos reproductivos en la hembra. El número de neuronas que segregan GnRH, su morfología y su distribución en el hipotálamo están bien establecidas antes de alcanzar la pubertad (Malven, 1993). Sin embargo el grado de su funcionamiento se incrementa al comienzo de la pubertad (Senger, 2004).

La entrada en pubertad depende entonces de la habilidad de neuronas específicas del hipotálamo de producir GnRH en suficientes cantidades para promover y sostener la gametogénesis. En las hembras, las neuronas hipotalámicas encargadas de la producción de GnRH deben desarrollar la habilidad de respuesta al feedback positivo al estradiol, para luego producir suficientes cantidades de GnRH e inducir la ovulación. El desarrollo de estas neuronas hipotalámicas, está influenciado por: 1) logro de un umbral de tamaño corporal del animal, 2) la exposición a una variedad de señales del medio ambiente y cuestiones sociales y 3) la genética del animal (Senger, 2004). Hormonas, nutrición y

genotipo juegan entonces un papel importante en lograr la pubertad (Patterson et al. 1992, Bellows y Hall 1996).

2.5 NUTRICIÓN Y PUBERTAD

Los resultados obtenidos en distintos experimentos demuestran que variaciones en cantidad de dieta ingerida afectan la edad a la cual las vaquillonas logran entrar en pubertad (Eckles, Joubert, Hansson, Crichton, Aitken y Boyne, Wiltbank et al., Wiltbank, Kasson e Ingalls, citados por Short y Bellows, 1971).

Una adecuada nutrición de las vaquillonas es un factor de suma importancia para su desarrollo, y una variedad de nutrientes están involucrados para lograr un adecuado crecimiento y madurez reproductiva (Patterson et al., citados por Grings et al., 1996).

La influencia de la alimentación sobre la reproducción se inicia al comienzo de la vida de los animales, ya que el plano nutricional de los animales jóvenes puede afectar la edad en que las hembras logren la pubertad dado que ésta está notablemente afectada por el nivel nutritivo durante la crianza. En términos generales, cuanto más rápido es el crecimiento de los animales, antes alcanzan la madurez sexual (McDonald, 1999).

Para ganado vacuno de aptitud carnicera, la edad a la pubertad, la fecha y el índice de concepción al primer servicio son determinados por la alimentación y el manejo de las vaquillonas durante el período de invierno inmediatamente después del destete (Gordon, 1996).

Una óptima tasa reproductiva y la productividad durante toda la vida de la vaca está estrechamente vinculada a los programas de nutrición durante el crecimiento, para

lograr un óptimo desarrollo estructural y que su función reproductora sea la adecuada para las hembras de reemplazo (Field, s.f.).

La baja ingestión de alimentos que provoquen un enlentecimiento de crecimiento, retrasa la pubertad en semanas para terneras, mientras que un alto grado nutricional y rápido crecimiento aceleran su inicio. La edad media a pubertad en grupos de terneras de razas carniceras que reciben una nutrición adecuada fluctúa entre los 11 y 15 meses. Si se les proporciona una nutrición adecuada, el estro tendrá su recurrencia regular después del estro puberal. El ganado de carne debe recibir una nutrición adecuada durante su recría, a fin de que las vaquillonas alcancen la pubertad y el máximo crecimiento pélvico a temprana edad (Hafez, 1996).

En una revisión realizada por Benoit et al. (1995) estudiando como afecta la nutrición en las funciones ováricas, el autor concluye que restricciones alimenticias retardan la llegada de las vaquillonas a la pubertad, al igual que Yelich (1996), dado un aumento en los niveles de hormona del crecimiento, provocando una caída en los niveles del factor insulínico y cambios en la proporción relativa de las proteínas del factor insulínico.

Para Levasseur y Thibault, citados por Olleta (1993), la pubertad se alcanzaría a determinado “peso crítico”, constante para cada raza, siendo el nivel alimenticio durante la recría quien determine la edad a la que se alcanzará dicho peso crítico y la pubertad.

2.5.1 Consecuencias del balance energético negativo en las funciones reproductivas

El desarrollo folicular y la ovulación no tienen por sí mismos un costo energético elevado, pero estos se desarrollarán siempre y cuando las hembras hayan logrado un adecuado crecimiento, y presenten suficientes reservas corporales, por lo que su reproducción estará condicionada por cambios en la nutrición, peso corporal y composición corporal, consistente con la hipótesis que maneja Lindsay et al. (1993), donde el status metabólico y el balance energético son el eslabón entre nutrición y reproducción.

La respuesta reproductiva a balances energéticos que decrecen repercute en vaquillonas no logrando estas entrar en pubertad. Rovira (1996), concluye que las terneras cuyo crecimiento se ve retardado por un nivel nutritivo inadecuado demoran más en alcanzar la pubertad que aquellas bien criadas, y que a medida que se mejora el nivel nutritivo disminuye la edad y aumenta el peso en que se manifiesta la pubertad.

Por su parte Vizcarra y Wetteman (1993) encontraron que terneras que habían alcanzado la pubertad a los 293 kg de peso vivo, cayeron en un anestro nutricional cuando perdieron sólo el 4.3% de su peso vivo y tuvieron que aumentar el 12% de dicho peso para reiniciar la actividad ovárica.

2.5.1.1 Influencia de la nutrición en la decisión de ovular

Justo antes de que se inicie la pubertad todos los componentes del eje Hipotálamo-Hipófisis-Ovario se encuentran listos para que el ciclo estral se desarrolle. En todas las especies el incremento que se registra en la frecuencia de pulsos de GnRH/LH y el desarrollo del folículo dominante en el ovario es retrasado si esa hembra se encuentra sub alimentada.

Foster et al. (1994), determinaron que el crecimiento retardado en ovejas provoca una baja frecuencia en los pulsos de LH y retrasa la entrada en pubertad de las mismas. No se vio alterada la cantidad de GnRH hipotalámica aunque si se registró una fuerte inhibición en su secreción desde la eminencia media (parte superior de la hipófisis) (Ebling et al., citados por Monget y Martín, 1997), probablemente por un alargamiento en el feedback negativo del estradiol (Kinder et al., citados por Monget y Martín, 1997). El descenso en la síntesis y concentración en sangre de LH y FSH, se revirtió luego de alimentar ad libitum a los animales por un lapso de 14 días (Landerfeld et al., citados por Monget y Martín, 1997).

Kinder et al. (1987) observó que la frecuencia y amplitud en los pulsos de LH disminuían en vaquillonas que fueron sub alimentadas 120 días antes de que estas entraran en pubertad.

Bergfeld et al. (1994) estudiando el impacto de la energía de la dieta sobre el desarrollo de folículos ováricos dominantes en hembras pre púberes, encontró que las hembras alimentadas con mayor cantidad de energía mostraban folículos dominantes más grandes que aquellas que recibían menor cantidad de energía. Si bien el tamaño del folículo ovulatorio fue de tamaño similar aquellas que recibieron un plano energético inferior vieron retrasada esa ovulación en 63 días.

Restricciones crónicas de alimento en vaquillonas provocan un balance energético negativo causando una caída lineal en el diámetro máximo de los folículos dominantes y en su tasa de crecimiento (Campanile et al. 1999, Mackey et al. 1999) incluyendo su atresia, además de provocar que las hembras caigan en un anestro nutricional, suprimiendo la frecuencia de pulsos de LH y por tanto retrasando la entrada a pubertad y posteriores tasas de concepción (Mackey et al., 1999).

Un balance energético negativo causa en el ganado la reducción de los niveles de IGF-I en sangre y en el fluido folicular, lo que se vuelve crítico para el desarrollo de los folículos ya que la función de los receptores de gonadotropinas ováricas dependen del IGF-I según explica Neglia et al. (2004).

Las alteraciones reproductivas causadas por una manipulación nutricional, están más cercanamente ligadas al status metabólico del animal que al peso vivo y más lejanamente al uso de índices de composición corporal.

2.5.2 ¿Se requiere cierto grado de “gordura” para que la hembra logre la pubertad?

La reproducción es una función de lujo. Los excesos de energía son almacenados en depósitos grasos (tejido adiposo) que luego serán utilizados para cumplir con funciones no vitales como es la reproducción. Frisch, citado por García et al. (2002) propone que es necesario un porcentaje crítico de grasa corporal para que se desencadenen los procesos de maduración sexual. Pese a las disecciones de carcasas y estudios realizados, la cantidad de reserva grasa para que un animal logre la pubertad no está determinada Senger (2004). El solo hecho de que una hembra presente una buena cantidad de grasa no la induce a entrar en pubertad Senger (2004). El desarrollo corporal (madurez) y la cantidad de grasa corporal son importantes factores que regulan la edad a la que se logre la pubertad. Pese a esto Yelich et al., citados por Gordon (1996); determina que el porcentaje de grasa corporal no es el único regulador de la pubertad y que la edad puede ser un importante modulador de la aparición de la misma. Cabe entonces preguntarse cuál es entonces el status metabólico que desencadena la pubertad y que factores metabólicos afectan el funcionamiento de las neuronas secretoras de GnRH y cuales de esos factores son reconocidos.

Existen evidencias que indican que las altas frecuencias en los pulsos de GnRH están bajo la influencia de la glucosa y de los niveles de ácidos grasos libres en sangre Senger (2004). Se sugiere fuertemente que las neuronas hipotalámicas que secretan GnRH, en la zona presináptica, son sensible a concentraciones de glucosa en sangre Senger (2004).

Los adipositos producen leptina la que se vierte a la sangre y esta puede estimular los neuropéptidos Y o directamente estimular las neuronas secretoras de GnRH. La leptina en sangre refleja el status nutricional de un animal ya que cuanto mayor es el aumento de grasa, mayor es el aumento de leptina.

Los receptores de leptina fueron encontrados en el hígado, riñón, corazón músculos esqueléticos y páncreas. También hay receptores presentes en el lóbulo anterior de la pituitaria y en hipotálamo. Se ha despertado singular interés en que la leptina pueda jugar un importante rol interviniendo en la llegada a pubertad en los mamíferos ya que puede ser una importante señal que notifique a las neuronas secretoras de GnRH que el status nutricional es adecuado porque se logró el umbral de gordura. El mecanismo exacto por el cual las señales metabólicas son detectadas y convertidas en actividad neural en el hipotálamo no está descripta aún y sí se estima que son tres los tipos de zonas presináptica de las neuronas que estimularían a las neuronas secretoras de GnRH. Esas son: 1) las neuronas sensibles a la leptina, 2) las neuronas sensibles a la glucosa y 3) las neuronas sensibles a los ácidos grasos.

Se ha determinado que la concentración sérica de leptina y su secreción aumenta a medida que la pubertad se aproxima en vaquillonas García et al. (2002). Se ha detectado también que perdidas de peso reducen la síntesis y secreción de la leptina y la frecuencia de pulsos de LH. Amstalden et al., citados por García et al. (2002) quien encontró que la leptina circulante está correlacionada positivamente con el peso corporal,

colesterol e insulina, pero negativamente con GH en suero e IGF-I. La concentración de GH y IGF-I decayó antes de la entrada en pubertad (García et al., 2002).

2.5.2.1 Consecuencias de un balance energético negativo en el sistema IGF

La capacidad reproductiva de las hembras no será óptima entonces sin una adecuada nutrición. Los elementos del sistema IGF son alterados por el status nutricional, y estos participan en muchas de las etapas de los procesos reproductivos. La secreción de insulina es regulada por la disponibilidad de glucosa, y su concentración circulante fluctúa durante el día y la dieta consumida. En contraste, las concentraciones durante el día de IGF no varían y si lo hace es muy pequeña, en animales en condiciones nutricionales optimas. Animales sub nutridos reducen los niveles de insulina en sangre, IGF-I y II, pero aumentan los niveles de hormona de crecimiento (GH) (Thissen et al., citados por Monget y Martín, 1997). Estas respuestas primeramente provocan cambios en la expresión de los respectivos genes, como mecanismo de adaptación, favoreciendo la lipólisis e incrementando la disponibilidad de ácidos grasos (Monget y Martin, 1997).

Restricciones en la dieta también afecta la circulación de IGFBP's, incrementando la concentración de IGFBP-1 y IGFBP-2, provocando también una baja en la concentración de IGFBP-3. La sub nutrición está acompañada por una resistencia periférica a la acción de la insulina y IGF-I (Thissen et al., citados por Monget y Martin, 1997), caracterizándose la sub nutrición por un decrecimiento en el anabolismo y por un aumento del catabolismo a nivel de tejidos.

Durante el período peripuberal, se registran incrementos en las concentraciones circulantes de esteroides sexuales, GH, IGF-1 e insulina pero decrecen los niveles de IGFBP-1 y hormonas sexuales ligadas a globulina (Nobles y Dewailly, Renaville et al., citados por Monget y Martín, 1997). Estos cambios hormonales son probablemente responsables del crecimiento puberal y quizás de la maduración del eje gonadal.

El sistema IGF se compone de IGF-I, IGF-II, sus receptores y las proteínas a las cuales se ligan. Los distintos tratamientos nutricionales alteran la expresión genética en los tejidos de origen, modificando la concentración circulante. Los distintos tratamientos nutricionales tienen respuestas que están correlacionadas algunas positivas y otras negativamente con la función reproductiva. Muchos miembros del sistema IGF están siempre presentes y se expresan en tejidos del cerebro, la pituitaria y el ovario levantando la posibilidad de que algunas de las respuestas reproductivas no estén mediadas por la clásica acción endocrina de productos del páncreas o hígado, pero sí por efectos autócrinos y parácrinos causados por la familia de los IGF, tal vez en todos los niveles del eje hipotálamo-hipófisis-ovario (Monget y Martin, 1997).

El rol que juega el sistema IGF en el proceso de emisión de señales al hipotálamo para que este secreta GnRH y así la hipófisis libere gonadotropinas no está claro, pero parecen estar incluidos efectos autócrinos y parácrinos intracerebrales, debido a cambios en los receptores o la expresión peptídica), como así también efectos endocrinos a nivel cerebral (debido a cambios en los niveles séricos de insulina o IGF's). A nivel gonadal el sistema IGF tiene un rol secundario ya que a nivel de desarrollo folicular y ovulación, son los folículos y las señales gonadotrópicas las que lo dirigen (Monget y Martin, 1997).

2.5.3 Manejo Invernal de las terneras

El primer mes luego del destete en las terneras es crítico, para lograr un desarrollo corporal y del tracto reproductivo adecuados previo a la época de entore, por lo que estas deben comenzar a consumir alimentos que les permitan lograr ganancias de peso (Kunkle y Sand, citados por Quintans, 2002).

La alimentación invernal presenta una marcada influencia en la edad en que las hembras logran la pubertad. Si los niveles de alimento se incrementan, la edad a pubertad disminuye (Short y Bellows, 1971). Aquellas vaquillonas manejadas con

ganancias invernales medias y bajas, cuando se mejoró su oferta forrajera, lograron ganancias diarias superiores que aquellas que registraron elevadas ganancias durante el invierno. Sin embargo la edad a pubertad en los dos primeros grupos se retrasó, datos también encontrados por Eckles, Jubert, Hansson, Crichton et al., Reid, Bellows et al., Wiltbank et al., citados por Short y Bellows, 1971.

Warnick et al. (2004) trabajando con 2000 vaquillonas de sobre año y distintas cantidades y tipos de suplemento de forma tal de lograr distintas ganancias diarias invernales, encontraron que cuanto mayor era la ganancia diaria invernal, mayor era la tasa de concepción cuando se las sirvió por primera vez.

White et al. (2001) trabajando con vaquillonas Angus X Hereford, las distribuyó en dos tratamientos que fueron: **a)** 1,2 de los requerimientos de mantenimiento de proteína y energía y **b)** 0,4 de los requerimientos de mantenimiento de proteína y energía. Luego se les inyectó prostaglandina $f2\alpha$. El 7% de las vaquillonas que recibieron una dieta del 0,4 de mantenimiento no ovularon mientras que en el otro grupo ovularon todas. El grupo **b** presentó menor concentración de tiroxina y mayor concentración ácidos grasos no esterificados que el grupo de 1,2 de mantenimiento. La restricción nutricional disminuyó la concentración del factor de crecimiento insulínico IGF-1. El autor concluye que la restricción nutricional puede alterar la concentración en plasma de ácidos grasos no esterificados, tiroxina y factor insulínico de crecimiento e induce la anovulación de vaquillonas de carne. Frecuentes restricciones nutricionales causan la no ovulación y alteran las funciones endocrinas en vaquillonas de carne.

Hembras que consumen una dieta de tal forma que pierdan un 1% de su peso corporal por semana cesan la ovulación después de 26 semanas de comenzada la restricción (Richards et al., citados por Bossis, 1999) y luego de 32 semanas según Bossis et al. (1999).

Restricciones nutricionales severas aumenta la concentración de ácidos grasos no esterificados (NEFA). Severas restricciones alimentaciones también induce la no ovulación en hembras. Los IGF-1 y NEFA sean tal vez señales metabólicas que regulen la reproducción.

Bajos planos nutricionales retardan la entrada en pubertad ya que se reduce la frecuencia de pulsos de LH y el estradiol no se presenta capaz de revertir el feedback negativo Kinder et al. (1987). La concentración media de LH fue menor en vaquillonas pre púberes consumiendo dietas restringidas en energía que aquellas que consumieron dietas con altos contenidos de la misma durante los 120 días previos a la entrada en pubertad y en hembras sub alimentadas, se suprimió la frecuencia y amplitud de pulsos de LH (Day et al., 1986).

En una serie de experimentos en hembras pre púberes, incrementos en la concentración de ácido propiónico (ácidos grasos volátiles) resulta en un incremento de la liberación de LH desde la pituitaria después de administrar GnRH (Randel y Rhodes 1980, Rutter et al. 1983). Un incremento en propiónico resulta en un incremento en la cantidad de LH liberada durante el pico pre ovulatorio de secreción gonadotrópica después de la administración de estradiol en vaquillonas pre ovulatorias.

Vaquillonas que consuman dietas que aumenten la fermentación propiónica a acetato en el rumen mejora la respuesta ovárica dado un aumento de peso del ovario, cuerpo lúteo y mayor desarrollo folicular después de administrarles FSH y gonadotropina coriónica humana (Bushmich et al., 1980). Incrementos en la concentración de propiónico resulta en un incremento en la respuesta de la pituitaria mejorando la secreción de LH. Los ovarios de las vaquillonas mejoran la respuesta a las gonadotropinas con mayor proporción de propiónico pudiendo éste estar envuelto como un modulador de las secreciones endocrinas en hembras pre púberes.

2.6 PESO Y EDAD A PUBERTAD

Existen dos factores que actuando en forma conjunta determinan la aparición de la pubertad: edad y peso vivo, y a través de ellos se ha podido estudiar en que medida se ve afectada la llegada a la pubertad en función de aspectos raciales y de manejo (Rovira 1996, Short y Bellows, citados por Moran 1988).

Bajo circunstancias normales, una hembra no entrará en pubertad hasta que no alcance un estado de crecimiento que le asegure la capacidad de tener y cuidar una cría. Por esta razón la pubertad está más pobremente relacionada con la edad cronológica y más fuertemente con el estado de desarrollo, peso vivo y presencia de adecuadas reservas corporales (Lindsay et al., citados por Quintans, 2002).

Si bien la entrada a pubertad está determinada tanto por el peso como por la edad, Swanson (2004) entiende que el peso aparece como el factor de mayor influencia, debiendo lograr las vaquillonas de reemplazo un peso en el entorno del 60% a 65% de su peso adulto, al momento del primer servicio. Esta proporción del peso adulto también es manejada por Roman y Hruska (2003), aunque puntualizan que esta debe de alcanzarse antes de comenzar con la época de servicios. Selk (2003) estudiando el desarrollo de hembras de reemplazo determinó que cuando las mismas logran un 65% de su peso adulto, el 90% de ellas se encontrará ciclando.

Algunos autores sostienen que la hembra debe alcanzar un umbral de peso corporal antes de lograr la pubertad. Esta hipótesis se basa en que las hembras logren un cierto grado de cobertura de grasa antes de que se inicien sus ciclos reproductivos. La relación entre el status metabólico y la función de las neuronas secretoras de GnRH, no está completamente descrita aunque existen evidencias que algunas señales metabólicas afectan la producción de GnRH (Senger, 2004).

La edad a la pubertad estudiada en experimentos clásicos de cruzamientos que utilizaron un gran número de grupos raciales, alcanza rangos de 322 a 398 días (Long, 1980), 317 a 410 días (Ferrell, 1982), 339 a 357 días (Cundiff et al., 1994), 333 a 411 días (Freetly et al., citados por Quintans, 2002). Estos rangos ubican la edad a la pubertad entre los 10,5 meses a 13,7 meses.

La edad a la cual las vaquillonas llegan a pubertad ha sido reportada en un amplio rango. Es así que Moran et al. (1988) en su revisión sobre este tema acota por convención la primera ovulación en vaquillonas carniceras entre los 9 a 10 meses de edad, aunque aclara que esta puede ocurrir en cualquier momento entre los 6 meses (Glencross, 1984) y 24 meses (Robinson, 1977) luego del nacimiento, estimación también encontrada por Laster et al. de 390 días, aunque este autor aclara que muchas vaquillonas de raza de carne alcanzan la pubertad a edades superiores a los 15 meses de edad. Hawk y Bellows (1996) determinan un rango de entre 320 y 420 días de vida en las vaquillonas de carne en el cual estas logran entrar en pubertad. Nelsen et al., citados por Frick y Borges (2003), indican que es necesaria una edad mínima para que las hembras presenten su primer celo, aunque no reporta un rango de edades.

La entrada en pubertad es primeramente determinada por peso y edad, sin embargo estos dos factores varían según las condiciones de recría y la raza (Gordon, 1996), aunque también se entiende que la edad a la pubertad está relacionada con el tamaño y el peso. Field (s/f), determina al peso, la edad y la raza como los tres factores asociados con la pubertad de las vaquillonas de reemplazo.

La pubertad no está determinada simplemente por el hecho de alcanzar un peso dado, sino que existe una relación con la edad (Rovira, 1996), concepto también manejado por Laster et al., citados por Frick y Borges (2003) que hallaron una correlación de 0.90 entre edad y peso a la pubertad para varias razas puras y sus cruza.

Se ha visto que las vaquillonas alcanzan la pubertad entre los 14 y 15 meses de edad si llegan a determinados pesos, según raza o tipo de cruzamiento. Si no llegan a esos pesos, la pubertad se retrasará hasta los dos años de edad o más, dependiendo el nivel de desarrollo logrado (Rovira, 1996).

De un estudio sobre 298 terneras Hereford, destetadas con una edad promedio aproximada a los 205 días en el otoño, manejadas de forma tal que obtuvieron una ganancia diaria invernal de 0,200 kg/d y una ganancia diaria en primavera de 0,800 kg/d, Arije y Wiltbank, citados por Rovira (1973), encontraron que la edad promedio a pubertad fue de 436 ± 33 días con 251 ± 26 kg de peso vivo. Los autores obtuvieron además las correlaciones que se muestran en el Cuadro II.1 entre características relacionadas con la pubertad.

Cuadro II.1: Correlaciones entre características relacionadas con la pubertad (Arije y Wiltbank, 1971)

<i>Característica</i>	<i>Edad a pubertad</i>	<i>Peso a Pubertad</i>
Peso a pubertad	0,57	-----
Día de nacimiento	-0,24	-0,05
Ganancia diaria	-0,36	0,32
Nacimiento- Destete		
Peso destete	-0,22	0,37
Ganancia de peso	0,84	0,67
Destete- Pubertad		
Ganancia diaria de peso	0,65	0,63
Destete-Pubertad		

Fuente: adaptado de Rovira (1973)

Short y Bellows (1971) determinaron que la edad a pubertad está altamente correlacionada con el peso, estimando su valor: $r = 0,55$.

