



2 01180
24
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA**

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION SOBRE EL
INICIO DE LA PUBERTAD EN LA BORREGA
TABASCO O PELIBUEY**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTOR EN PRODUCCION ANIMAL

P R E S E N T A :

RODOLFO RODRIGUEZ MALTOS

ASESOR: M.V.Z. Ph. D. LUIS A. ZARCO QUINTERO

MEXICO, D. F

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1991

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

L I S T A D E C O N T E N I D O

| <u>Capitulo</u> | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| I. INTRODUCCION. | 1 |
| I. 1 Hipótesis. | 5 |
| I. 2 Objetivo general. | 5 |
| I. 3 Objetivos específicos. | 6 |
| II. REVISION BIBLIOGRAFICA. | 7 |
| II. 1 Definición de pubertad. | 7 |
| II. 2 Componentes de la actividad ovárica. | 9 |
| II. 3 Eventos neuroendócrinos responsables del inicio de la pubertad en la oveja. | 13 |
| II. 4 Regulación de la actividad ovárica después de la pubertad. | 14 |
| II. 5 Efecto de la nutrición en el mecanismo neuroendócrino a la pubertad. | 15 |
| II. 6 Otros factores naturales que afectan la pubertad. | 16 |
| II. 6.1 Efecto del fotoperíodo sobre la Endocrinología de la Pubertad. | 16 |
| II. 6.2 Efecto genético sobre el inicio de la pubertad. | 17 |
| II. 6.3 Efecto macho a la pubertad. | 18 |
| II. 6.4 Efecto de la temperatura sobre el inicio de la pubertad. | 18 |
| III. METODOS PARA ESTUDIAR EL INICIO DE PUBERTAD. | 19 |
| III. 1 Detección de estros. | 19 |
| III. 2 Radioinmunoanálisis. | 20 |
| III. 2.1 Determinación de progesterona. | 20 |
| IV. MATERIAL Y METODOS. | 21 |
| IV. 1 Localización. | 21 |
| IV. 2 Animales experimentales. | 21 |
| IV. 3 Análisis estadístico. | 26 |
| V. RESULTADOS. | 29 |
| V. 1 Peso al destete. | 29 |
| V. 2 Pesos y ganancias de peso en diferentes etapas. | 30 |
| V. 3 Valores de microhematocrito | 33 |
| V. 3.1 Valores de fósforo sanguíneo. | 36 |
| V. 4 Consumo real de alimento concentrado. | 37 |
| V. 5 Reproducción. | 39 |
| V. 5.1 Edad y peso a la primera elevación prepuberal de progesterona. | 46 |

| | | |
|---------------------------------|--|------------|
| V. 5.2 | Edad y peso a la primera ovulación. | 50 |
| V. 5.3 | Ganancia de peso del destete a la primera ovulación. | 55 |
| V. 5.4 | Duración de la primera y segunda fase lútea. | 56