Las estimaciones de heredabilidad para edad a la pubertad, según de Mattos (2003), están en el rango de 0.10 a 0.60, siendo en general superiores que para otras características reproductivas y es además relativamente “inmune” a la interacción con otras características como ser crecimiento y habilidad materna, probablemente por manifestarse antes de que el animal entre en producción como lo sugiere Marting (1992). Según Brinks y Bourdon, citados por Rovira (1996), la edad a la pubertad es altamente heredable, cerca del 50% y está relacionada positivamente con la primer gestación precoz. También parece estar relacionada en forma positiva con los niveles de fertilidad subsiguientes.

Cohen et al. (1980), trabajando con hembras de raza Hereford, encuentran una correlación entre peso y edad a pubertad y estimaron el porcentaje de animales que entraron en pubertad según su peso. Los resultados sugieren que logrado un peso de 187 kg solo el 5% de los animales evaluados habían logrado la pubertad, mientras que con pesos de 231 kg y 280 kg el 50 y 95% respectivamente habían alcanzado la pubertad.

Lusby, citado por Field (s.f.) trabajando con vaquillonas cruza A.Angus x Hereford, encontró que logrado un peso vivo de 250 kg, solo presentaba celo el 50% de las vaquillonas evaluadas, mientras que con 275 kg lo hacía el 65% a 70%, y entre el 85% a 90% de las vaquillonas lo hacían con 300 kg de peso vivo.

Tregaskes et al. citados por Rovira (1996) trabajando con 30 vaquillonas Simmental encontró que el 87% de las mismas había logrado la pubertad a los 285 días, valor medio, no viéndose afectada la edad por registrarse elevadas tasas de ganancia diarias cerca de la manifestación de la pubertad.

Trabajando con 19 vaquillonas cruza Angus X Hereford, Yelich (1996) separó dos grupos según alimentación y tasa de ganancia por 16 semanas para que uno de los grupos lograra una tasa de ganancia de peso vivo por día de 1,36 kg y el otro lograra

tasas de ganancia diarias de 0,23 kg. Luego las manejó en forma conjunta para que logren ganancias de 1,36 kg de peso vivo por día y encontró que aquellas que tuvieron ganancias elevadas en un primer momento lograron la pubertad con 369 días de nacidas y con un peso de 321 kg, mientras que aquellas que primero se manejaron a menores tasa de ganancia diaria lograron la pubertad con 460 días y 347 kg de peso, no encontrando diferencias significativas para la variable peso vivo. Agrega que restricciones alimenticias no solo retardan la entrada en pubertad sino que provocan una caída en la frecuencia de pulsos de LH, y que cambios bruscos en la concentración y amplitud media de los pulsos de GnRH justo antes de la entrada en pubertad pueden afectar el desarrollo puberal. Por su parte Roman y Hruska (2003) citan que hembras Hereford y Angus logran la pubertad a los 357 días de nacidas y 282 kilos de peso vivo.

Estudiando el desarrollo mamario de vaquillonas Angus x Hereford (n=38) pre púberes Chales et al. (1999), determinó que aquellas que consumieron una dieta durante 16 semanas, de forma tal que su ganancia diaria fuera de 1.36 kg/d, lograron la pubertad con un peso de 350 kg y una edad a pubertad de 370 días. Aquellas que consumieron una dieta que les permitiera ganar 0,680 kg/d llegaron a pubertad con 305 kg y 415 días, mientras que las que obtuvieron ganancias diarias de 0,230 kg/d llegaron a pubertad con 310 kg de peso vivo y 403 días de nacidas. No se encontraron diferencias significativas entre los últimos dos grupos ($P < 0,05$) y sí con el primer grupo. Respecto al desarrollo mamario aquellas vaquillonas que registraron las más altas ganancias diarias de peso vivo, presentaron glándulas mamarias de mayor peso que los otros dos grupos de animales, por presentar mayor cantidad de grasa. Sin embargo las glándulas mamarias no presentaron diferencias significativas para ADN mamario. El autor entiende que es posible adelantar la edad a pubertad mediante elevadas tasas de ganancia de las hembras pero posiblemente pueda existir un efecto negativo en la producción de leche.

Bagley et al. (1993) reportaron una edad a pubertad de 326 días de nacidas y 296 kilos trabajando con hembras hijas de razas británicas.

Roy et al., citados por Hafez (1996), indican que para lograr la pubertad en ganando de carne, este debe alcanzar un peso aproximado en el entorno al 45% a 55% de su peso corporal adulto como principal factor desencadenante de la pubertad, no caracterizando la edad como un factor determinante, resultado concordante con el manejado por Joubert, citado por Hafez (1996) de que el peso vivo es el factor de mayor importancia en aparición de la pubertad. Kunkle y Sand (1993) recomiendan para la recría de hembras de reemplazo que estas deben presentar el 45% de su peso adulto al destete, 65% al comienzo del entore y 85% de su peso adulto al parto.

2.6.1 Pubertad en vaquillonas cruza de distintos biotipos

El cruzamiento de razas de aptitud carnicera suele lograr la pubertad a edad más temprana dado por un efecto de heterosis que se expresa en una mayor tasa de ganancia de peso vivo (Wiltbank et al., citados por Rovira, 1973). Dicha heterosis, adelanta también la madurez fisiológica, provocando una aparición más temprana del primer celo (Gregory et al., citados por Rovira, 1973). Además de la mayor tasa de ganancia de las cruza británicas, éstas presentan una baja relación músculo/grasa ¹.

Las razas continentales lecheras presentan la pubertad a temprana edad, mientras que las índicas ven retrasada su entrada a pubertad ¹.

Cuadro II.2: Edad a pubertad según tipo racial

RAZA	EDAD PUB (días)	EDAD PUB (meses)
Británicas	436	14,5
Brahman	690	23
Brahman x Europea	438	14,5
Derivada de	528	17,6
Brahman		

Fuente: adaptado de Simeone (2001) ¹

Fuchs, citado por Bagley (1993) reporta una edad de 12 meses para lograr la pubertad en vaquillonas cruce Angus X Brahman. Trabajando con hijas de toros Brahman, Bagley (1993), encontró que las mismas entraban en pubertad con 398 días y 338 kilos.

Las terneras cebú alcanzan la pubertad a edades de entre 18 a 24 meses. Sin embargo, elevados planos nutricionales durante la recría tendientes a reducir la edad de ocurrencia de la pubertad no logran contrarrestar las diferencias raciales para la edad a la que esta ocurra (Hafez, 1996).

Romero et al. (1995) trabajando con 36 vaquillonas cruce con Holstein o Pardo Suizo encuentra que las primeras logran la pubertad a los 18 meses de edad y con un peso de 283,8 Kg, mientras que las segundas lo hacen con 263,8 Kg de peso vivo y 20,7 meses de edad, aunque no encuentra diferencias significativas ($P < 0,05$) para peso vivo, pero sí lo hace para la estimación de edad con igual grado de significancia. Tampoco encuentra diferencias significativas en el tamaño final de los ovarios entre una u otra cruce, aunque sí marca que el desarrollo de los mismos se produjo más rápido en las cruces Holstein que en las cruces Pardo Suizo.

Cuadro II.3: Peso determinado de las vaquillonas para alcanzar la pubertad a los 14-15 meses de edad

Porcentaje de vaquillas en Celo	Aberdeen Angus	Hereford	Charolais	A. Angus X Hereford	Simmental X Británico	Limousin X Británico
50	250	275	320	250	300	300
65-70	275	300	330	275	320	320
85-90	300	320	340	300	340	340

Fuente: adaptado de Lusby (s/f)

Cuadro II.4: Peso determinado de las vaquillonas para alcanzar la pubertad a los 14-15 meses de edad

Porcentaje de vaquillas en Estro	Angus	Hereford	Británico X Británico	Brangus
50	249,5	272,2	260,8	272,2
70	272,2	294,8	283,5	294,8
90	294,8	317,5	306,2	317,5

Fuente: adaptado de Roman y Hruska (2003)

Cuadro II.5: Ocurrencia del primer celo en vaquillonas consumiendo dos niveles de alimento según sus requerimientos nutricionales NRC 1984.

Nivel dieta	Raza	Ganancia Kg/d	% celo						
			11	12	13	14	15	16	17
Bajo	Angus	0,408	0	0	0	33	82	90	100
	Hereford	0,272	0	11	22	33	38	50	100
	Cruza	0,453	0	0	12	68	85	100	100
Alto	Angus	0,725	8	33	58	100	100	100	100
	Hereford	0,589	0	12	50	100	100	100	100
	Cruza	0,861	0	18	75	94	94	100	100

Fuente: adaptado de Wiltbank et al. (1969)

2.7 INCIDENCIA DEL FOTOPERÍODO EN LA PUBERTAD

Una adecuada nutrición, estado nutricional y corporal son necesario antes de que el fotoperíodo pueda ejercer algún tipo de impacto (Senger, 2004). Hafez (1996) manifiesta que la época del año ejerce una influencia en la entrada en pubertad para ganado de carne, e indica que las condiciones invernales durante el período prepuberal retrasan la pubertad.

El mes de nacimiento de la hembra influye en la edad en que esta alcanza la pubertad. En vaquillonas existen evidencias que la edad en que éstas logran la pubertad está influenciada por la estación de su nacimiento. Hembras nacidas en otoño tienden a lograr la pubertad antes que las nacidas en primavera. Exponer las vaquillonas durante sus segundos seis meses de vida a fotoperíodos largos aceleran la llegada de la pubertad (Senger, 2004).

Secuencias que expongan a una hembra en los primeros seis meses de su vida a fotoperíodos cortos y luego exponerla a días largos estaría asociado con una menor edad a pubertad (Senger, 2004).

La actividad reproductiva en hembras bovinas, no está acotada a una sola estación del año; la estación del año aparece como un modulador de la función reproductiva. El fotoperíodo actúa sobre la secreción hormonal del eje hipotálamo-hipófisis-ovarios según explica Kinder et al. (1987).

Determinar la influencia que tiene la estación de nacimiento de una hembra en la entrada a pubertad se dificulta ya que esta se confunde con la estación en que la pubertad ocurre (Petitclerc et al., citados por Kinder et al., 1987).

Schillo et al. (1983) desarrolló un experimento donde vaquillonas cruza Angus-Holstein se separaron primeramente en dos grupos según fecha de nacimiento: 21 de marzo (primavera en el hemisferio norte) o 23 de setiembre (otoño en el hemisferio

norte). Ambos grupos se mantuvieron durante los primeros 6 meses de vida al fotoperíodo natural según su fecha de nacimiento. Durante los segundos seis meses de vida se expusieron las vaquillonas a fotoperíodos y temperaturas controladas con patrones de 1) primavera-otoño y otro grupo 2) otoño-primavera. La edad a pubertad fue influenciada por la fecha de nacimiento, indicando que las condiciones naturales a las cuales está expuesta una hembra en sus primeros 6 meses de vida afecta su entrada en pubertad. Para las hembras que nacieron en otoño se registró una tendencia a que éstas logaran la pubertad antes que aquellas nacidas en primavera.

Las hembras que nacieron en marzo y setiembre que fueron expuestas a la secuencia primavera-otoño en sus segundos 6 meses de vida lograron antes la pubertad que aquellas que se expusieron a la secuencia otoño-primavera. Exponer a las hembras en su segundo semestre de vida a días largos cuando estas nacen en otoño está asociado con una pubertad más temprana.

Las estaciones muestran una influencia en la secreción de LH en vacas. Los aumentos en la secreción de LH ocurren durante la primavera y se suprimen en los meses de otoño en vacas adultas ovariectomizadas. La fluctuación en la concentración de LH con las estaciones resulta en cambios en su amplitud de pulsos (Day et al., citados por Kinder et al, 1987). Las vacas tienen la habilidad de recibir e integrar variaciones estacionales y modificar la secreción de gonadotropinas.

2.8 OTROS FACTORES QUE IMPACTAN EN EL LOGRO DE LA PUBERTAD

2.8.1 Medio ambiente y cuestiones sociales

Los factores externos tienen una marcada influencia en lograr la pubertad. La estación de nacimiento, y las cuestiones sociales como la presencia de macho o la cantidad de hembras en el grupo influyen. La información del medio ambiente influye en el momento que se logra la pubertad ya que estos son percibidos por las neuronas sensoriales de los sistemas ópticos y olfatorios, estos últimos transmitidos por feromonas presentes en la orina. Estos estímulos son procesados por el sistema nervioso central y enviados como impulsos nerviosos a las neuronas secretoras de GnRH del hipotálamo. El hipotálamo logra la habilidad de producir alta frecuencia y amplitud de pulsos de GnRH a más temprana edad, siempre que se hallan satisfechos los requerimientos de tamaño corporal y balance energético (Senger, 2004).

Exponiendo vaquillonas a toros, Kunkle y Sand (1993), determinaron que las hembras expuestas logran la pubertad 40 días antes y con un 50% de ellas preñadas en los primeros 21 días de la época de servicio, comparado contra un 16,5% de preñez de hembras no expuestas al macho previamente.

Trabajando con vaquillonas Nelore y efecto toro, Oliveira et al. (2004) encontraron que aquellas que fueron expuestas a macho lograron la pubertad en un 62,8% mientras que aquellas que no se expusieron mostraron pubertad en un 45,7%. La edad a la cual se logró la pubertad fue significativamente menor en el grupo expuesto (12 meses) que el que se privó de toro (20 meses). Las tasas de concepción también fueron mayores en el tratamiento expuesto que en el no expuesto. El autor maneja, al igual que en resultados de otras experiencias, que esto se debe a las feromonas presentes en la orina de los machos.

De todos modos, estos factores no acelerarán la entrada en pubertad en animales que no hallan logrado un adecuado status metabólico que le permita al hipotálamo poder responder al estradiol.

Sea el contacto visual o físico con el macho, como así también el tamaño del grupo inciden adelantando la entrada en pubertad, elevadas tasas de ganancia y exposición al macho adelantan aún más la entrada en pubertad de las hembras bovinas que aquellas que presentan tasas de crecimiento moderadas.

El tamaño del grupo y la presencia en el mismo de hembras, que ya se encuentren ciclando normalmente, tiende a disminuir la edad en que las hembras pre púberes logran la pubertad. Las hembras integrantes de grupos pequeños y sin hembras que estén ciclando, provoca un enlentecimiento en la edad en que las mismas logran la pubertad (Senger, 2004).

2.8.2 Impacto de la suplementación mineral, tratamientos hormonales, ionóforos e ivermectinas en pubertad

En sus recomendaciones de nutrición y manejo de recría de vaquillonas, Kunkle y Sand (1993) señalan que las hembras desparasitadas logran antes la entrada en pubertad ya que ven incrementada su ganancia diaria de peso (Whittier et al.,1999).

Kunkle y Sand (1993) indican que la sincronización del estro, es otra técnica que incrementa el número de hembras que tempranamente pueden entrar al rodeo, sea por aumento en la ganancia de peso de aquellas que están faltas de kilos como aquellas que están por entrar, al inducirles el celo. Madgwick et al. (2004), concluyen que el administrar GnRH a terneras entre los 4 y 8 meses de vida adelanta la entrada en pubertad de las mismas por estimular su tasa de crecimiento.

La pubertad puede ser adelantada mediante la administración de esteroides ováricos: progesterona (Rasby et al., 1998) o progestágenos (Anderson et al., Hall et al., Grings et al., citados por Barreto y Negrín, 2005) en animales pre púberes. Pero la eficacia de la administración dependerá de la edad, la raza, el peso corporal y el grado de desarrollo folicular, antes de la administración (Anderson et al., 1996). Gonzalez-Padilla et al. (1975) observaron que la respuesta dependía del nivel nutricional.

Para el caso de los Ionóforos se ha determinado que éstos reducen la producción de gas metano a nivel ruminal, aumentando la eficiencia en la fermentación y provocando mayores ganancias de peso. Este efecto se debe a que los ionóforos reducen la flora celulolítica del rumen por lo que promueven la mayor producción de ácido propiónico, menor producción de ácido acético y gas butano, generando una mayor eficiencia en la fermentación ruminal. También se ha determinado que éstos tienen un efecto *per sé* en la aparición de la pubertad ¹.

La suplementación mineral es siempre recomendada para ganado de cría con el propósito de que no se presenten deficiencias minerales sub clínicas (Grings et al., 1999). Pese a esto la concentración sérica de minerales no está siempre correlacionada con el status mineral del animal.

Saxena et al. (1991) encontró una correlación entre la concentración de cobre y zinc en suero sanguíneo y la edad a la pubertad en vaquillonas cruza. Sin embargo, Engel et al., Arthington y Corah, Vaughan et al., citados por Grings et al. (1998) no lograron obtener respuesta en la performance reproductiva del ganado de cría al suplementarlo con cobre.

Phillippo et al., citados por Grings et al. (1998) reportan un incremento en la edad a la pubertad en vaquillonas consumiendo una dieta rica en molibdeno. Los niveles de

cobre de estas hembras fueron menores, y las vaquillonas a las que se les suministró una dieta rica en hierro, también presentaron un status de cobre menores sin presentar retraso para lograr la pubertad. Sin embargo, Grings et al. (1998) no encontraron efecto alguno en lograr la pubertad para vaquillonas suplementadas con minerales.

A nivel nacional la información del efecto de la suplementación mineral es escasa y no concluyente, recomendándose ajustar la suplementación mineral según los contenidos minerales de las pasturas, los que varían según el tipo de suelo.

Para una adecuada suplementación mineral en los suelos del país, se recomienda suplementar con una sal cuyo contenido de fósforo se encuentre entre un 8 y 12% y con calcio, manteniendo una relación en la sal de 2 a 1 para estos dos minerales. También es deseable que los suplemento contengan zinc, cobre, cobalto y selenio, ya que si bien no presentan deficiencias en suelo pueden llegar a tornarse limitantes en determinadas circunstancias ¹.

2.9 ESTUDIOS SOBRE PUBERTAD A NIVEL NACIONAL

Para las condiciones nacionales, se cuenta con escasa información respecto al inicio de la pubertad en función de la edad, peso y tipo racial. Pittaluga y Rovira (1968) cuantificaron la edad a pubertad entre los 13 y 15 meses de edad y/o 238 y 260 kg respectivamente. Estos autores determinaron también que el peso a la pubertad fue de 260 kg con 405 días de edad en terneras Hereford que habían recibido un plano nutritivo alto pos-destete, mientras que aquellas con restricción alimenticia presentaron su primer celo cuando alcanzaron los 238 kg de peso vivo y los 425 días de edad.

En la Unidad Experimental Palo a Pique, trabajando con vaquillonas de primer entore Quintans (2000), encontró en un monitoreo de actividad ovárica mediante el uso de ecografía en el mes de octubre, que cuando las terneras promediaban 253 kg, no había

ninguna ciclando. Al comienzo de la inseminación artificial (I.A.) con 277 kg de peso promedio, sólo el 26 % presentaba cuerpo lúteo.

Quintans et al. (2002) realizaron un monitoreo de la actividad ovárica en terneras cruzas (AH) sometidas a un buen manejo alimenticio pos-destete. Quince terneras de destete fueron manejadas desde julio hasta noviembre en un mejoramiento de campo de 5 años compuesto por *Trifolium Repens* y *Lotus Corniculatus*. Los animales pastoreaban en forma rotativa potreros de 2 ha, asignándoles un área total de 10 ha. Se tomaban registros de disponibilidad y rechazo de la pastura, altura y porcentaje de leguminosas, gramíneas, restos secos y malezas. La disponibilidad de forraje promedio fue de 3700 kg/ha de MS conteniendo un 12% de leguminosas y presentando una altura promedio de 17.5 cm. El forraje rechazado promediaba 2100 kg/ha de MS, 5% de leguminosas y 5 cm de altura. Las tasas de ganancias promedio a lo largo del período de estudio se presentan en el Cuadro II.6 .

Cuadro II.6: Tasas de ganancias medias de terneras pos-destete durante los meses de invierno y primavera

	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Promedio
Ganancia (kg/a/d)	0,762	0,465	0,945	0,830	0,636	0,727

Fuente: Quintans (2002)

Se observó que cuando las terneras alcanzaron los 280 kg, un 40% de estas presentaba cuerpo lúteo y que con más de 300 kg la mayoría estaba alcanzando la actividad cíclica.

Barreto y Negrín (2005) trabajando en la Unidad Experimental que terneras alimentadas sobre mejoramientos de campo con una asignación de 6%, registraron una

pérdida de peso invernal de $-0,116$ gr/a/d, presentando actividad luteal un 39% de las hembras con un peso promedio de 278,3 kg y una edad de 498,5 días. También manejaron hembras con un 18% de asignación de forraje y estas lograron ganancias diarias de peso invernales de 0,398 kg/a/d, presentando un 83% de las hembras actividad luteal con 294 kg de peso vivo y 463,8 días de nacidas en promedio.

Todos estos trabajos concluyen que la edad a pubertad puede ser afectada por la tasa de desarrollo o crecimiento de las vaquillonas. de Castro et al. (2004) trabajando con terneras ($n = 31$) Aberdeen Angus y Hereford encontró para condiciones nacionales que las hembras lograron la pubertad con 20,4 y 19,3 meses de edad con un peso de 272,1 y 268,4 Kg, concluyendo que el momento de entrada a la pubertad, no fue influenciado por ganancias tempranas de peso y en contraste los factores del ambiente durante el período pre puberal aparecen con mayor influencia.

2.9.1 Crecimiento del forraje y tasas de ganancia animal registradas en la UEPP

En la región Este del país, las mayores tasas de crecimiento de las pasturas naturales ocurren en verano, debido principalmente a la predominancia de especies estivales en estas comunidades (Ayala et al., 1993), siendo el invierno la estación más crítica desde el punto de vista de cantidad de forraje. También es común observar alta proporción de restos secos acumulados desde el verano y otoño, los que poseen muy baja digestibilidad de la materia orgánica (24-27%) (Quintans et al., 1993).

La tasa de crecimiento de forraje promedio del campo natural en la UEPP para el período invernal se sitúa por debajo de los 5 kg /ha/d de MS (Bermúdez et al. 2003, Carriquiry et al. 1993) datos concordantes con los reportados por Pittaluga (1998), quien expresa que el campo natural presenta un bajo crecimiento invernal que se ubica entre

los 3 a 6 kg Ms/ha/d, por lo que la disponibilidad de forraje en invierno dependerá del crecimiento de forraje en las estaciones anteriores (verano-otoño).

Cuadro II.7: Tasas de crecimiento reportadas para campo natural

CAMPO NATURAL	
AUTOR	Tasas de crecimiento (kgMs/ha/d) reportadas
<i>Carriquiry et al. (1993) (UEPP)</i>	< 5
<i>Pittaluga (1998) para la zona este</i>	entre 3 a 6
<i>Bermúdez et al. (2003) (UEPP)</i>	< 5

Como consecuencia, en este período se producen importantes pérdidas de peso vivo que se cuantificaron entre 10 y 15 %, especialmente en categorías en crecimiento, registrándose pérdidas de hasta 0.100 kg/a/día en terneras y de hasta 0.200 kg/a/día en vaquillonas de sobreaño (Quintans et al. 1993, 1994).

Quintans et al. (1994), trabajando con vaquillonas de sobreaño sobre campo natural registró pérdidas de peso vivo para la categoría de -0,230 kg/a/d para el período junio-setiembre con una carga de 1,1 UG/ha. Para terneras (1993-1994) sobre igual base forrajera registró pérdidas que fueron según el año entre -0,050 kg/a/d a -0,100 kg/a/d.

Las pérdidas de peso en los animales del entorno a los -0,225 kg/a/d, estarían indicando restricciones de forraje severas que impedirían tener posteriormente un buen crecimiento compensatorio durante la primavera y posiblemente determinarían efectos permanentes en el desarrollo futuro del animal, aunque su efecto sobre estos dos fenómenos depende de forma importante de la duración de la restricción. Con dicho nivel de pérdidas y asumiendo ganancias posteriores normales para esta categoría en

pasturas naturales de la Región Este, se considera difícil alcanzar el peso adecuado de las vaquillonas para el entore a los dos años (Quintans, 2002).

Las principales limitantes en el consumo de forraje y por ende sobre la ganancia de peso en animales pastoreando campo natural, son la baja disponibilidad y altura de la pastura, asociadas fundamentalmente al escaso crecimiento invernal de las mismas, y a la escasa calidad o valor nutritivo del forraje, relacionado a altos contenidos de fibra detergente neutro y/o fibra detergente ácido y a bajos niveles de digestibilidad de la materia orgánica y proteína cruda (Quintans, 2002).

En lo que respecta al manejo de categorías de recría sobre mejoramientos de campo con *Trifolium Repens* y *Lotus Corniculatus*, teniendo en cuenta el diferimiento de forraje del otoño hacia el invierno, se obtuvieron ganancias diarias que van desde 0.150 hasta 0.400 kg/a/día cuando se manejaron cargas desde 1.07 hasta 1.5 UG/ha (Pigurina, Ayala et al., citados por Quintans, 2002). Por otro lado, Quintans (2002) reportó 0,700 kg/a/d en terneras para el período invernal y primaveral pastoreando mejoramientos de campo con *Trifolium Repens*, *Lotus Corniculatus*, *Lolium multiflorum*.

Cuadro II.8: Tasas de ganancia animal según distintas bases forrajeras

AUTOR	Categoría	Base Forrajera	Ganancias reportadas (kg/d)
<i>Quintans, (1993), en UEPP</i>	Terneras	Campo Natural	Pérdida entre 10 a 15% del Peso Vivo
<i>Quintans, (1993 –1994) en la UEPP</i>	Terneras	Campo Natural	-0,050 a -0,100
<i>Quintans, (1994), en UEPP</i>	Terneras	Campo Natural	-0,100 a -0,200
<i>Quintans, (1994), UEPP</i>	Vaquillonas de sobreaño	Campo Natural	-0,230
<i>Barreto y Negrín (2005), UEPP</i>	Terneras	Mejoramiento al 6% de asignación	- 0,116
<i>Ayala (1996) y Pigurina (1997)</i>	Terneras	Mejoramiento de campo	0,150 a 0,400
<i>Quintans, (2000), UEPP</i>	Terneras	Mejoramiento de campo	> a 0,727
<i>Soca, (2001)</i>	Terneras	Mejoramiento al 3% asignación	0,160
<i>Soca, (2001)</i>	Terneras	Mejoramiento al 16% asignación	0,670
<i>Barreto y Negrín (2005), UEPP</i>	Terneras	Mejoramiento al 18% de asignación	0,398

2.10 LA HISTORIA DE LA ENTRADA EN PUBERTAD NO ESTÁ COMPLETA

La entrada en pubertad implica la capacidad de las neuronas hipotalámicas de lograr producir alta frecuencia y amplitud de los pulsos de GnRH. Esta capacidad está influenciada por una apropiada energía metabólica consumida, tamaño corporal y una adecuada exposición a moduladores externos como el fotoperíodo, tamaño del rodeo y la presencia de macho. La genética del animal juega posiblemente un importante rol en cuanto repercuten los factores propios del animal y los percibidos por el mismo.

El mecanismo exacto que hace capaz al estradiol de controlar la secreción de GnRH del hipotálamo previo a la pubertad no está del todo comprendido. El camino por el cual las feromonas envían su mensaje al hipotálamo no está hasta ahora bien definido. Cuanto influye y que efecto tiene en las hembras que no han logrado la pubertad el observar o estar en presencia de hembras que si ya hayan alcanzado la pubertad ha tenido muy poca investigación.

No están claramente definidos los factores disparan la entrada en pubertad en un momento dado. Mucha es la información que sugiere que la señal que desencadena la pubertad está relacionada al estado de desarrollo, peso vivo, proporción de tejido adiposo, o la presencia adecuada de reservas de nutrientes en el cuerpo (Monget y Martin, 1997). Cualquiera sea la señal, esta desencadena la pubertad provocando un descenso en el feedback negativo del estradiol a la secreción de GnRH en el hipotálamo. El subsiguiente incremento en la frecuencia de pulsos de GnRH, y por ende LH, promueve el desarrollo de folículos ováricos y un incremento en la secreción de estradiol (Monget y Martin, 1997).

Kinder et al., citados por Monget y Martín (1997) proponen que el estradiol ligado a receptores específicos presentes en las neuronas hipotalámicas pueden ser los responsables del descenso en el feedback negativo.

Por su parte Day et al., citados por Monget y Martin (1997) observó que el número de receptores de estradiol en el hipotálamo decrece durante el período peripuberal en vaquillonas.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIAL EXPERIMENTAL

3.1.1 Ubicación espacial y temporal del experimento

Este experimento, fue realizado en la Unidad Experimental Palo a Pique (UEPP), perteneciente a la Estación Experimental del Este, INIA Treinta y Tres. Dicha Unidad se ubica en el departamento de Treinta y Tres, 7ª Seccional Policial del departamento, sobre Ruta N° 19, a 8 Km de la Ruta Nacional N° 8. El experimento se realizó en el período comprendido entre el 4 de Junio de 2002 y el 12 de Febrero de 2003.

3.1.2 Clima

3.1.2.1 Temperatura

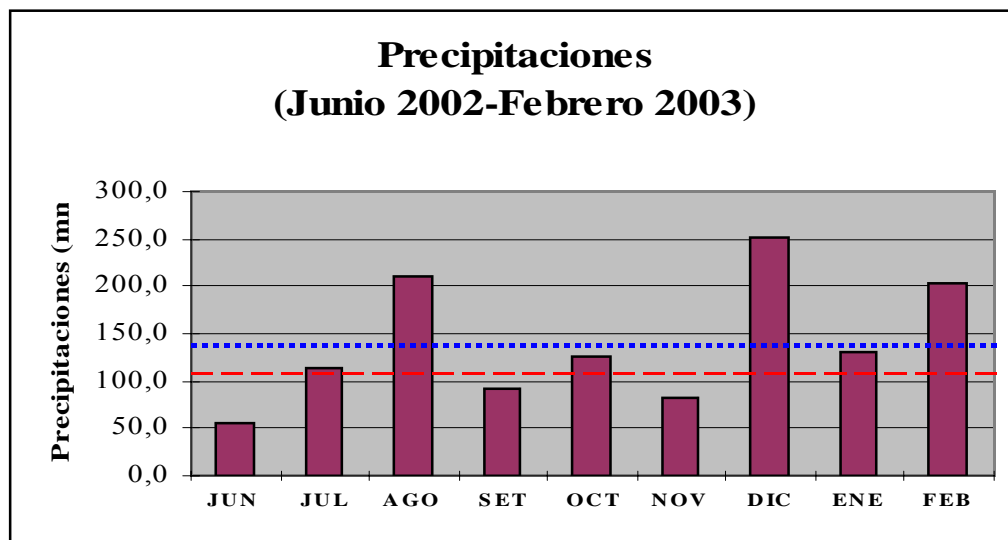
Uruguay es el único país sudamericano que se encuentra íntegramente en la zona templada. Su temperatura media anual se ubica en el entorno de los 17,5° C, variando desde los 20° C en la zona noreste, hasta los 16° C en la costa atlántica. Los cambios de temperaturas son frecuentes y pronunciados en cualquier época del año. Las temperaturas más altas se presentan en los meses de Enero y Febrero mientras que las más bajas en Junio y Julio, de acuerdo a la región.

3.1.2.2 Precipitaciones

La distribución de valores medios mensuales y anuales obtenidos sobre la base de unas 400 estaciones pluviométricas de la Red Pluviométrica Nacional, tiene contrastes

poco marcados aunque definidos tanto sobre el territorio como a lo largo del año. Pese a esa distribución de valores medios, las precipitaciones en el Uruguay se caracterizan por su extrema irregularidad y variabilidad.

Para el período experimental, el registro pluviométrico promedio fue superior al promedio histórico nacional, según los registros diarios obtenidos en la UEPP.



..... Promedio de precipitaciones del período (140.5 mm).

- - - Promedio histórico nacional para el período de evaluación (113.3 mm).

Figura III.1: Total de precipitaciones mensuales durante el período Junio de 2002 a Febrero de 2003.

3.1.2.3 Suelo

La unidad experimental Palo a Pique consta de 895 hectáreas, representativas de la zona de Colinas y Lomas. La unidad de suelos predominante es Alférez, de origen

sedimentario, con suelos asociados de la formación José Pedro Varela y una pequeña área de Unidad La Charqueada.

3.1.2.4 Potreros utilizados

Los animales experimentales se manejaron durante el período invernal en tres potreros de 6 hectáreas cada uno, según el manejo asignado. La base forrajera de dos de ellos era campo natural mejorado con *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Lolium multiflorum*, mientras que el restante presentaba como base forrajera campo natural. Durante la primavera y verano los potreros utilizados diferían en superficie y su base forrajera consistía en campo natural mejorado con las especies anteriormente mencionadas.

3.1.2.5 Animales

Para la realización de este experimento fueron seleccionadas durante el mes de Mayo del año 2002, 36 terneras previamente destetadas (4/4/2002), pertenecientes al rodeo de la citada Unidad Experimental. El objetivo de selección de animales para dicho experimento consistió en comenzar el trabajo con animales homogéneos entre sí.

Los criterios de selección utilizados fueron:

- mismo biotipo
- peso al destete similar entre animales
- edad al destete similar entre animales

En busca de no incorporar posibles diferencias raciales y por contarse en la Unidad con terneras cruce Aberdeen Angus x Hereford, fue éste el biotipo utilizado.

3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento se subdivide en dos etapas. La primera, denominada manejo invernal, de 100 días de duración, para la cual los animales seleccionados se sortearon en tres tratamientos de manejos nutricionales diferentes, contando cada uno de ellos con 12 animales:

- Grupo perdiendo peso (T): pastoreando campo natural, de forma tal que registren pérdidas de peso a razón del 4 al 8 % de su peso vivo durante el manejo invernal.
- Grupo manteniendo peso (M): pastoreando un mejoramiento de campo y con una asignación de forraje que permita mantener u obtener leves ganancias de peso (100 grs. diarios) en el período invernal.
- Grupo ganando peso (G): pastoreando un mejoramiento de campo con una asignación de forraje que permita obtener ganancias de peso en el entorno de los 400 a 600 grs. diarios.

Cuadro III.1: Peso y edad (media \pm error de la media), al comienzo del experimento para los tres tratamientos.

Tratamiento	Peso al inicio del experimento (Kg)	Edad al inicio del experimento (días)
T (n=12)	155.5 \pm 3.4 a	245.5 \pm 3.2 a
M (n=12)	155.5 \pm 3.4 a	244.0 \pm 2.8 a
G (n=12)	154.5 \pm 3.4 a	249.3 \pm 2.6 a

T: Grupo perdiendo peso; M: Grupo manteniendo peso; G: Grupo ganando peso
 Letras iguales indican que no hay diferencias estadísticamente significativas con $P \leq 0,05$

Terminado el manejo invernal, comenzó el manejo conjunto de los animales donde los animales asignados a cada tratamiento invernal pasaron a formar un solo grupo. En esta etapa se busca lograr ganancias de peso diarias en el entorno de los 800 a

1000 grs./día, sobre campo natural mejorado. También se incorpora en esta etapa el sangrado semanal de los animales para determinar el inicio de la actividad ovárica.

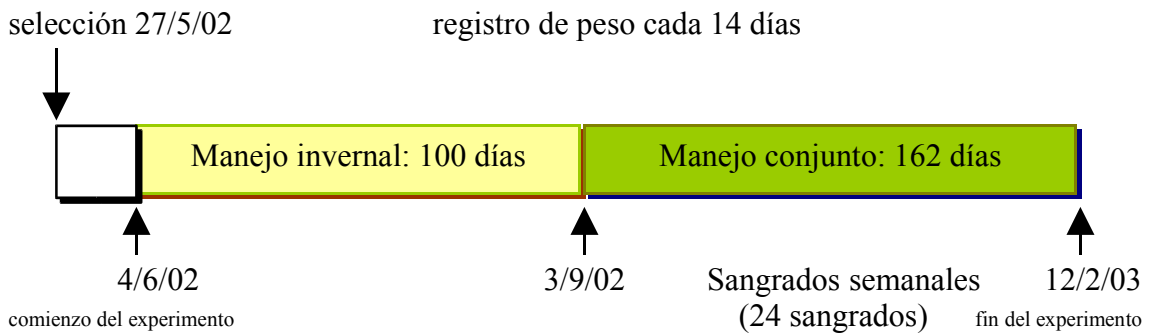


Figura III.2: Cronograma de actividades en el período experimental.

3.3 MANEJO EXPERIMENTAL

Ya seleccionados los animales, el manejo invernal abarcó el período comprendido entre el día 4 de Julio al día 3 de Setiembre. Durante este período, cada tratamiento fue manejado en forma diferencial de acuerdo a las ganancias de peso estipuladas previamente, en potreros reservados a tal fin. Durante esta etapa del trabajo de campo, se obtuvieron los registros de peso de cada animal cada 14 días.

Terminado el manejo invernal, comenzó el manejo conjunto de los animales, a partir del día 3 de Setiembre. Los animales asignados a cada tratamiento invernal se manejaron en forma conjunta hasta el fin del trabajo experimental (12/02/2003). Los registros de peso continuaron realizándose de igual forma que se realizaron durante el

manejo invernal. Se incluyó en esta etapa del trabajo experimental el sangrado semanal de cada hembra para determinar el inicio de su actividad ovárica.

3.3.1 Mediciones

3.3.1.1 Peso Vivo

La obtención de los registros de peso se realizó a fecha fija con un intervalo de 14 días entre sí, durante todo el transcurso del experimento. Las pesadas se realizaron a primera hora de la mañana, sin ayuno previo.

3.3.1.2 Sangrados

Para determinar el inicio de la actividad ovárica en base a la concentración de progesterona en sangre, se realizó en la etapa de manejo conjunto, un sangrado semanal. Los sangrados se realizaron a primer hora de la mañana, de la vena yugular y en tubos de 10 ml de vidrio heparinizado.

Inmediatamente terminado el sangrado, las muestras refrigeradas eran llevadas al laboratorio donde se centrifugaban a 3000 RPM por un lapso de 15 minutos. El plasma era guardado en ependorff's por duplicado, a -20° C hasta su posterior análisis. Luego uno se remitió al laboratorio para su radioinmunoanálisis (RIA) y el otro se conservó como respaldo. La sensibilidad (mínima dosis detectable) fue de 0,1 ng/ml y los coeficientes de variación intra e inter ensayo fueron de 4,8 y 7,2% respectivamente.

3.3.1.3 Pasturas

Las terneras evaluadas en este experimento, se manejaron exclusivamente a pastoreo directo, en potreros que diferían entre sí en cuanto a sus características forrajeras. Por esto se realizaron diversas mediciones para lograr caracterizar objetivamente cada una de las pasturas donde pastorearon los animales.

En la primer etapa del experimento o manejo invernal, se manejó cada tratamiento por separado, con diferentes asignaciones de forraje, de manera de lograr las ganancias de peso estipuladas para cada tratamiento. Por esto, el tratamiento T se manejó sobre campo natural y los tratamientos M y G sobre campo natural mejorado con *Trifolium repens* (Trébol Blanco), *Lotus corniculatus* (Lotus) y *Lolium multiflorum* (raigras).

Las determinaciones que se llevaron a cabo consistieron en una estimación de la disponibilidad de forraje de cada potrero expresada como Kg de materia seca/ hectárea (kg/ha de Ms), altura del forraje en centímetros, tasa de crecimiento para el caso del campo natural como Kg de materia seca/ hectárea /día y composición botánica en porcentaje del total de forraje.

La disponibilidad de forraje se estimó realizando cortes mensuales con muestreos al azar, a razón de 6 cuadros por hectárea, utilizando un cuadro de 20*50 cm. En él se tomaban cuatro medidas de altura del forraje dentro del cuadro y luego se cortaba el forraje al ras del suelo.

En laboratorio, cada muestra era pesada en fresco con balanza de precisión y se realizaba una muestra compuesta, de la cual se extraían dos sub muestras de 150 grs. (peso fresco) cada una. Una de ellas se colocaba a secar en estufa de 60° C por 48 hrs, para luego registrar su peso seco y así determinar el porcentaje de materia seca. Con la otra sub muestra se realizaba el análisis de composición botánica de la pastura en fresco, separando fracciones individuales presentes (trébol blanco, gramíneas, raigras, lotus, malezas y restos secos).

Cada fracción se pesaba en fresco y se colocaba en estufa a 60° por 48 hrs, se pesaba en seco, se calculaba el porcentaje de materia seca de las diferentes fracciones y posteriormente se realizaban los cálculos para las estimaciones de la contribución de cada fracción al rendimiento total.

Para el tratamiento T sobre campo natural las tasas de crecimiento se determinaron utilizando jaulas de exclusión a razón de una por hectárea. En cada jaula se marcaron cuadros de 20*50 cm. para realizar los cortes de forraje. El método de muestreo utilizado fue una modificación de la técnica de muestreo apareado (Lynch, 1947), donde dos cuadros recibieron un corte previo al ras un mes antes y otros dos no fueron cortados previamente, estimando el crecimiento promedio del período para el rebrote a partir de un remanente cortado y uno que no había recibido corte.

Para el análisis del valor nutritivo del forraje, se utilizaron las muestras secadas previamente a estufa de 60° C por 48 hrs, realizándose los análisis de digestibilidad In Vitro, proteína cruda, fibra detergente ácido y cenizas.

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables analizadas fueron:

- Ganancia diaria de peso de los animales experimentales para los períodos de invierno, primavera, verano y primavera-verano como un solo período.
- Peso a comienzo y fin de cada una de las etapas del experimento y peso promedio de los animales a la pubertad.
- Edad de los animales a comienzo y fin del período experimental como así también la edad promedio a la cual los animales entraron en pubertad.
- Porcentaje de animales dentro de cada manejo invernal que lograron la pubertad.

Las variables continuas fueron analizadas mediante ANOVA, mientras que para aquellas variables categóricas fue utilizado el Fisher's Exact Test para su análisis.

Para el análisis de las variables ganancias de peso, edad, y peso se utilizó el procedimiento GLM del paquete estadístico S.A.S . El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_i = \mu + V_i + \varepsilon$$

Donde:

Y_i = peso vivo, ganancia diaria o edad de la i -ésima observación.

μ = media general de la población.

V_i = efecto del i -ésimo manejo nutricional.

ε = error experimental.

Para analizar la variable porcentaje de vaquillonas que entraron en pubertad por tratamiento se utilizó el procedimiento GENMOD del paquete estadístico S.A.S.

4. RESULTADOS

4.1 PARÁMETROS OBTENIDOS DE LA OFERTA FORRAJERA

De la revisión bibliográfica queda claramente demostrada la relevancia que tiene el plano nutricional en la fisiología reproductiva de los bovinos y su influencia en el momento que las terneras logran la pubertad. En tal sentido se detallaran las características de la base forrajera ofrecida a cada tratamiento durante el manejo invernal y el manejo conjunto, como también la evolución de peso por tratamiento en dichos períodos y los resultados obtenidos sobre las variables reproductivas evaluadas.

4.1.1 Manejo invernal

Durante el manejo invernal, las terneras del tratamiento T (n=12), pastorearon durante 92 días (4/6/02 al 3/9/02) el potrero N° 6, de 6 hectáreas, con una base forrajera de campo natural. La asignación de forraje estimada a inicio del tratamiento fue de 5,11 %, mientras que al final del tratamiento esta se ubicó en 4,78% dado un descenso en los kilogramos de materia seca presentes en el potrero y una baja tasa de crecimiento diario del forraje. A continuación se presentan los kilos de materia seca por hectárea (kg/ha de MS) según la fecha de muestreo y la altura promedio del forraje.

Cuadro IV.1: Disponibilidad (kg/ha de MS) y altura promedio (cm) según fecha de muestreo para el potrero 6 (tratamiento T)

Potrero N° 6	Fecha de muestreo		
	4/6	1/8	3/9
Disponibilidad (kg/ha de MS)	1.575	1.242	1.219
Altura promedio (cm)	4,5	5	3

La tasa de crecimiento de forraje calculada para el período invernal en este potrero fue de 3,6 kg/ha/día de MS, valor que no difiere del promedio encontrado para esta Unidad que se sitúa por debajo de los 5 kg/ha/día de MS (Carriquiry et al. 1993, Bermúdez et al. 2003).

Los análisis de calidad realizados en laboratorio a las muestras de forraje de este campo natural se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro IV.2: Calidad del forraje del campo natural ofrecido y rechazado

Disp./Rech	DMO	PC	FDA	C
Disponible	38.67	8.45	46.2	13.04
Rechazo	53.25	11.3	40.98	18.1

DMO: Digestibilidad de la materia orgánica; PC: Proteína cruda; FDA: Fibra detergente ácido; C: Cenizas

Durante este período y en este potrero, las precipitaciones ocurridas anegaron un área del potrero por lo que la superficie de pastoreo se vio reducida.

El manejo invernal sobre campo mejorado se realizó pastoreando los potreros 4 y 5 de la Unidad Experimental, con una superficie de 6 has cada uno. En el potrero 4 pastorearon durante el manejo invernal los animales asignados al tratamiento M, mientras que en el 5 lo hicieron los animales asignados al tratamiento G. Los pastoreos se realizaron en franjas, ajustando su tamaño según las ganancias diarias de peso obtenidas por cada tratamiento entre dos pesadas consecutivas. En los cuadros IV.3 y IV.4 se presenta la disponibilidad, rechazo y altura promedio del forraje de ambos potreros. En las figuras IV.2 se presenta la composición botánica, expresada porcentualmente, para los potreros 4 y 5 respectivamente.

Cuadro IV.3: Forraje disponible y rechazado (kg/ha de MS) y altura (cm) del potrero N°4 (potrero asignado a los animales del tratamiento M)

Potrero N° 4	Fecha de muestreo		
	20/6/02	1/8/02	4/9/02
Disponible (kg/ha de MS)	3361,8	3573	
Altura disponible (cm)	16,2	7,1	
Rechazo (kg/ha de MS)		2341,8	1238,8
Altura rechazo (cm)		5,7	2,8

Cuadro IV.4: Forraje disponible y rechazado (kg/ha de MS) y altura (cm) del potrero N°5 (potrero asignado a los animales del tratamiento G)

Potrero N° 5	Fecha de muestreo		
	4/6/02	1/8/02	4/9/02
Disponibile (kg/ha de MS)	3317	5592,7	
Altura disponible (cm)	18,5	12,3	
Rechazo (kg/ha de MS)		2600	1842,4
Altura rechazo (cm)		5,5	5,6

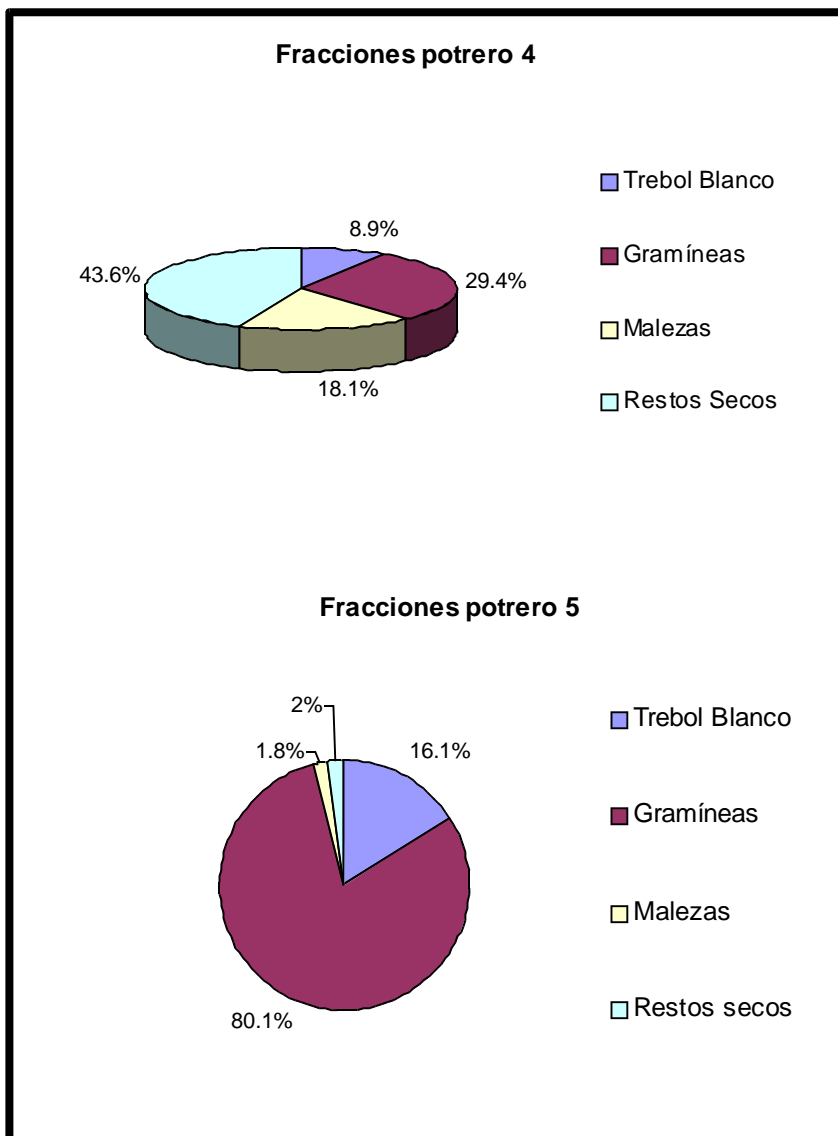


Figura IV.1: Composición porcentual del forraje ofrecido del potrero 4 (tratamiento M) y potrero 5 (tratamiento G)

En el cuadro IV.5 se presentan los resultados de calidad de forraje ofrecido y rechazado para ambos mejoramientos de campo natural según muestras de laboratorio.

Cuadro IV.5: Calidad del forraje ofrecido y rechazado de los potreros 4 y 5

	Disp/Rech.	DMO	PC	FDA	C
POTRERO N°5					
4/6/02	Disponible	43.7	11.6	49.2	20.1
1/8/02	Disp/Rech.*	47.5	12.6	50.9	30.9
4/9/02	Disponible	64.6	15.6	32.4	11.3
4/9/02	Rechazo	64.0	18.4	37.9	20.2
POTRERO N°4					
20/6/02	Disponible(B)	46.8	11.4	46.5	10.8
20/6/02	Disponible(A)	65.4	18.5	34.5	11.6
1/8/02	Disp/Rech.*(A)	43.7	11.6	49.2	20.1
1/8/02	Disp/Rech.*(B)	36.7	13.2	50.3	16.2
4/9/02	Rechazo(B)	47.2	14.1	49.4	32.6

* al manejarse los lotes de terneras en franjas se muestreaban las mismas a la entrada y la salida. Para estos casos el rechazo es a su vez el disponible ya que no se cambiaron de franja. (A/B) franja asignada.

El potrero 4, donde pastorearon las hembras del tratamiento M, se separó primeramente en dos áreas de 1.5 ha cada una, separadas por disímiles en cuanto al tipo de suelo y especies presentes. Un área de suelos más profundos (A) donde la oferta forrajera estaba dominada por leguminosas, 17,2% en promedio para el período invernal y otra de suelos superficiales con afloramientos rocosos (B) y mayor porcentaje de

gramíneas de baja calidad, malezas, restos secos y 4,8% de leguminosas. Las terneras ingresaban a una u otra parcela según la evolución de la ganancia de peso, buscando promediar dichas ganancias para que al final del período invernal estas fueran leves. Para los animales de este tratamiento se manejó una asignación de forraje del 3% en promedio para este período.

A las hembras que pastorearon en el potrero 5 (tratamiento G) se las desplazó dentro del potrero de forma tal de permitirles seleccionar el forraje por ellas consumido lo más posible, apreciándose que las mismas pastoreaban preferentemente las leguminosas por sobre las gramíneas. La asignación de forraje calculada en el período invernal para las hembras de este tratamiento se fue de 15% en promedio.

4.1.2 Manejo primavero-estival sobre campo mejorado

El denominado Manejo Conjunto se extendió desde el 4 de setiembre hasta el 12 de febrero fecha en que se dio por concluido el trabajo experimental. Durante este período, los animales de cada tratamiento se manejaron como un solo lote (n=35), y con el objetivo de lograr altas tasas de ganancia diarias de peso .

Para lograr dicho objetivo, las hembras se manejaron sobre campos mejorados pertenecientes a la Unidad Experimental. Los potreros utilizados fueron los número 5, 4, 2, 3 y 10, en ese orden, manejando los animales sobre ellos según la evolución de la ganancia media diaria de peso entre dos pesadas consecutivas. Al mediar este manejo, un problema en el sistema de bombeo de agua de la Unidad obligó a trasladar, primero diariamente, los animales a consumir agua a los bebederos más cercanos y luego, se debió manejar las hembras en el potrero que disponía de agua de bebida. Esto provocó que no se manejaran las hembras durante un lapso de tiempo sobre un mismo potrero,

sino que las mismas pastoreaban por espacios de tiempo en los potreros antes mencionados, debiendo llevarlas nuevamente al potrero con bebedero. Por tal motivo se estimó un rango en la asignación de forraje que fluctuó entre el 5,5% y 7,3% para el período.

Este inconveniente dificultó la estimación de los rechazos de forraje ya que no se estimó el tiempo total que pastorearon sobre cada uno de los potreros. Sí se estimó la disponibilidad de los mismos y su calidad. En el cuadro IV.6 se presentan los disponibles de cada uno de los potreros pastoreados y en cuadro IV.7 se detalla la calidad de dicho forraje.

Cuadro IV.6: Disponibilidad, rechazo y altura del forraje ofrecido durante el manejo conjunto

FECHA	POTRERO	DISP./RECH.	Kg/ha MS	Altura (cm)
4/9/02	5	Disponible	2341,8	10,6
23/10/02	4	Disponible	5560,6	34,8
31/12/02	4	Rechazo	1968,8	5,4
31/12/02	2	Disponible	4173,6	24,0
15/1/03	3	Disponible	5583,8	22,9
22/1/03	10	Disponible	3587,0	13,7

Cuadro IV.7: Calidad del forraje ofrecido durante el manejo conjunto

FECHA	POTRERO	DISP./RECH.	DMO	PC	FDA	C
4/9/02	5	Disponible	64.6	15.6	32.4	11.3
23/10/02	4	Disponible	52.2	15.1	39.3	11.3
31/12/02	4	Rechazo	42.5	13.8	49.2	11.6
31/12/02	2	Disponible	52.7	9.5	46.1	10.3
15/1/03	3	Disponible	53.8	7.9	47.1	10.9

22/1/03	10	Disponible	59.5	10.6	42.6	10.5
---------	----	------------	------	------	------	------

4.2 PARÁMETROS DE EVOLUCIÓN DE PESO Y PERFORMANCE REPRODUCTIVA

4.2.1 Ganancia media diaria y evolución de peso de las terneras

4.2.1.1 Manejo Invernal

De los resultados obtenidos de los análisis estadísticos, se encontraron diferencias significativas tanto para la variable ganancia media diaria entre tratamientos como también para la variable peso al final del manejo invernal. El modelo utilizado para analizar la variable ganancia media diaria invernal fue altamente significativo para su predicción ($P \leq 0,0001$). Los diferentes manejos nutricionales invernales, permitieron lograr ganancias de peso para esta estación de forma tal que se cumplieron los objetivos prefijados de ganancia de peso para cada tratamiento: pérdida de peso (P), leves ganancias (M) y altas ganancias diarias (G). Estas ganancias diarias de peso diferenciales entre tratamientos, determinaron pesos diferentes entre tratamientos al final del denominado manejo invernal ($P \leq 0,0001$).

Cuadro IV.8: Peso y edad, inicial y final y ganancia media (media \pm em) diaria para el manejo invernal

Tratamiento	Peso a inicio (Kg)	Edad al inicio (Días)	Peso final (Kg)	GMDI (Kg/día)	Edad final (Días)
T (n=12)	155.5 ± 3.4 a	245.5 ± 3.2 a	136.8 ± 4.7 a	-0,220 ± 0,04 a	338,5 ± 3.1a
M (n=12)	155.5 ± 3.4 a	244.0 ± 2.8 a	165.3 ± 4.7 b	0,116 ± 0,03 b	337,0 ± 2.7a
G (n=12)	154.5 ± 3.4 a	249,3 ± 2.6 a	209.2 ± 4.7 c	0,650 ± 0,03 c	342,3 ± 2.5a

T: Grupo perdiendo peso; M: Grupo manteniendo peso; G: Grupo ganando peso

GMDI: ganancia media diaria del período invernal

Letras diferentes expresan diferencias estadísticas superiores al 1%

En la Figura IV.2 se puede observar la evolución de peso de los tres manejos diferenciales invernales.

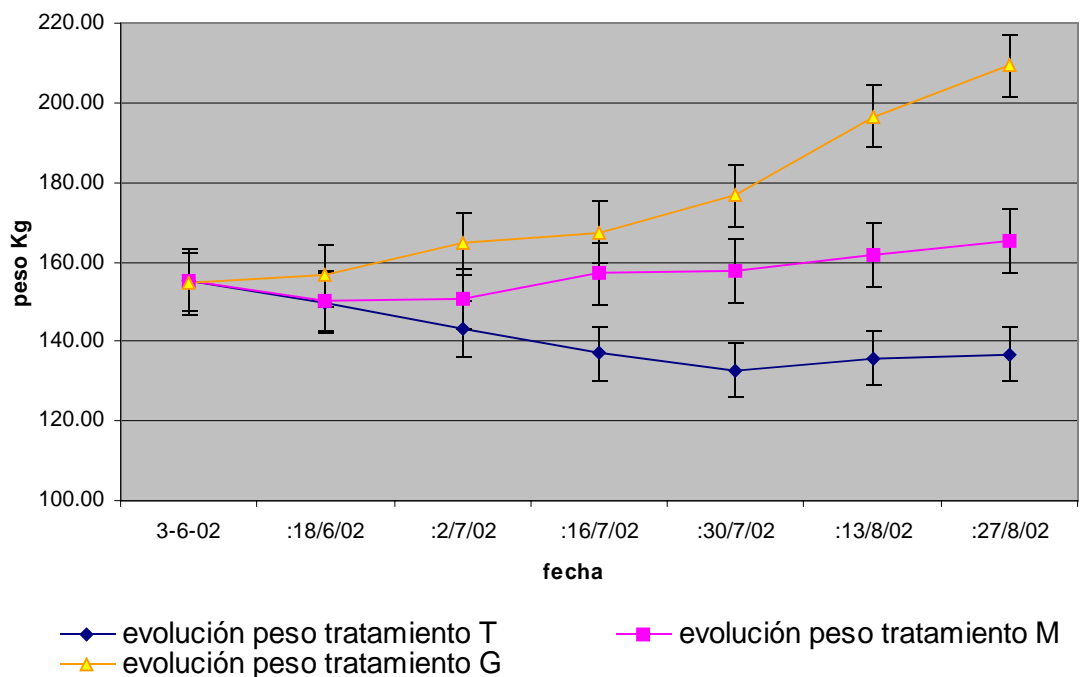


Figura IV.2: Evolución de peso de las terneras durante el manejo invernal

La pérdida de peso registrada por las terneras del tratamiento T fue en promedio de 18,7 kg dado por pérdidas constantes de peso a lo largo del período a razón de $-0,222$

kg/an/d. La magnitud de la pérdida expresada como porcentaje de peso vivo fue de un 12%.

Las terneras del tratamiento M lograron leves ganancias de peso culminando el periodo invernal con casi 10 kg por encima del peso inicial cumpliéndose el objetivo de leves ganancias de peso por parte de este grupo para este período. Se estimó la asignación de forraje para este grupo en 3%. La tasa de ganancia de este grupo fue de 0,116 kg/an/d.

Las hembras asignadas al tratamiento G finalizaron el período pesando 55 kg más por sobre el peso al comienzo de la evaluación. La asignación de forraje calculada para este grupo fue de 15%, logrando una tasa de ganancia para estos animales de 0,650 kg/an/d.

Al finalizar el manejo invernal, la diferencia de peso entre los animales de los tratamientos G y M fue de 47 kg a favor del primero, mientras que entre las hembras de los tratamientos G y T esa diferencia de peso vivo fue de 72 kg. A igual momento las hembras del tratamiento M fueron 25 kg más pesadas que las del tratamiento T.

4.2.1.2 Manejo Conjunto

Terminado el manejo invernal, se reagruparon los tratamientos en un solo lote, para someterlos a un manejo conjunto buscando lograr las mayores ganancias diarias de peso posibles durante el período primavero-estival comprendido entre el 4 de setiembre de 2002 y el 12 de febrero de 2003, fecha en que se dio por concluido el experimento. El modelo utilizado para analizar la variable ganancia media diaria primaveral, estival y primavero-estival, como un solo período de tiempo, fue significativo para su predicción ($P \leq 0,03$), ($P \leq 0,03$) y ($P \leq 0,0001$) respectivamente.

Durante este período murió la ternera identificada con la caravana 1172, perteneciente al tratamiento T, por lo que se eliminaron los registros obtenidos de ella durante las primeras semanas del manejo conjunto, quedando dicho tratamiento con 11 animales (n=11).

Cuadro IV.9: Peso a fin de invierno, primavera y verano según tratamiento invernal (media \pm em)

TRAT	Peso a fin de invierno (kg)	Peso a fin de primavera (kg)	Peso a fin de verano (kg)
T (n = 11)	136.8 \pm 4.7 a	218,7\pm6,2 a	259,1 \pm 6,1 a
M (n = 12)	165.3 \pm 4.7 b	243,3\pm5,9 a	265,3 \pm 5,8 a
G (n = 12)	209.2 \pm 4.7 c	288,6\pm5,9 b	307,8 \pm 5,8 b

T: grupo perdiendo peso; M: Grupo manteniendo peso; G: Grupo ganando peso
 Letras diferentes expresan diferencias estadísticas con $P \leq 0,05$

Las hembras del tratamiento T finalizaron la etapa experimental con una edad de $500 \pm 3,4$ días, las hembras manejadas de forma tal que registraran leves ganancias de peso invernal lo hicieron con $498 \pm 2,7$ días y aquellas que se manejaron durante todo el experimento para que lograran altas ganancias diarias de peso concluyeron la etapa experimental con $503 \pm 2,5$ días de vida en promedio.

Cuadro IV.10: Ganancia media diaria durante primavera, verano y primavera verano según tratamiento invernal (media \pm em)

Tratamiento	<i>GMDP(Kg/día)</i>	<i>GMDV (Kg/día)</i>	<i>GMDPV (Kg/día)</i>
T	0,947 \pm 0,03 a	0,481 \pm 0,02 a	0,715 \pm 0,02 a
M	0,812 \pm 0,03 b	0,369 \pm 0,02 b	0,592 \pm 0,02 b
G	0,934 \pm 0,03 a	0,227 \pm 0,02 c	0,583 \pm 0,02 b

T: grupo perdiendo peso; M: Grupo manteniendo peso; G: Grupo ganando peso

GMDP: ganancia media diaria del período primaveral

GMDV: ganancia media diaria en verano

GMDP-V: ganancia media diaria del período primavero-estival

Letras diferentes expresan diferencias estadísticas con $P \leq 0,05$

Los resultados de los análisis estadísticos indican que solo el tratamiento manejado durante el invierno de forma tal que lograra altas tasas de ganancias diarias (G), al concluir el período primaveral, era más pesado en promedio que los restantes dos tratamientos (T y M). Sin embargo, analizando las ganancias diarias de dicho período, solo se encontraron diferencias estadísticamente significativas para la ganancia media

diaria obtenida por el tratamiento M, la que fue menor que la registrada por los tratamientos T y G.

Para la variable peso a fin de verano, los resultados obtenidos en los análisis estadísticos mostraron que el tratamiento G continuaba siendo más pesado en promedio que los tratamientos T y M, los que no difirieron estadísticamente entre sí para esta variable. Respecto a la ganancia media diaria para este período sí se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos, siendo la registrada por el tratamiento T la más elevada, seguida por la del tratamiento M y la de menor magnitud resultó ser la obtenida por el tratamiento G.

Si tomamos la primavera y el verano como un solo período de análisis, la ganancia media diaria para el período primavero-estival, no fue significativamente diferente entre los animales de los tratamientos M y G, pero sí entre ellos y los del tratamiento T, la que fue de mayor magnitud. En la Figura IV.3 se presenta la evolución de peso de cada grupo de animales asignados a los distintos tratamientos diferenciales invernales, durante el denominado manejo conjunto.

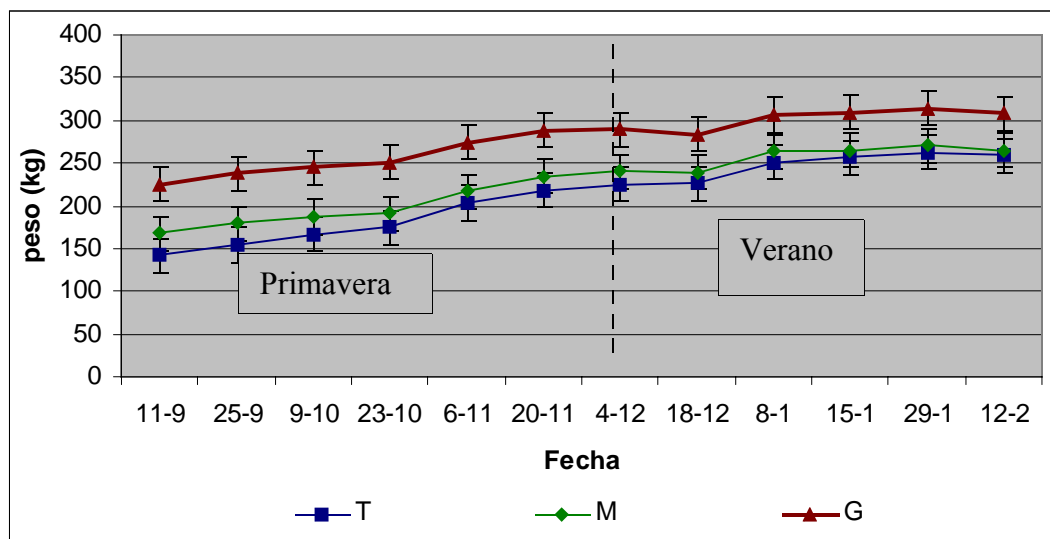
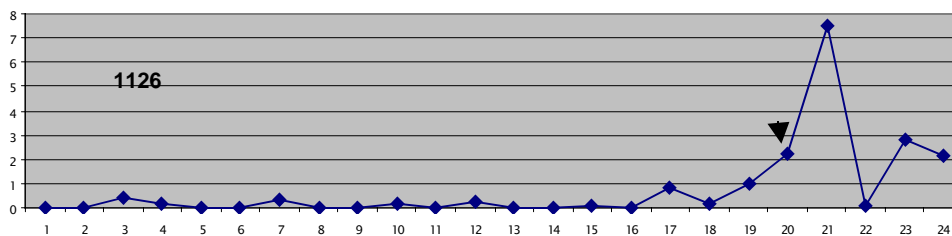
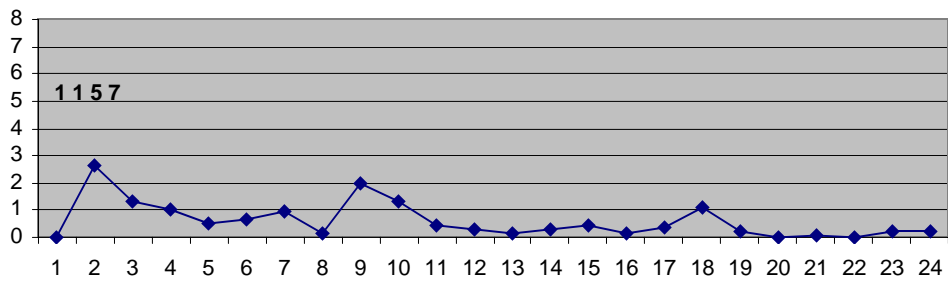
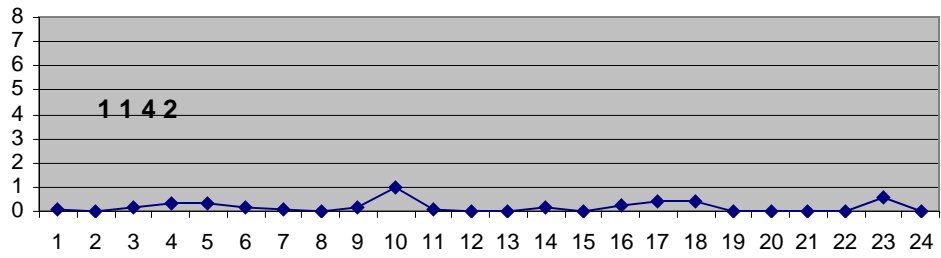
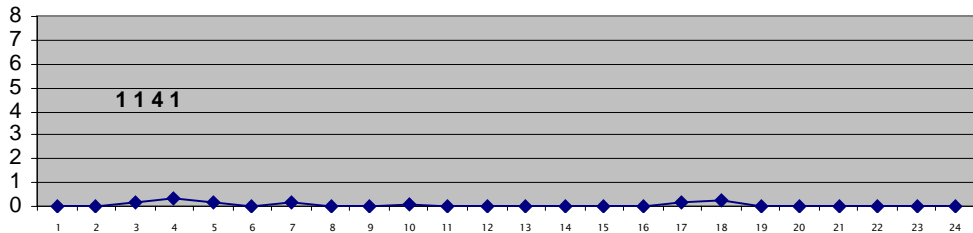
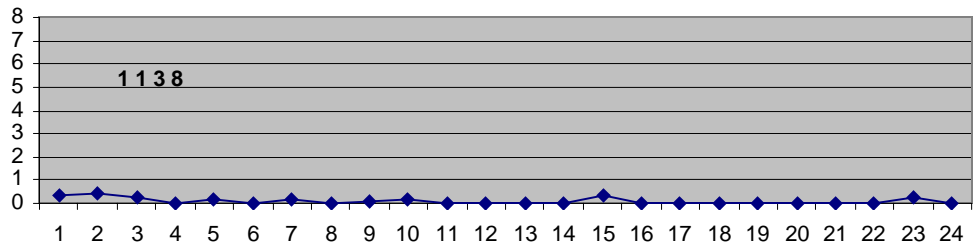
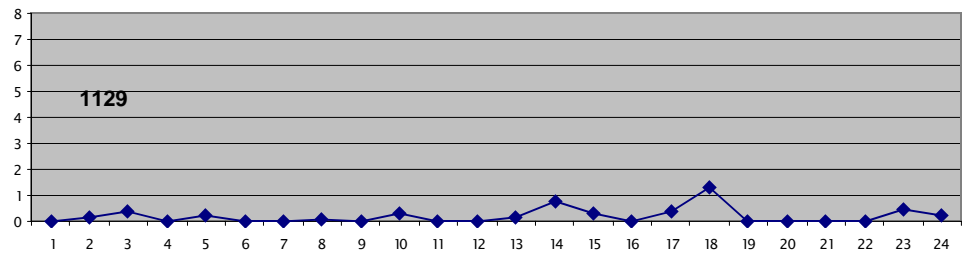


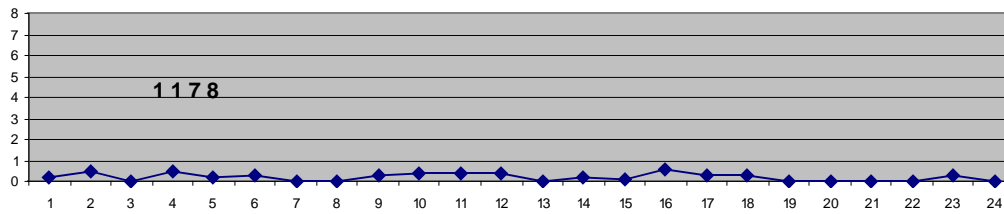
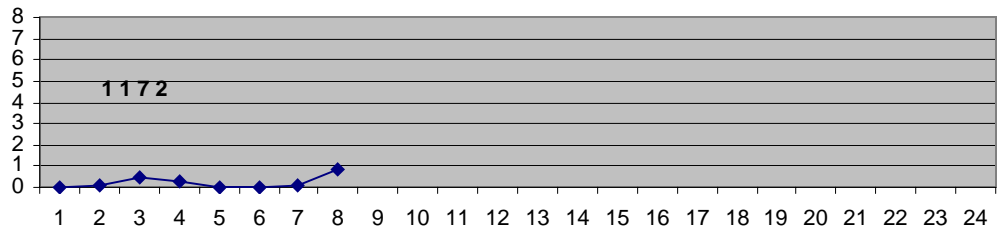
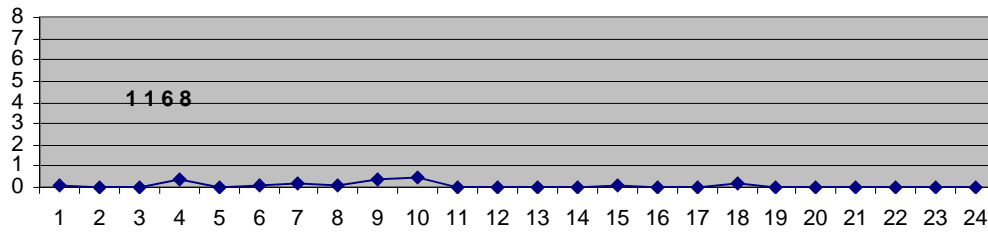
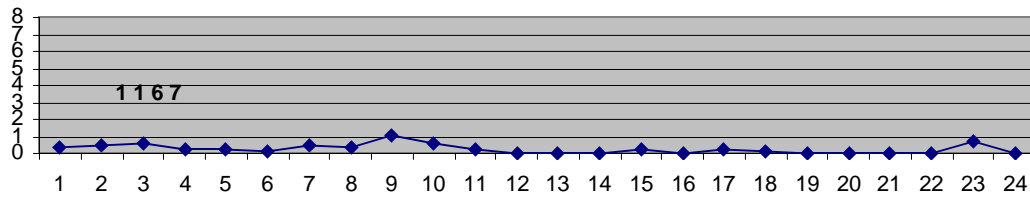
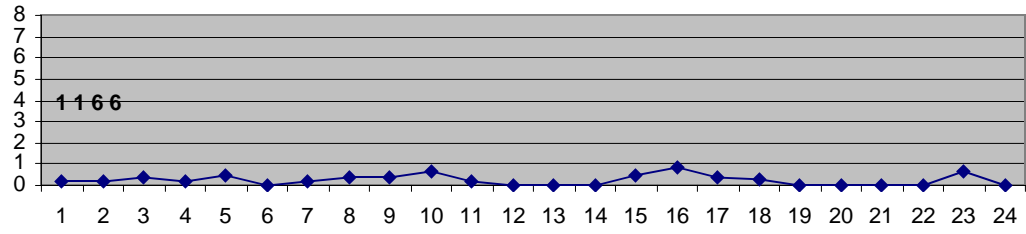
Figura IV.3: Evolución de peso de las terneras durante el manejo conjunto

4.2.2 Resultados reproductivos

En las figuras IV.4, IV.5 y IV.6 se muestran los perfiles de progesterona de cada una de las terneras según el tratamiento invernal al que fueron sometidas. Los valores de progesterona plasmática previo a la entrada en pubertad se encuentran a niveles basales, no registrándose en su concentración valores por encima a 1ng/ml. Se consideró que un animal entraba en pubertad cuando, debido a la existencia de un cuerpo lúteo funcional, los valores de progesterona en plasma superaban dicho umbral (1ng/ml) por dos sangrados consecutivos. Este aumento en el tenor de progesterona en plasma indicaría la ocurrencia de una ovulación entre 5 y 7 días previos al pico de progesterona. La primer muestra de progesterona en plasma de dos consecutivas, por encima de 1 ng/ml, fue el momento que se consideró en el cual la hembra entra en pubertad y por tanto se utilizó para los cálculos. Aquellas hembras que al principio del periodo de sangrado (primeros cuatro muestreos) presentaron registros de progesterona por encima de 1 ng/ml y después no volvieron a presentarlo no se las consideró como que hubieran logrado la pubertad ya que podría inferirse que dicha secreción es a nivel adrenal causada por el stress de la rutina de sangrados.







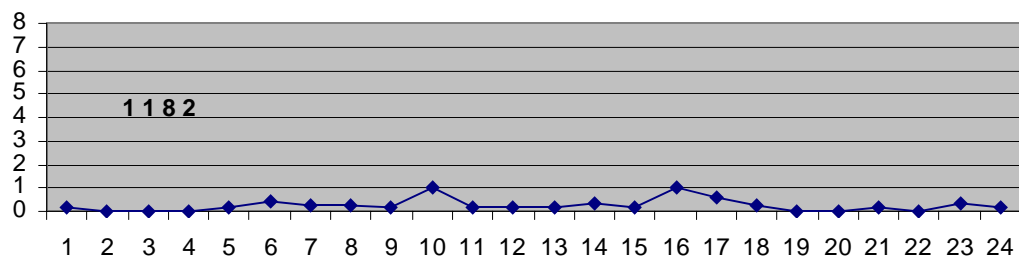
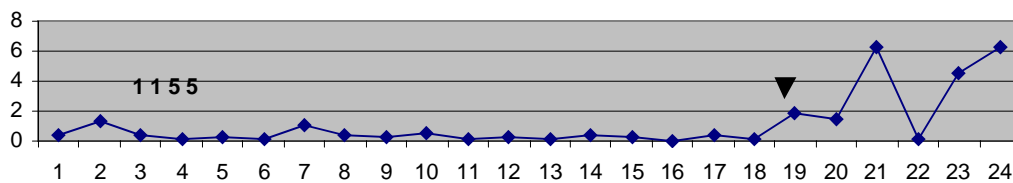
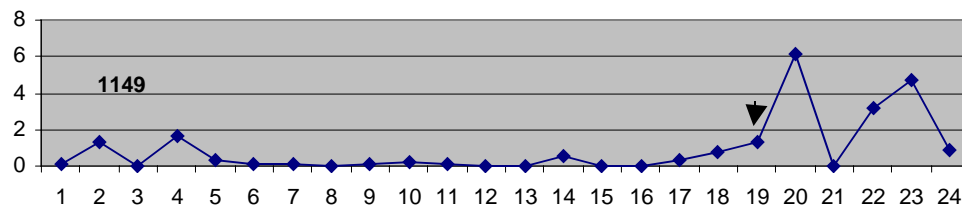
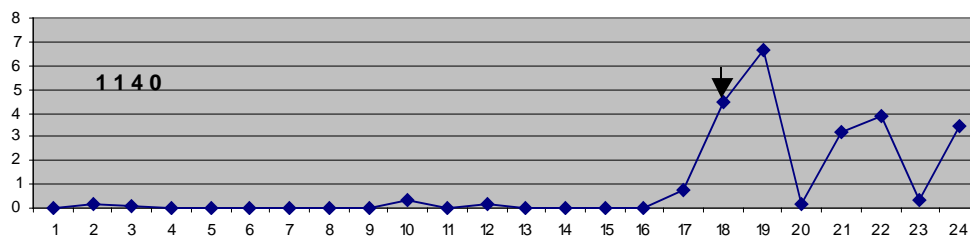
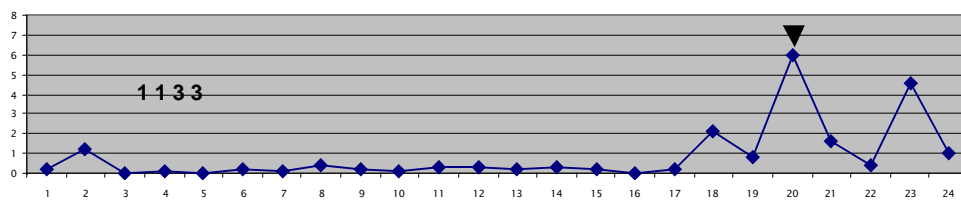
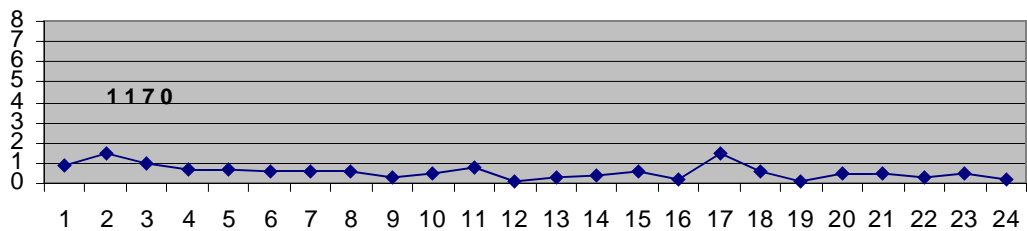
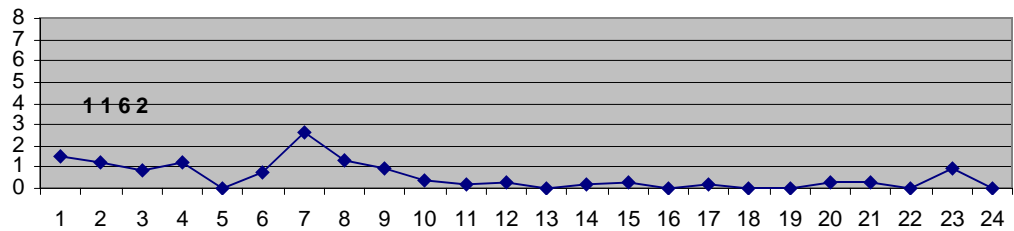
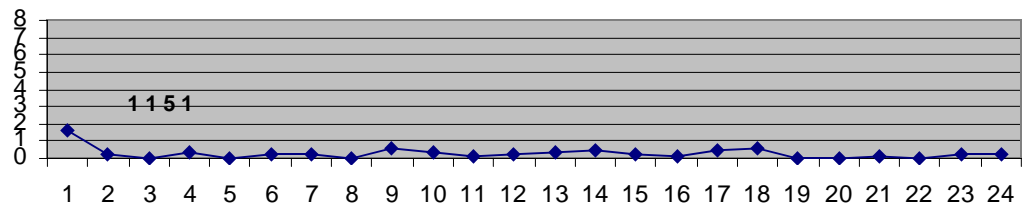
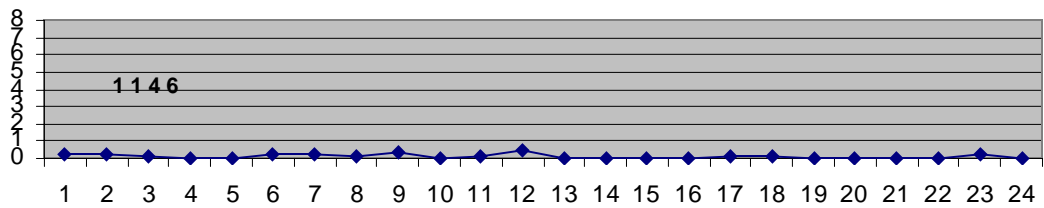
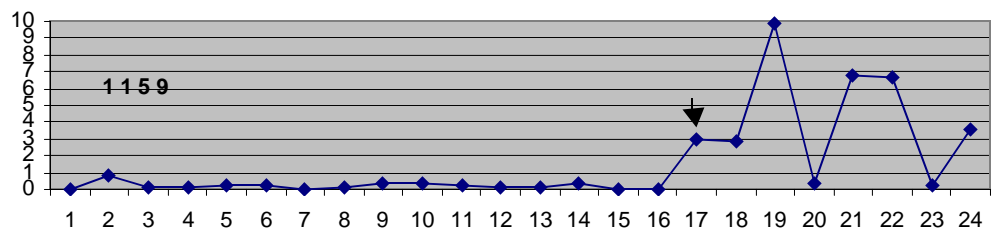


Figura IV.4: Perfiles de progesterona de la hembras del tratamiento T (campo natural)





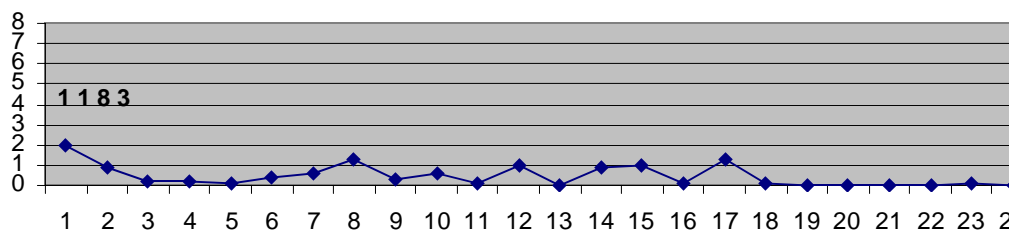
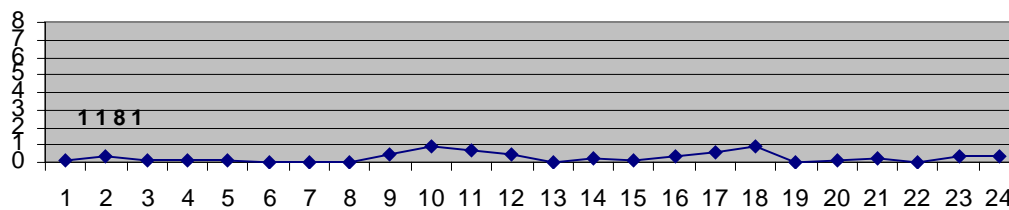
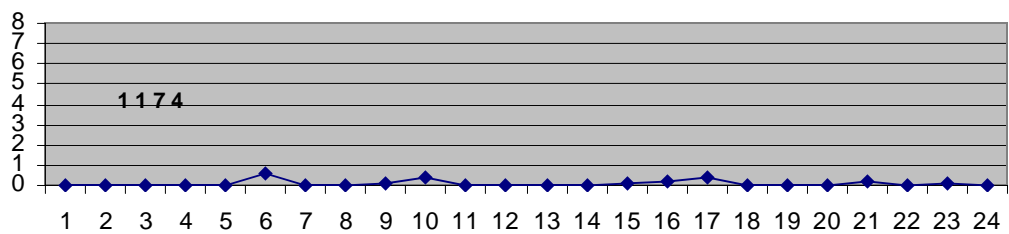
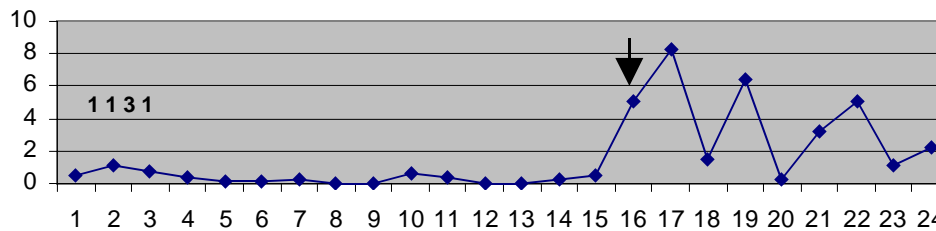
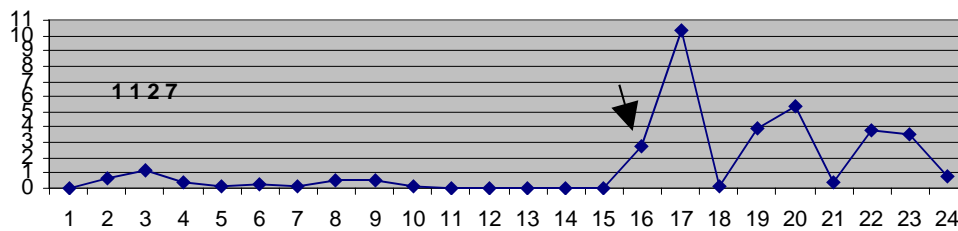
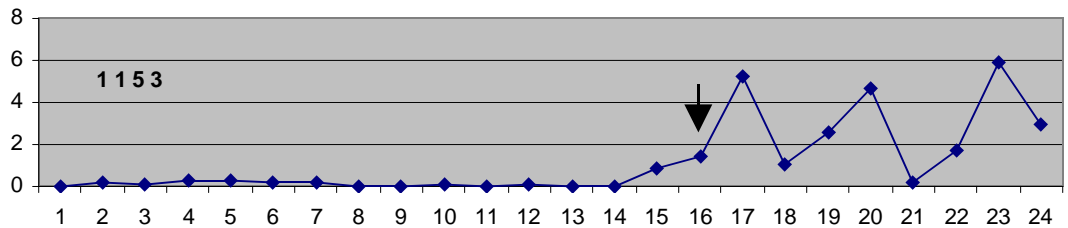
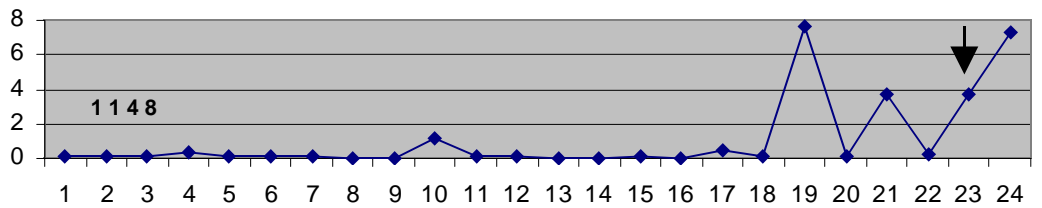
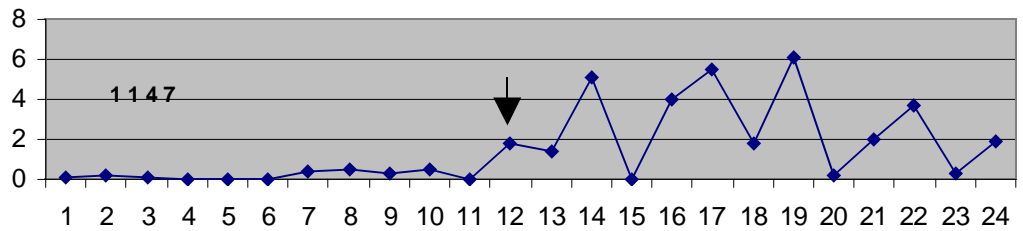
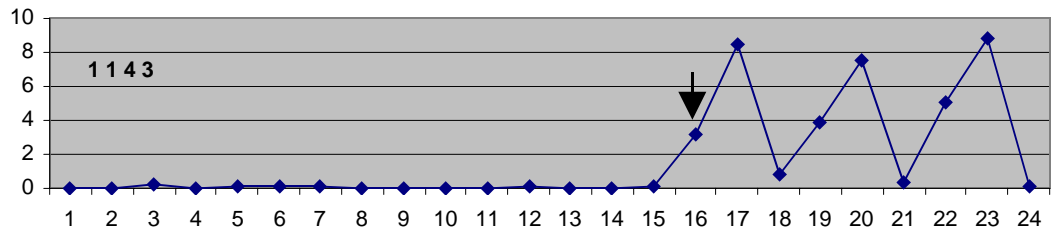
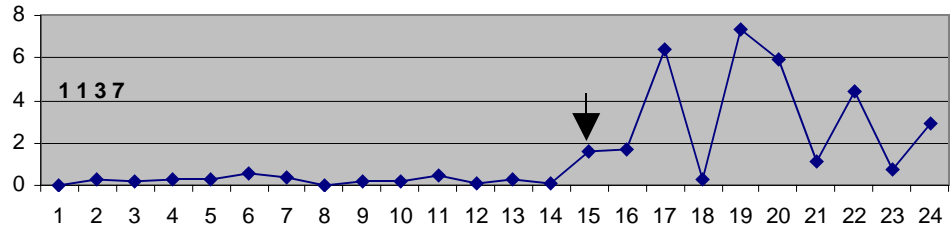
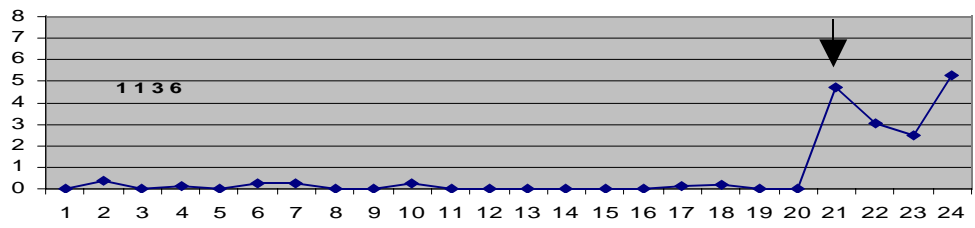


Figura IV.4: Perfiles de progesterona de las hembras del tratamiento M





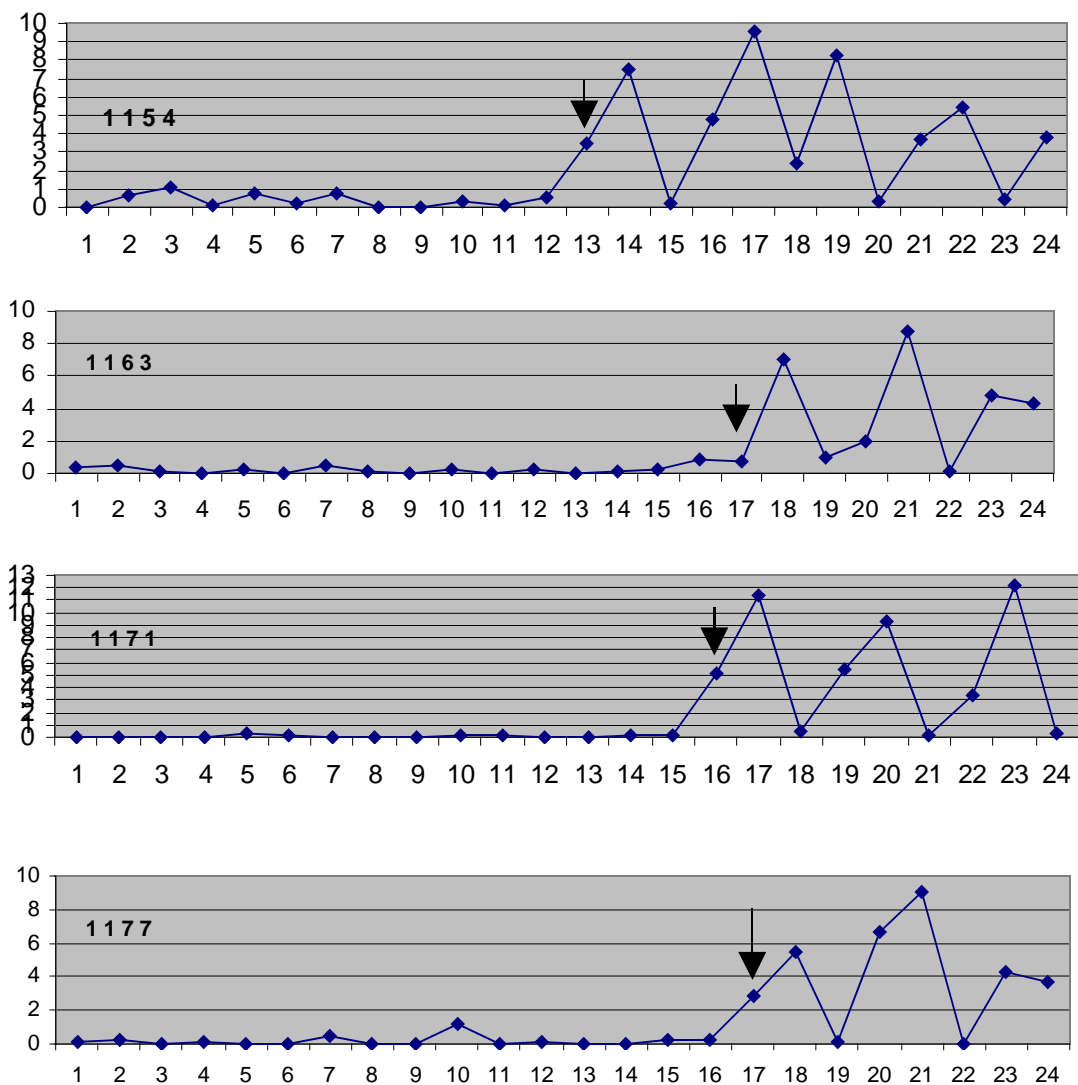


Figura IV.6: Perfiles de progesterona de las hembras del tratamiento G

En el tratamiento que fuera manejado de forma tal que se registraran pérdidas de peso durante el invierno (T), solo un animal se consideró que entró en pubertad (1/11) a un peso mucho menor que los registrados para los otros dos grupos y a mayor edad, mientras que para el tratamiento que se manejó de forma tal que obtuviera leves ganancias de peso en el invierno (M), cinco fueron los animales que se consideraron que

entraron en pubertad (5/12), y para aquellos animales que lograron altas tasas de ganancia de peso durante el invierno (G) todos los animales entraron en pubertad (12/12) a mayores pesos y menor edad absoluta en días que los otros dos tratamientos ya que estadísticamente no se encontraron diferencias significativas.

Cuadro IV.11: Peso, Edad en días y Edad en meses (media \pm em), de las hembras que lograron la pubertad según manejo invernal

Tratamiento	Peso a Pubertad	Edad (días) a Pubertad	Edad (meses) a Pubertad
T (n=11)	246 \pm 17,5 a	486 \pm 21,2 a	16,2 \pm 0,7 a
M (n=12)	277,8 \pm 7,8 ab	466,2 \pm 9,5 a	15,5 \pm 0,3 a
G (n=12)	294 \pm 5,0 b	452,5 \pm 6,1 a	15,1 \pm 0,2 a

T: grupo perdiendo peso; M: Grupo manteniendo peso; G: Grupo ganando peso

Letras diferentes entre filas expresan diferencias estadísticas $P \leq 0,05$

Cabe destacar que las bajas probabilidades obtenidas para las variables edad en días y en meses a pubertad. Estas están fuertemente influenciadas por el bajo número de animales evaluados en cada tratamiento. A esto se agrega que en el grupo de terneras sometidas a pérdidas de peso durante el período invernal, solo un animal entró en pubertad dificultando el análisis estadístico entre tratamientos.

Para las variables días a pubertad promedio y meses a pubertad promedio por tratamiento, entre los animales que entraron en pubertad según el manejo nutricional invernal diferencial al que fueron sometidos, no se encontraron diferencias estadísticas significativas. Sin embargo las terneras del grupo G entraron en pubertad 33,5 días antes que las del grupo T ($P=0,22$). Esto estaría indicando, con una probabilidad del 78%, que las hembras que no sufrieron pérdidas de peso durante el invierno y lograron elevadas ganancias de peso en primavera y verano, lograron entrar antes en pubertad. Si bien esto no presentó una diferencia estadística la razón principal puede deberse al bajo número de animales que entró en pubertad en el tratamiento T.

Respecto al peso promedio a pubertad, el resultado del análisis estadístico indica que existen diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos T y G, logrando este último entrar a pubertad con mayor peso promedio por animal que el primero, pese a que solo una hembra en el tratamiento T logró su primer ciclo estral en el período de evaluación.

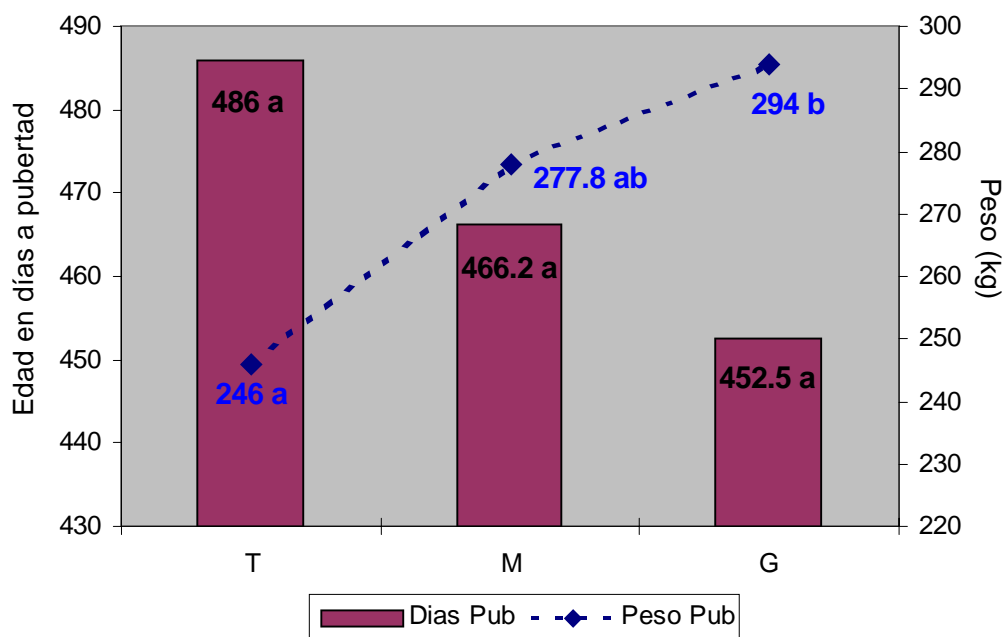


Figura IV.7: Días y peso promedio a pubertad según tratamiento invernal

Para la variable porcentaje de animales que entraron en pubertad según el manejo nutricional invernal al que fueron sometidos, el análisis estadístico muestra que el tratamiento G es estadísticamente diferente al T ($P \leq 0,002$) y al M ($P \leq 0.02$). Las terneras que ganaron 0.116 kg/a/d durante el invierno (tratamiento M) tendieron ($P = 0.10$) a alcanzar la pubertad en mayor proporción que aquellas que perdieron 0.220 kg/a / d (tratamiento T) (42 % vs 9 % para las terneras de M y T respectivamente).

Cuadro IV.12: Porcentaje de hembras que lograron la pubertad según tratamiento nutricional invernal

<i>Tratamiento</i>	<i>% hembras en Pubertad</i>
T	9,1 b (1/11)
M	41,7 b (5/12)

G **100 a (12/12)**

Letras diferentes entre filas $p < 0.05$

T vs. M : $P = 0,10$

Analizando la concentración de progesterona en suero plasmático al momento de determinarse la entrada en pubertad, primer ciclo estral, los análisis estadísticos no mostraron diferencias significativas ($P < 0,547$) entre los tratamientos, por lo que las concentraciones de progesterona en suero plasmático no fueron afectadas por los diferentes tratamientos nutricionales invernales.

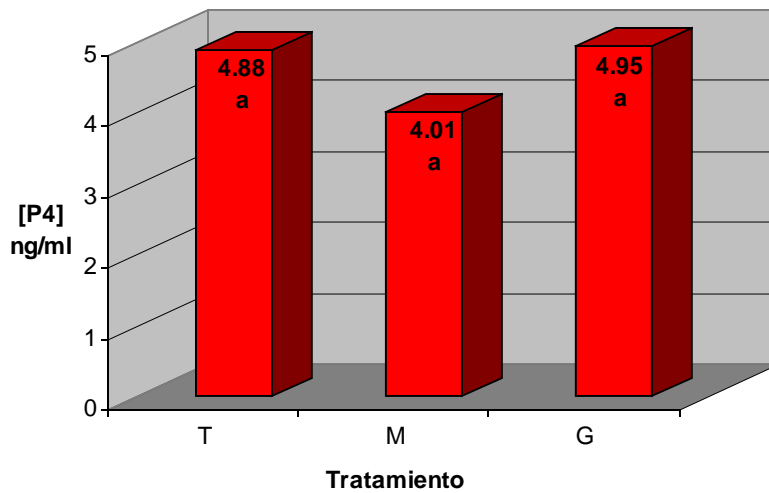
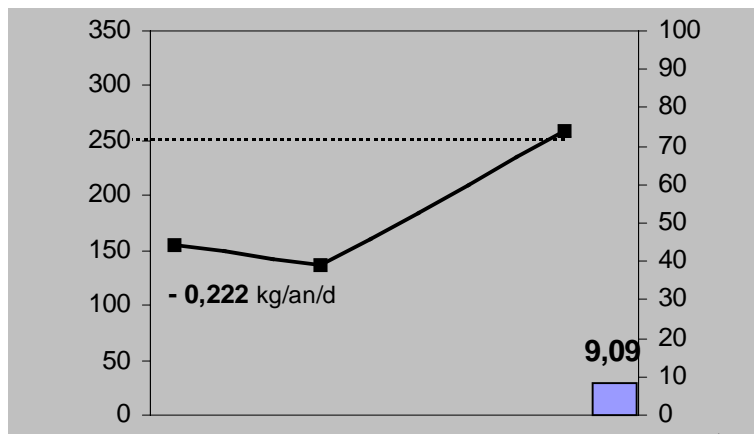


Figura IV.8: Concentración promedio de P4 de las hembras que lograron la pubertad según tratamiento invernal

En la figura IV.9 se muestra en conjunto, la ganancia diaria invernal promedio registrada por las hembras de cada tratamientos y el porcentaje de hembras púberes



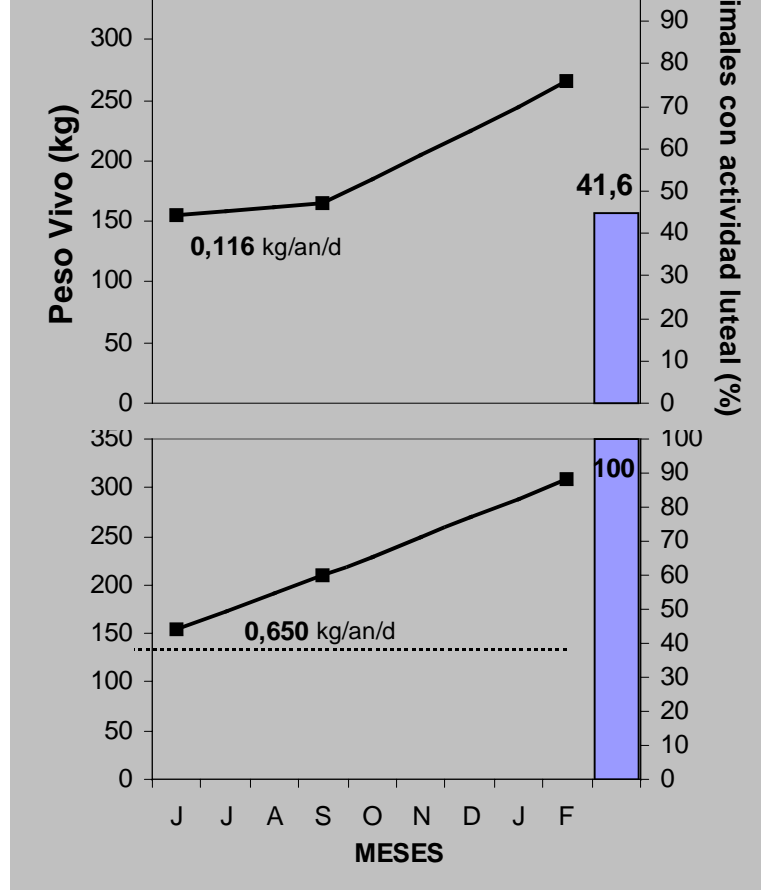


Figura IV.9: Ganancia media diaria invernal y porcentaje de animales con actividad luteal al final del trabajo experimental según tratamiento

5. DISCUSIÓN

Primeramente debemos tener en cuenta que para el período experimental se registraron precipitaciones por encima del promedio histórico para los meses en que transcurrió el experimento, 140,5 vs. 113,3 mm respectivamente. Por lo tanto no se

consideró la ocurrencia de un déficit hídrico que limitara la producción de forraje de los potreros utilizados que pudiera afectar la obtención de las ganancias de peso estipuladas. Tampoco se generaron problemas de piso que perjudicaran el manejo durante el invierno, por tratarse de mejoramientos de campo natural. Sí se constató en el potrero N° 6, cuya base forrajera fue campo natural y donde se manejaron las terneras para que registraran pérdidas de peso, que se redujo el área de pastoreo por encontrarse anegada un área del mismo durante un período prolongado del manejo invernal.

El manejo nutricional diferencial impuesto a cada grupo de hembras fue exitoso, lográndose tres tasas de ganancia diaria de peso invernal diferentes (T= -0,220; M= 0,116 y G= 0,650 kg/a/día), con la consecuente diferencia de peso vivo a la salida del invierno entre los animales de cada tratamiento (T= 137; M= 165; G= 209 kg/an).

Estas ganancias de peso diferenciales, tanto las positivas (tratamientos G y M) como las negativas (tratamiento T), se explican por una base forrajera diferente (mejoramiento de campo vs. campo natural respectivamente), una asignación diferencial de forraje (para el caso de los tratamientos G= 15% y M=3%), diferente composición botánica en su fracción leguminosa de los mejoramientos (16,1% = tratamiento G y 8,9%= tratamiento M), calidad del forraje ofrecido y manejo del pastoreo. Estos datos se condicen con los reportados por Carámbula (1996) quien explica que aumentando el porcentaje de leguminosas de la pastura ofrecida, mejora sensiblemente la ganancia de peso por animal dada una mejora en la calidad de la dieta ingerida. Las ganancias de peso registradas en el experimento son similares a las encontradas por Quintans (1993, 1994), Ayala (1996), Pigurina (1997), Soca (2001), Barreto y Negrín (2005) trabajando con similares bases forrajeras y asignaciones de forraje en terneras y vaquillonas, a nivel nacional.

Si se considera la ganancia de peso como un indicador del status metabólico animal, aspecto al que se señala como uno de los más relevantes para que las hembras

logren la pubertad por afectar el funcionamiento de las neuronas secretoras de GnRH y el factor de crecimiento insulínico (sistema IGF-I) (Lindsay et al. 1993, Senger 2004) es dable esperar que las hembras que registraron importantes pérdidas de peso durante el manejo invernal no lograran cubrir sus requerimientos. Para este punto debemos tener en cuenta que si bien no se determinó consumo, la altura del forraje del campo natural limitó la aprehensión del forraje ofrecido la que se ubicó en promedio para el período invernal (4/6/02 al 3/9/02) en 4,1 cm, altura inferior a 5 cm por debajo de la cual el consumo disminuye entre un 10 a un 15% (Rovira, 1996). Quintans (2002) reportó que las principales limitantes en el consumo de forraje y por ende sobre la ganancia de peso en animales pastoreando campo natural, son la baja disponibilidad y altura de la pastura, asociadas fundamentalmente al escaso crecimiento invernal de las mismas, y a la escasa calidad o valor nutritivo del forraje, relacionado a altos contenidos de fibra detergente neutro y/o fibra detergente ácido y a bajos niveles de digestibilidad de la materia orgánica y proteína cruda.

La causa más frecuente de rendimientos inferiores a la media de los animales se debe a reducciones en el consumo de alimentos. En términos prácticos equivale a decir un consumo inadecuado de energía. La escasa ingestión de energía no solamente limita la producción sino que en casos de una ingestión deficiente severa se afecta también el mantenimiento del animal (Trujillo y Marichal, 1999). Este concepto también es reportado por Eckles, Joubert, Hansson, Crichton et al. Wiltbank et al., citados por Short y Bellows (1971).

Por su parte, la función primaria de los compuestos nitrogenados alimentarios (proteína), es proveer o generar una mezcla adecuada de aminoácidos disponibles para ser metabolizados por los animales (Trujillo y Marichal, 1999). En tal sentido se calcularon los requerimientos de energía neta de mantenimiento (EN) y proteína, asumiendo que el forraje desaparecido fue consumido y que además se dieron las pérdidas propias del proceso de crecimiento del forraje (senescencia) y perdidas por

pisoteo y deyecciones como principales. En el ANEXO 1 se muestran los requerimientos de energía y proteína de la categoría como también la oferta de estos atributos de la pastura y las ganancias de peso logradas.

De las estimaciones realizadas puede constatarse que el tratamiento manejado de tal forma que registrara pérdidas de peso durante el invierno, registró un déficit energético de casi la mitad (44 %) de sus requerimientos de mantenimiento para este atributo y un déficit del 16,5% en el consumo de proteína cruda. Para los tratamientos que registraron leves y altas ganancias diarias de peso, los requerimientos de la categoría fueron cubiertos por la pastura, no registrándose déficit que pudieran limitar las ganancias de peso en este período de evaluación.

Se explican entonces las pérdidas de peso del tratamiento T (-0,220 kg/an /día) dado un déficit energético y proteico de la dieta consumida, a lo que se suma una baja tasa de crecimiento invernal, (3,6 kg/ha/d de MS) que no compensó el déficit y una baja altura del forraje (4,1 cm) ofrecido. Estas características del campo natural y performance animal durante el período invernal ya fueron reportadas por Ayala et al. (1993), Quintans et al. (1993), Carriquiry et al. (1993), Bermúdez et al. (2003), trabajando con igual base forrajera y categorías en crecimiento para la zona este. Como consecuencia, en este período se producen importantes pérdidas de peso vivo que se cuantificaron entre 10 y 15 %, especialmente en categorías en crecimiento, registrándose pérdidas de hasta 0.100 kg/a/día en terneras y de hasta 0.200 kg/a/día en vaquillonas de sobreaño (Quintans et al. 1993, 1994). En el caso de las hembras del tratamiento T se registró una pérdida de peso del 12% del peso promedio, valor comprendido en el rango reportado.

En el caso del tratamiento M, grupo de hembras manejadas para obtener leves ganancias de peso, estas ganancias se lograron destinándolas a pastorear dos áreas diferentes dentro del mismo potrero en cuanto a su composición botánica,

principalmente en porcentaje de leguminosas (17,2% y 4,8%) y disponibilidad. Estas ganancias responden al manejo del pastoreo implementado durante este período.

Las terneras del tratamiento G se manejaron favoreciendo en lo posible la selección de la dieta por parte de las hembras, asignándoles franjas quincenales con buena disponibilidad y altura del forraje, no dejando remanentes inferiores a 5 cm de forma de lograr una adecuada recuperación de la pastura y favoreciendo el desarrollo de la fracción leguminosas del potrero (Matches, citado por Carámbula, 1996).

Las ganancias y pérdida de peso invernales se ajustan, para cualquiera de los tres tratamientos, a las reportadas por Quintans (1993, 1994, 2000), Ayala (1996), Pigurina (1997), Soca (2001), explicadas por el manejo del pastoreo realizado, no difiriendo las pasturas ofrecidas en cuanto a sus atributos a los manejados en la bibliografía para la Unidad Experimental.

Al reagruparse las terneras de los tres tratamientos en un solo lote, (manejo conjunto), se buscó que las mismas logaran las mayores ganancias de peso posibles para el período comprendido entre el 4/9/02 y el 12/2/03. Para tal fin se las manejó sobre mejoramientos de campo durante este período. Para el análisis de este segundo tramo experimental debemos separar el manejo conjunto en un primer período primaveral y en otro estival, dado las variaciones en la calidad del forraje ofrecido producto de la maduración de las especies del campo natural y de las especies introducidas.

Las hembras lograron altas ganancias de peso durante la primavera independientemente de cual fue su manejo invernal (T= 0, 947 kg/a/d; M= 0,812 kg/a/d; G= 0, 934 kg/a/d). Estas ganancias se lograron manejando las terneras favoreciendo la selección del forraje por parte de ellas, pastoreando potreros con una proporción de leguminosas promedio en el entorno al 12,8 %, alta calidad del forraje ofrecido (DMO>50%; PC>13,7%), alta disponibilidad (4025 kg/ha de MS en promedio) y altura

de la pastura (>23cm en promedio). Manejando una similar oferta forrajera para esta categoría en la Unidad Palo a Pique (3700 kg/ha de MS; 12% leguminosas; 17,5 cm de altura) Quintans (2000) logró ganancias diarias que se asemejan a las logradas en el trabajo experimental. Wiltbank (1969) logró ganancias para vaquillonas cruza Angus x Hereford de 0,861 kg/an/día suministrando una dieta según los requerimientos de NRC 1984.

Nótese para este período una tasa de ganancia de 0,947 kg/a/d para el caso de las hembras del tratamiento T, ganancias superiores a las encontradas por Quintans (1993) de 0,696 kg/an/d para igual estación del año e igual categoría, pero sobre campo natural. Estas tasas de ganancia determinaron que las terneras del tratamiento T aumentaran en este período 82 kg su peso vivo. Las ganancias de peso entre el grupo T y G no presentaron diferencias significativas.

Llama la atención la menor ganancia media diaria primaveral registrada por las hembras que lograron leves ganancias de peso durante el período invernal (0,812 kg/an/día), ya que según Lawrence y Pearce (1971), invernando terneros a un nivel medio de restricción, obtuvieron ganancias diarias de peso en la realimentación de 0.980 kg/d. A campo, se pudo observar en este período de reagrupamiento de los lotes, un efecto de dominancia en el potrero de las terneras pertenecientes al tratamiento G sobre las terneras del tratamiento M. Sin embargo, es sólo una observación que no permite extraer una conclusión.

Durante el período estival las ganancias diarias de peso se redujeron para los tres tratamientos (T= 0,481; M= 0,369; G= 0,227 kg/an/día) debido principalmente a una disminución en el porcentaje de proteína cruda y aumentos en la fracción fibra detergente ácido (fracción que contempla la lignina, celulosa y minerales en planta), atributos ya reportados por Carámbula (1996), Quintans (1993) para pasturas mejoradas.

Los valores de digestibilidad de las pasturas (55,5% en promedio) se encuentran en el rango mencionado por Carámbula (1996) que se ubica entre el 55 a 65% de digestibilidad de las pasturas para el período comprendido entre floración a madurez fisiológica. También se registró un aumento en la proporción de restos secos, producto de la maduración y semillazón de especies naturales e introducidas en el tapiz.

Pese a registrarse esta merma en las ganancias diarias de los tres grupos, las terneras del tratamiento invernal T mantuvieron ganancias diarias superiores a los otros dos tratamientos, sugiriendo que aquí ya se expresa un efecto de tasa de crecimiento compensatoria. Se registró al fin del período experimental que los tratamientos T y M no difirieron estadísticamente en su peso, los que se emparejaron (259 kg y 265 kg respectivamente). La caída en las ganancias diarias estivales registradas son contrastantes con las ganancias citadas por otros autores para igual estación del año pero en vaquillonas 0.588 kg/d (Frick y Borges, 2003) y 0.548 kg/d (Quintans, 1993).

Si consideramos el período primaveral y estival como uno solo, las terneras que perdieron peso en su primer invierno de vida registraron ganancias diarias superiores (0,715 kg/d) a las de los tratamientos M (0,592 kg/a/d) y G (0,583 kg/a/d) entre las cuales no se encontraron diferencias estadísticas significativas. Estas ganancias diarias superiores para el tratamiento T coinciden con el fenómeno descrito por Ryan, citado por Frick y Borges (2003), que si la restricción es muy severa de forma que se registren pérdidas de peso o tan solo se mantenga el peso, se desencadena una respuesta compensatoria que puede prolongarse hasta durante un año. Es así que podemos considerar que al realimentar las terneras del tratamiento T en la primavera, estas manifestaron una ganancia de peso compensatoria que duró hasta el fin del trabajo experimental. Los datos del presente trabajo coinciden con las observaciones de Verde (1973) quien destaca que se ha observado crecimiento compensatorio en animales con pérdida de hasta 0,200 kg/d. Sin embargo dicho autor sugiere que el nivel de restricción más recomendable para que los animales expresen un óptimo crecimiento compensatorio

oscilaría entre 100 y 200 grs de ganancia diaria. Cabe destacar que en el presente trabajo las terneras del tratamiento M registraron ganancias diarias invernales de 0,116 kg/a/d y no manifestaron tasas de ganancia compensatorias.

Las hembras del tratamiento G fueron al final del período experimental más pesadas (308 kg) que las hembras de los otros dos tratamientos (T= 259 kg y M= 265 kg), diferencia que se mantuvo desde el final del manejo invernal, producto de las ganancias diarias superiores invernales. Pese a registrar ganancias de peso superiores en verano, las hembras del tratamiento T y M no lograron recuperar las diferencias en kilos de peso vivo provocadas por la alimentación diferencial invernal, dentro del período experimental evaluado.

Las ganancias diarias registradas durante el primer invierno de vida de las hembras condicionaron la entrada en pubertad. Este efecto se observó con diferencias estadísticamente significativas para las variables peso y porcentaje de animales que entraron en pubertad. El peso al que la hembra del tratamiento T logró la pubertad fue menor que el de los animales de los tratamientos M y G. Este resultado, si bien contempla un solo animal, coincide con los encontrados por Sampedro, citado por Frick y Borges (2003) que manejando terneras Hereford sobre campo natural, éstas alcanzaron la pubertad con 543 días de edad (algo más de 17 meses) y tan solo 210 kg de peso.

En esta Tesis no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para concentración de progesterona en suero plasmático, datos también encontrados por Bergfeld (1994) en su trabajo sobre este tema.

Las hembras que registraron las mayores ganancias de peso durante su primer invierno de vida lograron entrar en pubertad con mayor peso (G= 294 kg vs. M= 277 kg y T= 246 kg), y en mayor proporción (G= 100% vs. M= 42% y T= 9%) que aquellas que

mantuvieron o perdieron peso durante igual período. Estos pesos y porcentajes de animales que logran la pubertad se alinean con los reportados por Lusby (s.f.), Roman y Hruska (2003), y Barreto y Negrín (2005). Estos últimos autores trabajando en la Unidad Experimental Palo a Pique, reportaron que del lote de hembras que perdieron peso en el invierno solo un 39% presentó actividad luteal a un peso de 278 kg, mientras que las hembras que registraron ganancias de peso en su primer invierno de vida, un 83% de ellas presentaron actividad luteal y lo hicieron a un peso promedio de 295 kg.

Estos pesos estarían indicando que en condiciones de pastoreo a nivel nacional, en sistemas de entores anticipados de 14 o 15 meses, los 280 kg de peso estático recomendados a campo para entorar vaquillonas de razas británicas no serían suficientes, para lograr en un lote de hembras concepciones tempranas y en un alto porcentaje ya que no todas habrán entrado en pubertad. Por otra parte y también en condiciones de pastoreo, en entores de 18 meses manejar las hembras de reemplazo con leves ganancias de peso invernales permitirá que las mismas lleguen al servicio ciclando. Es entonces que debemos atender la evolución de peso (peso dinámico estacional) de las hembras de reemplazo, buscando que las mismas logren ganancias de peso invernales y primaverales. Según los resultados obtenidos en este trabajo no se logra revertir durante el período primavera-estival el efecto que presenta un mal manejo invernal sobre la aparición de la pubertad. Complementariamente Verde (1973) puntualiza, que si bien el crecimiento compensatorio se manifiesta en las hembras, en todo momento se debe tener en cuenta el profundo efecto que puede tener una restricción alimenticia en la esfera reproductiva.

Por otra parte se registró una diferencia singular entre los datos obtenidos en este trabajo y los encontrados por Pittaluga y Rovira (1968) quienes reportan a nivel nacional que vaquillonas Hereford con alto nivel nutritivo post destete logran la pubertad en un rango de peso entre 238 kg y 260 kg. Si bien algunas de las hembras manejadas en los tratamientos lograron la pubertad con pesos ubicados en el rango citado la proporción de

las mismas en el total de hembras estudiadas es muy baja. Los primeros autores aducen la amplitud de este rango de pesos al tipo racial y a la ganancia registrada por las hembras. Los 260 kg registrados fueron logrados por hembras con altos planos nutricionales, peso 34 kg por debajo del logrado (294 kg) para las hembras manejadas con alto plano nutricional en la presente tesis, y con similar edad. Podríamos entonces deducir que el tipo racial pudo haber tenido un impacto en el tiempo, a pesar de estar trabajando en este caso con animales cruza. Los cambios registrados en el tipo racial y genética de los bovinos a nivel nacional, producto de la incorporación de reproductores de mayor tamaño y peso adulto, seleccionados consecuentemente por mayores ganancia diaria de peso, puede haber influido en el peso requerido para que las hembras logren entrar en pubertad, teniendo en cuenta que estas deben lograr entre el 45% y 65% de su peso adulto (Roy 1975, Roman y Hruska 2003, Swanson 2004).

En trabajos más recientes que el de Pittaluga y Rovira (1968), donde podemos inferir un cambio en la genética animal, los pesos reportados a los que las hembras logran la pubertad supera ampliamente al citado por estos autores. Trabajando con hembras cruza Angus x Hereford se observaron pesos superiores como reporta Yelich (1996) de 321 kg, o de 282 kg según Roman y Hruska (2003) o un rango ubicado entre 310 a 350 kg según entiende Charles (1999), y de 278 a 295 kg en promedio según Barreto y Negrín (2005).

Otros autores analizando el porcentaje de vaquillonas en celo o estro según su peso determinan que el 85 a 90% de las hembras entran en pubertad cuando alcanzan un peso promedio de 300 kg Lusby (s.f.), Roman y Hruska (2003). Estos registros concuerdan con los encontrados por Quintans (2002) a nivel nacional trabajando con hembras cruza de 15 meses, quien reporta que con pesos superiores a los 300 kg, la mayoría de las hembras estudiadas se encontraban ciclando, mientras que con pesos de 280 kg solo un 47% presentaba cuerpo lúteo, datos también concordantes con los reportados por Barreto y Negrín (2005)

Los resultados obtenidos en este trabajo experimental se alinean con los obtenidos a nivel nacional e internacional. Aquellas hembras que recibieron un alto plano nutricional en su primer invierno de vida lograron entrar en pubertad a mayores pesos y en mayor proporción que aquellas que recibieron bajos planos nutricionales en dicho período. Según Short y Bellows (1971), Frick y Borges (2003), trabajando con vaquillonas cruce Hereford-Angus, encontraron que a medida que aumenta la ganancia diaria, las vaquillonas alcanzaban la pubertad con menor edad y a mayor peso vivo.

Para ganado vacuno de aptitud carnicera, la edad a la pubertad, la fecha y el índice de concepción al primer servicio son determinados por la alimentación y el manejo de las vaquillonas durante el período de invierno inmediatamente después del destete (Gordon, 1996). La alimentación invernal presentó una marcada influencia en la edad en que las hembras logran la pubertad. Si los niveles de alimento se incrementan, la edad a pubertad disminuye (Short y Bellows, 1971). Aquellas vaquillonas manejadas con ganancias invernales medias y bajas, lograron ganancias diarias superiores que aquellas que registraron elevadas ganancias durante el invierno cuando se mejoró su oferta forrajera; sin embargo la edad a la pubertad en esos dos grupos se retrasó, datos ya reportados (Eckles, Jubert, Hansson, Crichton et al., Reid, Bellows et al., Wiltbank et al., citados por Short y Bellows, 1971). Bajos planos nutricionales retardan la entrada en pubertad ya que se reduce la frecuencia de pulsos de LH y el estradiol no es capaz de revertir el feedback negativo (Kinder et al. 1987, Monget y Martín, 1997).

La edad es un factor que determina la pubertad pero ésta puede modificarse, adelantándola o atrasándola, manejando las ganancias diarias de peso invernales. Altas ganancias diarias invernales aceleran la pubertad en días y aumentan la proporción de los animales que la logran. Es en este punto que la bibliografía en sus más recientes hipótesis sobre este tema, relacionan a las señales metabólicas con las funciones de las neuronas secretoras de GnRH desarrollando su capacidad de respuesta al feedback

positivo al estradiol, dado una correcta transmisión en la zona pre sináptica de las neuronas lo que provocaría un aumento de la pulsatilidad de la LH ocasionando la ovulación puberal (Monget y Martín 1997).

De los resultados del presente trabajo y de la información bibliográfica presentada se infiere que para lograr entores anticipados de forma exitosa (15 o 18 meses) respecto a los que actualmente se manejan en el país (24 meses o 36 meses), las hembras deberían registrar altas y/o moderadas ganancias de peso en su primer invierno de vida ya que altas ganancias posteriores a este período no compensarían las registradas en la primer estación crítica de su vida. Se torna fundamental manejar la evolución de peso de las hembras desde su destete y no el peso como valor absoluto próximo al entore. De nada serviría tener hembras con peso de entore si las mismas no han alcanzado la pubertad y por tanto imposibilitadas fisiológicamente para concebir.

6. CONCLUSIONES

Las hembras que lograron altas ganancias de peso durante el manejo invernal, resultaron más pesadas cuando alcanzaron la pubertad que aquellas que perdieron o mantuvieron peso en dicha estación y todas las hembras manifestaron actividad luteal. Las terneras de los grupos T y M lograron iguales pesos al final del período experimental; sin embargo las hembras que registraron ganancias de peso moderadas en el invierno tendieron a alcanzar la pubertad en una mayor proporción que aquellas que

perdieron peso en igual período (41,7% vs. 9,09%, para los animales de los grupos M y T respectivamente).

Aquellos animales que registraron pérdidas de peso en su primer invierno de vida, aunque lograron las mayores ganancias diarias en el período primavero-estival, alcanzaron en menor proporción la pubertad. Esto indica que la ganancia invernal afecta el desempeño reproductivo de las terneras especialmente si se decide servir esas hembras a los 15 o 18 meses de edad, por no haber logrado entrar en pubertad.

En resumen, las altas tasas de ganancia durante la primavera y verano no fueron suficientes para revertir el efecto que tuvo el primer invierno sobre los aspectos reproductivos evaluados, dentro del periodo experimental.

Por otra parte cuando se logró que todos los animales alcanzaran la pubertad (a través de una alta tasa de ganancia invernal), el peso alcanzado fue superior a los 290 kg, para el biotipo evaluado.

7. RESUMEN

En Uruguay, las hembras de razas carniceras manejadas sobre campo natural luego del destete, registran importantes pérdidas de peso durante el invierno. Dicha pérdida retrasa su desarrollo y el comienzo de la actividad reproductiva, dificultando que las mismas sean servidas a los 15 o 18 meses de edad. La utilización de mejoramientos de campo con leguminosas y gramíneas en los sistemas criadores ha demostrado ser una herramienta eficiente y que mejora la performance animal. El objetivo de este trabajo fue

estudiar el efecto de tres tasas de ganancia invernales, en condiciones de pastoreo sobre la manifestación de la pubertad en terneras de raza carnicera.

Se distribuyeron treinta y seis terneras cruza Angus x Hereford de ocho meses de edad y $155 \pm 3,4$ kg de peso vivo en tres tratamientos nutricionales invernales por un período de 13 semanas. Los animales de cada tratamiento se manejaron de forma de lograr tres tasa de ganancia diaria invernal (GDI): i) pérdidas de peso pastoreando campo natural (tratamiento T; n=12), ii) leves ganancias de peso pastoreando un mejoramiento de campo con *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens* y *Lolium multiflorum* (tratamiento M; n=12) y iii) altas ganancias de peso pastoreando un mejoramiento de campo con iguales especies introducidas (tratamiento G; n=12).

Terminado el manejo invernal se reagruparon las terneras y se las manejó sobre un mejoramiento de campo durante 23 semanas (primavera verano) buscando que las mismas registraran altas tasas de ganancia. Las hembras se pesaron desde el inicio del experimento, cada 15 días, hasta el final del trabajo experimental. En el momento que se reagruparon las terneras se comenzó con sangrados semanales hasta el fin del trabajo experimental, para analizar la concentración de progesterona plasmática. Dicha concentración se utilizó para establecer actividad luteal y se consideró que una hembra había logrado la pubertad cuando al analizar su perfil de progesterona este presentaba dos muestras consecutivas por encima de 1 ng/ml. Una de las hembras del tratamiento T fue excluida del análisis estadístico. Las variables continuas se analizaron mediante ANOVA y para las variables categóricas se utilizó la prueba de Fisher's exact test.

Durante el manejo invernal las ganancias diarias logradas fueron -0.220 ± 0.03 , 0.116 ± 0.03 y 0.650 ± 0.03 kg/a para las hembras asignadas a los tratamientos T, M y G respectivamente ($P < 0,05$). Dada estas ganancias invernales, los pesos finales al final del período invernal fueron 137 ± 4.7 , 165 ± 4.7 y 209 ± 4.7 kg para los tratamientos T, M y G respectivamente ($P < 0,05$). Durante el periodo primavero estival, las terneras del

tratamiento T lograron las mayores ganancias medias diarias (0.715 ± 0.02 kg/a) vs. 0.592 ± 0.02 kg/a logradas por las hembras del tratamiento M y 0.583 ± 0.02 kg/a registradas por las asignadas al tratamiento G ($P < 0.05$). Al finalizar el período experimental las hembras del tratamiento G fueron más pesadas ($P < 0.05$) que las asignadas a los tratamientos T y M (308 ± 5.8 vs. 259 ± 6.1 y 265 ± 5.8 kg para los tratamientos G, T y M respectivamente). El número de hembras que presentó actividad luteal al finalizar el experimento fue diferente entre grupos: 1/11 (9,09%), 5/12 (41,7%) y 12/12 (100%) para las hembras del tratamiento T, M, y G respectivamente ($P < 0.05$). Aunque al final del período experimental el peso de las hembras de los tratamientos T y M fue similar, la actividad luteal fue mayor en aquellas hembras que no recibieron un manejo nutricional invernal restrictivo que provocara pérdidas de peso en esa estación.

Palabras Claves: Pubertad; Actividad luteal; Ganancia de peso invernal; Terneras de carne; Tasa de crecimiento compensatoria; Peso a pubertad; Edad a pubertad

8. SUMMARY

After weaning, beef female calves loose weight when they are managed on native pastures during the winter season. This may delay the initiation of reproductive activity and would compromise the possibility of advancing the age of first mating (15 or 18 months old). The incorporation of improved pastures to cow-calf systems has demonstrated to be an efficient technology to improve animal performance. The

objective of this study was to evaluate the effects of winter nutritional systems under grazing conditions on the onset of puberty in beef heifers.

Thirty six Angus x Hereford (8 month old; $155\pm 3,4$ kg) were assigned to three treatments for 13 weeks (winter period). Treatments were designed to result in different winter daily live weight gain (LWG): i) grazing on native pastures with the objective to loose weight (Low=L; n=12), ii) grazing on improved pastures of a mixture of *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens* and *Lolium multiflorum* to allow animals to present moderate LWG (Medium=M; n=12), and iii) grazing on the same mixture pasture but managed them to present high LWG (High=H; n=12).

After, all heifers were managed together on the same improved pastures during 23 weeks (spring-summer) to allow animals to present high LWG. Animals live weight was recorded at the beginning of the experiment (week 0) and at biweekly intervals until the end of the study (week 36). All heifers were blood sampled weekly for progesterone analysis from week 13 to 36. Progesterone concentrations were used to establish the presence of luteal activity, and puberty was defined as the first of two consecutive samples with progesterone greater than 1 ng/ml. One heifer of the L treatment died and was excluded from the statistical analysis. Continuous variables were analysed by ANOVA and for categorical variables Fisher's exact test was used.

During winter period, daily LWG was -0.220 ± 0.03 , 0.116 ± 0.03 and 0.650 ± 0.03 kg/a for heifers in L, M and H treatments, respectively ($P<0.05$). Consequently, the final winter weight was 137 ± 4.7 , 165 ± 4.7 and 209 ± 4.7 kg for L, M and H groups, ($P<0.05$). Daily LWG during the spring-summer period was higher ($P<0.05$) in heifers in L group (0.715 ± 0.02 kg/a) respect to those in M (0.592 ± 0.02 kg/a) and in H (0.583 ± 0.02 kg/a) treatments. At the end of the experiment heifers in H were heavier ($P<0.05$) than those in L and M groups (308 ± 5.8 vs. 259 ± 6.1 and 265 ± 5.8 kg for H, L and M treatments, respectively). The number of heifers that presented luteal activity at the end of the

experiment was different between groups: 1/11 (9,09%), 5/12 (41,7%) and 12/12 (100%) for L, M, and H treatments, respectively ($P < 0.05$). Although final live weight of heifers in L and M was similar (achieved through compensatory LWG), the reproductive activity was higher in those heifers that did not receive a severe winter nutritional restriction. In commercial conditions winter LWG must be taken into account when an advanced age of first mating is required.

Key Words: Puberty; Luteal activity; Beef Heifers; Compensatory growth rate; Weigh at puberty; winter growth rate

9. BIBLIOGRAFÍA

1. ADAM, C.L.; ROBINSON, J.J. 1994. The role of nutrition and photoperiod in the timing of puberty. *Proceedings of the Nutrition Society* 53: 89-102.
2. ANDERSON, L. H.; MACDOWELL, C. M.; DAY, M.L. 1996. Progestin-induced puberty and secretion of luteinizing hormone in heifers. *Biology of Reproduction*. 54: 1025-1031.
3. ARIJE, G. F.; WILTBANK, J. N. 1974. Prediction of age and weight at puberty in beef heifers. *Journal of Animal Science*. 38: 803-809.
4. AYALA, W.; CARRIQUIRY, E.; CARAMBULA, M. 1993. Caracterización y estrategias de utilización de pasturas naturales en la región este. In: Jornada sobre Campo Natural; Estrategia Invernal Manejo y Suplementación. (1993, Treinta y Tres) Resultados experimentales. Treinta y Tres, INIA. pp. 1-28
5. BAGLEY, C.P. 1993. Nutritional management of replacement beef heifers: a review. *Journal of Animal Science* 71: 3155-3163
6. BARRETO, S.; NEGRÍN, D. 2005. Efecto del manejo nutricional en el primer invierno, sobre la aparición de la pubertad en terneras de raza carnicera. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 107 p.
7. BERGFELD, E. G. M.; KOJIMA, F. N.; CUPP, A. S.; WEHRMAN, M. E.; PETERS, K. E.; GARCIA-WINDER, M.; KINDER, J. E. 1994. Ovarian follicular development in prepubertal heifers is influenced by level of dietary energy intake. *Biology of Reproduction*. 51: 1051-1057.

8. BOSSIS, I.; WETTEMANN, R.P.; WELTY, S.D.; VIZCARRA, J.A.; SPICER, L.J.; DISKIN, M.G. 1999. Nutritionally induced anovulation in beef heifers: ovarian and endocrine function preceding cessation of ovulation. *Journal of Animal Science* 77: 1536-1546
9. BUSCHMICH, S.L.; RANDEL, R.D.; McCARTOR, M.M.; CARROLL, L.H. 1980. Effect of dietary monensin on ovarian response following gonadotrophin treatment in prepuberal heifers. *Journal of Animal Science* 51: 692-697
10. CAMPANILE, G.; BARUSELLI, P.S.; CARVALHO, N.A.T.; DI PALO, R.; CAVALCANTI, A.K.S.; NEGLIA, G.; VECCHIO, D.; ZICARELLI, L. 2004. Effects of feed restriction on ovarian activity and recovered oocytes in Murrah buffalo heifers. *In: International Congress on Animal Reproduction (15^o, 2004, Porto Seguro). Abstracts. Porto Seguro, Brazil, CBRA. v.1, p. 37*
11. CARAMBULA, M. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 524 p.
12. COHEN, R.D.H.; GARDEN, D.L.; LANGLANDS, J.P. 1980. A note on the relationship between liveweight and the incidence of oestrus in Hereford heifers. *Animal Production* 31: 221-222
13. CRISTER, J.K.; BLOCK, T.M.; FOLKMAN, S.; HAUSER, E.R. 1987. Effect of photoperiod on LH, FSH, prolactin and melatonin patterns in ovariectomized prepuberal heifers. *Journals of Reproduction & Fertility* 81: 29-39
14. CUPPS, P. T. 1991. *Reproduction in domestic animals*. 4^a ed. New York, Academic Press. 670 p.

15. CHAPMAN, H.D.; YOUNG, J.M.; MORRISON, E.G.; EDWARDS (JR), N.C. 1978. Differences in lifetime productivity of Hereford calving first at 2 and 3 years of age. *Journal of Animal Science* 46:1159
16. CHARLES, S.L.; VONNAHME, K.A.; YELICH, J.V.; DOLEZAL, H.G.; WETTEMANN, R.P. 1999. Effect of growth rate on mammary gland development at puberty in beef heifers. *Journal of Animal Science* 293-295
17. CHASE, C.C; KIRBY, C.J.; HAMMOND, A.C.; OLSON, T.A.; LUCY, M.C. 1998. Patterns of ovarian growth and development in cattle with a growth hormone receptor deficiency. *Journal of Animal Science* 76: 212-219
18. DALTON, D.C. 1981. An introduction to practical animal breeding. Zaragoza. Acribia. 166p.
19. DAY, M.L.; IMAKAWA, K.; GARCIA-WINDER, M.; ZALESKY, D.D.; SCHANBACHER, B.D.; KITTOK, J.; KINDER, J.E. 1984. Endocrine mechanisms of puberty in heifers; estradiol negative feedback regulation of luteinizing hormone secretion. *Journal of Animal Science* 31: 332-341
20. _____.; _____.; ZALESKY, D. D.; KITTOK, R. J.; KINDER, J. E. 1986. Effects of restriction of dietary energy intake during the prepubertal period on secretion of luteinizing hormone and responsiveness of the pituitary to luteinizing hormone-releasing hormone in heifers. *Journal of Animal Science*. 62: 1641-1648.
21. DE CASTRO, T.; IBARRA, D.; VALDEZ, L.; LAPITZ, L.; BENQUET, N.; GARCIA LAGOS, F.; FARRO, G.; LANZIERI, S. 2004. Does early weaning

- influence age at puberty in beef heifers?. In: International Congress on Animal Reproduction (15°, 2004, Porto Seguro). Abstracts. Porto Seguro, Brazil, CBRA. v. 1, p. 21
22. COLORADO STATE UNIVERSITY. DEPARTMENT OF ANIMAL SCIENCES 2004. Puberty in beef heifers. (en línea). Colorado. Consultado jun. 2004. Disponible en http://www.beefcowcalf.com/pubs/University_Links/
23. DZIUK, P.J.; BELLOWS, R.A. 1983. Management of reproduction on beef cattle, sheep and pigs. *Journal of Animal Science*. 57: 355-371
24. FERNANDEZ ABELLA, D.H. 1993. Principios de fisiología reproductiva ovina. Montevideo, Hemisferio Sur. 247 p.
25. FOSTER, D. L.; OLSTER, D.H. 1985. Effect of restricted nutrition on puberty in the lamb; patterns of tonic luteinizing hormone (LH) secretion and competency of the LH surge system. *Endocrinology*. 116: 375-381
26. _____, 1994. Puberty in the sheep. In: The physiology of reproduction. E. Knobil; J.D. Neill eds. 2nd. ed. New York, Raven. pp. 411-451.
27. FREETLY, H.C.; CUNDIFF, L.V. 1997. Postweaning growth and reproduction characteristics of heifers sired by bulls of seven breeds and raised on different levels of nutrition. *Journal of Animal Science*, 75: 2841-2851
28. FRICK, F.; BORGES, M.; 2003. Factores que afectan la fertilidad de vaquillonas Hereford y Brahman x Hereford entoradas a los 18 meses de edad. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 140 p.

29. GARCIA, M. R.; AMSTALDEN, M.; WILLIAMS, S. W.; STANKO, R. L.; MORRISON, C. D.; KEISLER, D. H.; NIZIELSKI, S. E.; WILLIAMS, G. L. 2002. Serum leptin and its adipose gene expression during pubertal development, the estrous cycles, and different seasons in cattle. *Journal of Animal Science*. 80: 2158-2167.
30. _____.; _____.; MORRISON, C.D.; KEISLER, D.H.; WILLIAMS, G.L. 2003. Age at puberty, total fat and conjugated linoleic acid content of carcass, and circulating metabolic hormones in beef heifers fed a diet high in linoleic acid beginning at four months of age. *Journal of Animal Science* 81: 261-268
31. GRINGS, E.E.; HALL, J.B.; BELLOWS, R.A.; SHORT, R.E.; BELLOWS, R.A.; STAIGMILLER, R.B. 1998. Effects of nutritional management, trace mineral supplementation and Norgestomet implant on attainment of puberty in beef heifers. *Journal of Animal Science* 76: 2177-2181
32. _____.; STAIGMILLER, R.B.; SHORT, R.E.; BELLOWS, R.A.; MACNEIL, M.D. 1999. Effects of stair- step nutrition and trace mineral supplementation on attainment of puberty in beef heifers of three sire breeds. *Journal of Animal Science* 77: 810-815
33. GONZALEZ-PADILLA, E.; RUIZ, E.R.; LEFEVER, D.; DENMA, A.; WILTBANK, J.N. 1975. Puberty in beef heifers II. Induction of fertile estrus. *Journal of Animal Science* 40: 1110-1118
34. HAFEZ, E.S.E. 1996. Reproducción e inseminación artificial en animales. 6ª. ed. México, Interamericana - Mc Graw-Hill. 542 p.

35. HALL, J.B.; STAIGMILLER, R.B.; BELLOWS, R.A.; SHORT, R.E.; MOSELEY, W.M.; BELLOWS, S.E. 1995. Body composition and metabolic profiles associated with puberty in beef heifers. *Journal of Animal Science* 73: 3409-3420
36. _____; STAIGMILLER, R.B.; SHORT, R.E.; BELLOWS, R.A.; MAC NEIL, M.D.; BELLOWS, S.E. 1997. Effect of age and pattern of gain on induction of puberty with a progestin in beef heifers. *Journal of Animal Science* 75: 1606-1611
37. IMAWALLE, D.B.; PATTERSON D.J.; SCHILLO, K.K. 1998. Effects of Melengestrol Acetate on onset of puberty, follicular growth, and patterns of luteinizing hormone secretion in beef heifers. *Biology of reproduction* 58: 1432-1436
38. KARSCH, F.J.; BITTMAN, E.L.; FOSTER, D.L.; GOODMAN, R.L.; LEGAN, S.J.; ROBINSON, J.E. 1984. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Recent Progress in Hormone Research*. 40: 185-232
39. KINDER, J.E.; DAY, M.L.; KITTOK, R.J. 1987. Endocrine regulation of puberty in cows and ewes. *Journal of Reproduction & Fertility*. 34: 167-186
40. KUNKLE, W.E.; SAND, R.S. 1993. Nutrition and management for the replacement heifer. In: Northwest Beef Production Conference (1993, Quincy). Proceedings. Florida, University of Florida. pp.49-57. (NFREC Extension Report 93-2)
41. KUNKLE, W.E.; SAND, R.S.; GARCES-YEPEZ, P.; 2002. Strategies for successful development of beef heifers. (en línea). Florida, University of Florida. Consultado ago. 2002. Disponible en <http://edis.ifas.ufl.edu/AN100>

42. LACUESTA DE LEON, P.; VAZQUEZ SARAVIA, A.I.; 2001. Efecto del destete precoz y la condición corporal al parto sobre la performance reproductiva en vacas primíparas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 157p.
43. LAMMOGLIA, M.A.; BELLOWS, R.A.; GRINGS, E.E.; BERGMAN, J.W.; BELLOWS, S.E.; SHORT, R.E.; HALLFORD, D.M.; RANDEL, R.D. 2000. Effects of dietary fat and sire breed on puberty, weight, and reproductive traits of F1 beef heifers. *Journal of Animal Science* 78: 2244- 2252
44. LESMEISTER, J.L.; BURFENING, P.J.; BLACKWELL, R.L. 1973. Date of first calving in beef cows and subsequent calf production. *Journal of Animal Science* 36: 1-6
45. LINCOLN, G.A.; SHORT, R.V. 1980. Seasonal breeding: nature's contraceptive. *Recent Progress in Hormone Research*. 36: 1-43
46. LINDSAY, D.; MARTIN, G.; WILLIAMS, I. 1993. Nutrition and reproduction. In: *Reproduction in domestic animals*. G.J. King ed. New York, Academic Press. pp. 459-485
47. LUNA-PINTO, G.; CRONJÉ, P.B. 2000. The roles of the insulin-like growth factor system and leptin as possible mediators of the effects of nutritional restriction on age at puberty and compensatory growth in dairy heifers. *South African Journal of Animal Science* 30(2): 155-163
48. MADGWICK, S.; EVANS, A.C.O.; BEARD, A.P. 2004. Effects of treatment with GnRH from 4 to 8 weeks of age on the attainment of sexual maturity in heifers calves. In: *International Congress on Animal Reproduction (15º, 2004, Porto Seguro)*. Abstracts. Porto Seguro, Brazil, CBRA. v.1, p 136

49. MACKEY, D. R.; SREENAN, J.M.; ROCHE, J.F.; DISKIN, M.G. 1999. Effect of acute nutritional restriction on incidence of anovulation and preovulatory estradiol and gonadotropin concentrations in beef heifers. *Biology of reproduction* 61: 1601-1607
50. MARICHAL, M. de J.; TRUJILLO, A.I. 1999. Valoración energética de los alimentos. In: Curso teórico práctico. Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Agronomía. Cátedra de Nutrición Animal. Montevideo. pp. 25-42
51. _____; _____. 1999. Valoración proteica de los alimentos. In: Curso teórico práctico. Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Agronomía. Cátedra de Nutrición Animal. Montevideo. pp. 43-60
52. MARTIN, L.C.; BRINKS, J.S.; BOURDON, R.M.; CUNDIFF, L.V. 1992. Genetic effects on beef heifer puberty and subsequent reproduction. *Journal of Animal Science* 70: 4006-4017
53. MCDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D.; MORGAN, C.A. 1995. *Nutrición animal*. 5ª. ed. Zaragoza, Acribia. 576 p.
54. MONGET, P.; MARTIN, G.B. 1997. Involvement of insulin-like growth factors in the interactions between nutrition and reproduction in female mammals. *Human Reproduction* 1: 33-52.
55. MORAN, C.; QUIRKE, J.F.; ROCHE, J.F. 1989. Puberty in Heifers; a review. *Animal Reproduction Science*. 18: 167-182

56. MONGET, P.; MARTIN, G.B. 1997. Involvement of insulin-like growth factors in the interactions between nutrition and reproduction in female mammals. *Human Reproduction* 1-23.
57. NEGLIA, G.; BARUSELLI, P.S.; CARVALHO, N.A.T.; CAVALCANTI, A.K.S.; PRANDI, A.; GASPARRINI, B.; MAIERO, S.; ZICARELLI, L.; CAMPANILE, G. 2004. Effects of negative energetic balance on ovarian steroid hormones and insuline-like growth factor I in Murrah buffalo heifers. In: International Congress on Animal Reproduction (15°, 2004, Porto Seguro). Abstracts. Porto Seguro, Brazil, CBRA. v. 1, p. 36
58. OKLAHOMA STATE UNIVERSITY. EXTENTION DEPARTMENT. 2004. Check heifers to be certain they will be heavy enough at breeding. (en línea). Oklahoma. Consultado mar. 2004. Disponible en http://www.ansi.okstate.edu/EXTEN/cc-corner/Cc2_8cdmor
59. OLIVEIRA, C.M.G.; OLIVEIRA FILHO, B.D.; GAMBARINI, M.L.; VIU, M.A. 2004. Influence of biostimulation on puberty age and pregnancy rate in Nelore heifers. In: International Congress on Animal Reproduction (15°, 2004, Porto Seguro). Abstracts. Porto Seguro, Brazil, CBRA, vol: 1, p. 20
60. OLIVEIRA, D.J.C.; NOGUEIRA, G.P. 2004. Effects of 17 β -estradiol treatment on LH concentration in prepubertal Nelore heifers. In: International Congress on Animal Reproduction (15°, 2004, Porto Seguro). Abstracts. Porto Seguro, Brazil, CBRA. v. 1, p. 121
61. PATTERSON, D.J.; PERRY, R.C.; KIRACOFE, G.H.; BELLOWS, R.A.; STAIGMILLER, R.B.; CORAH, L.R. 1992. Menagement considerations in heifer development and puberty. *Journal of Animal Science* 70: 4018- 4035

62. PEREIRA, F.V.; DE LUCIA R.F.S.; NOGUEIRA, G.P.; GARCIA, J.F. 2004. Gonadotropin receptor mRNA semiquantification in prepubertal Nelore heifers (*Bos taurus indicus*) follicles. In: International Congress on Animal Reproduction (15°, 2004, Porto Seguro). Abstracts. Porto Seguro, Brazil, CBRA. v. 1, p. 43
63. PITTALUGA, O. Y ROVIRA, J. 1968. Influencia del nivel nutricional predestete sobre el crecimiento y pubertad de terneras Hereford. Boletín Técnico Facultad de Agronomía (EEMAC) 5 (2): 68-78.
64. QUINTANS, G.; VAZ MARTINS, D.; CARRIQUIRY, E. 1993. Efecto de la suplementación invernal sobre el comportamiento de terneras. In: Campo Natural; Estrategia Invernal Manejo y Suplementación. (1993, Treinta y Tres). Resultados Experimentales. Treinta y Tres, INIA. pp. 35-53
65. _____.; _____. 1994. Efecto de diferentes fuentes de suplemento sobre el comportamiento de terneras. In: Jornada Técnica sobre Bovinos para carne (1994, Treinta y Tres). Bovinos para carne; avances en la suplementación de la recría e internada intensiva. Treinta y Tres, INIA. p. 67. (Actividades de Difusión N° 34)
66. _____. 2002. Manejo de la recría vacuna en sistemas ganaderos. In: Seminario de Actualización Técnica (2002, Treinta y Tres). Cría y recría ovina y vacuna. Treinta y Tres, INIA. pp. 47-56 (Actividades de Difusión N°. 288)
67. RANDEL, R.D.; RHODES, R.C., 1980. The effect of dietary monensin on the luteinizing hormone response of prepubertal heifers given a multiple gonadotropin-releasing hormone challenge. Journal of Animal Science 51: 925-931

68. RESTLE, J.; POLLI, V.A.; BORGES DE SENNA, D. 1999. efeito de grupo genético e heterose sobre a idade e peso a puberdade e sobre o desempenho reprodutivo de novilhas de corte. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 34 (4): 701-707
69. ROBINSON, T.J. 1977. Reproduction in cattle. In: *Reproduction in domestic animals*. H.H. Cole; P.T. Cupps eds. 3rd. ed. New York, Academic Press. pp. 433-441
70. RODRIGUES, H.D.; KINDER, J.E.; FITZPATRICK, L.A. 2002. Estradiol regulation of luteinizing hormone secretion in heifers of two breed types that reach puberty at different ages. *Biology of Reproduction* 66: 603-609
71. ROVIRA, J. 1974. Reproducción y manejo de los rodeos de cría. Montevideo, Hemisferio Sur. 293 p.
72. _____. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. 288 p.
73. RUTTER, L.M.; RANDEL, R.D.; SCHELLING, G.T.; FORREST, D.W. 1983. Effect of abomasal infusion of propionate on the GnRH-induced luteinizing hormone release in prepuberal heifers. *Journal of Animal Science* 56: 1167
74. SCHILLO, K.K.; HANSEN, P.J.; KAMWANJA, L.A.; DIERSCHKE, D.J.; HAUSER, E.R. 1983. Influence of season on sexual development in heifers: age at puberty as related to growth and serum concentrations of gonadotropins, prolactin, thyroxine and progesterone. *Biology of Reproduction* 28: 329-341
75. _____. 1992. Effects of nutrition and season on the onset of puberty in the beef heifer. *Journal of Animal Science* 70: 3994- 4005

76. SELK, G.; 2003. Development of replacement beef heifers. (en línea). Oklahoma, s.e. Consultado jun. 2003. Disponible en http://www.albcia.org/Development_of_Heifers.html
77. SENGER, P.L. 2003. Pathways to pregnancy and parturition. 2n. ed. New York, Cadmus. 384 p.
78. SHORT, R.E.; BELLOWS, R.A. 1971. Relationships among weight gains, age at puberty and reproductive performance in heifers. *Journal of Animal Science* 32: 127-131
79. SIMPSON, R.B.; CHASE, C.C.; HAMMOND, A.C.; WILLIAMS, M.J.; OLSON, T.A. 1998. Average daily gain, blood metabolites, and body composition at first conception in Hereford, Senepol, and reciprocal crossbred heifers on two levels of winter nutrition and two summer grazing treatments. *Journal of Animal Science* 76: 396-403
80. SOCA, P.; BERMUDEZ, R.; AYALA, W.; MANCUELLO, C.; ARRARTE, D.; PEREIRA, G.; LEIVA, G.; FERNÁNDEZ, M.; HERNÁNDEZ, P. 2001. Utilización de mejoramientos de campo con lotus El Rincón y lotus Maku para la cría vacuna en la zona este del país. *In: Jornada de Difusión de Resultados. (2001, Rocha). Utilización de mejoramientos de campo con lotus El Rincón y lotus Maku para la cría vacuna en la zona este del país* Montevideo, INIA. pp. 7-23
81. STEWART, T.S.; LONG, C.R.; CARTWRIGHT, T.C. 1980. Characterization of cattle of a five-breed diallel. III. Puberty in bulls and heifers. *Journal of Animal Science* 50(5): 808-820

82. SWANSON, K. 2004. Winter gain for replacement beef heifers. (en línea). Oklahoma, s.e. Consultado set. 2004. Disponible en http://www.hubbardfeeds.com/n mg/beef/beef_wintergain.html
83. THALLMAN, R.M.; CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E.; KOCH, R.M. 1999. Germplasm evaluation in beef cattle-Cycle IV: postweaning growth and puberty of heifers. *Journal of Animal Science* 77: 2651-2659
84. UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA (URUGUAY). FACULTAD DE AGRONOMIA. 1998. Recopilación de tablas de requerimientos de animales domésticos. Montevideo. 37 p.
85. _____. _____. 1999. Curso teórico-práctico de Nutrición Animal. Montevideo. 78 p.
86. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERIA, AGRICULTURA Y PESCA. 2000. Censo General Agropecuario 2000. (en línea). Montevideo. Consultado abr. 2006. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/Diea/CENSO2000/>
87. VERDE, L. 1973. Aplicación racional del crecimiento compensatorio. INTA Balcarce. Resultados de Investigación no. 53. 144 p.
88. VIZCARRA, J.A.; WETTEMANN, R.P.; BISHOP, D.K.; WRIGHT, R.E. 1991. Relationship between the occurrence of puberty in heifers and cessation of luteal activity after nutritional restriction. *Animal Science Research Report* 134: 44-47
89. WARNICK, A.C.; LOOSLI, J.K.; GENHO, P.C.; WILTBANK, J.N.; TRAN, T.Q.; SMITH, L.W. 2004. Effects of nutritional management on pregnancy of yearling

beef heifers. In: International Congress on Animal Reproduction (15°, 2004, Porto Seguro). Abstracts. Porto Seguro, Brazil, CBRA. v. 2, p. 308

90. WEHRMAN, M.E.; KOJIMA, F.N.; SANCHEZ, T.; MARISCAL, D.V.; KINDER, J.E. 1996. Incidence of precocious puberty in developing beef heifers. *Journal of Animal Science* 74: 2462-2467
91. WHITE, F.J.; FLOYD, L.N.; LENTS, C.A.; CICCIOLI, N.H.; SPICER, L.J.; WETTEMANN, R.P. 2001. Acutely restricting nutrition causes anovulation and alters endocrine function in beef heifers. (en línea). Oklahoma, s.e. Consultado may. 2003. Disponible en <http://www.hubbardfeeds.com/n mg/beef/>
92. WHITTIER, J.C.; WEECH, B.L.; LUCY, M.C.; KEISLER, D.H.; SMITH, M.F.; CORWIN, R.M. 1999. Effect of anthelmintics treatment on sexual maturation in prepubertal beef heifers. *Journal of Animal Science* 77: 736-741
93. WILTBANK J. N.; KASSON C. W.; INGALLS J. E. 1969. Puberty in crossbred and straightbred beef heifers on two levels of feed. *Journal of Animal Science*. 24: 602-605.
94. YELICH, J.V.; WETTEMANN, R.P.; MARSTON, T.T.; SPICER, L.J. 1996. Luteinizing hormone, growth hormone, insulin-like growth factor-I, insulin and metabolites before puberty in heifers fed to gain at two rates. *Domestic Animal Endocrinology* 13: 325-338

10. ANEXOS

Anexo 1: Requerimientos de energía neta, proteína cruda y oferta de ambos atributos por parte de la pastura según base forrajera:

TRATAMIENTO T (CAMPO NATURAL):

Tasa de crecimiento del forraje (TCF): 3,6 kg/ha de MS

Disponibilidad inicial: 1575 kg/ha de MS

Remanente de forraje: 1219 kg/ha de MS

Duración del manejo invernal: 100 días

Área: 6 hectáreas

Requerimiento (kg/día de MS) para terneras perdiendo $-0,200$ kg/día = 1,9 kg de MS/día

Requerimientos de energía neta de mantenimiento : 3.3 Mcal/d

Requerimiento de PC digestible/d: 0,140 kg/d

Energía neta de mantenimiento del campo natural: 1,34 Mcal

Energía:

$$1575+360= 1935 \text{ kg de MS}$$

$$1935-1219= 716 \text{ kg de MS consumida/ha}$$

$$(((716 \times 6)/12)/100) = 3,58 \text{ kg/ha de MS consumida/día}$$

$$3,58 \times 0,3867= 1,384 \text{ kg de MS digestible}$$

$$1,384 \times 1,34= \underline{1,85 \text{ Mcal}} \text{ de energía neta de mantenimiento consumida/día}$$

44% de déficit

Proteína Cruda:

$$1,384 \times 0,0845= \underline{0,117 \text{ kg}} \text{ de PC digestible consumida } \mathbf{16,5\% \text{ de déficit}}$$

TRATAMIENTO M (CAMPO MEJORADO):

Tasa de crecimiento del forraje: 8,6 kg/ha/d de MS

Requerimiento de Proteína Cruda: 0,323 kg/d

Requerimiento de Energía neta de mantenimiento: 3,79 Mcal/d

Disponibilidad inicial: 3361,8 kg/ha de MS

Rechazo: 1238,8 kg/ha de MS

Area: 3 ha.

Duración del período 100 días

$(3361,8 + 860) - 1238,8 \times 3 = 8949$ kg consumidos de MS en el período

$(8949/12)/100 = 7,45$ kg/a/d de MS consumida

$7,45 \times 0,472 = 3,51$ Kg de MS digestible

$3,51 \times 1,46 = 5,124$ Mcal de ENm consumida **requerimiento cubierto**

$3,51 \times 0,1405 = 0,493$ kg PC/d consumida **requerimiento cubierto**

TRATAMIENTO G (CAMPO MEJORADO):

Tasa de crecimiento del forraje: 9,3 kg/ha/d de MS

Requerimiento de Proteína Cruda: 0,522 kg/d

Requerimiento de Energía neta de mantenimiento: 6,16 Mcal/d

Disponibilidad inicial: 3317 kg/ha de MS

Rechazo: 1842,4 kg/ha de MS

Area: 6 ha.

Duración del período 100 días

$(3317 + 930) - 1842,4 \times 6 = 14427,6$ kg consumidos de MS en el período

$(14427,6/12)/100 = 12,02$ kg/a/d de MS consumida

$12,02 \times 0,475 = 5,71$ Kg de MS digestible

$5,71 \times 1,46 = 8,34$ Mcal de ENm consumida **requerimiento cubierto**

$5,71 \times 0,1259 = 0,718$ kg PC/d consumida **requerimiento cubierto**

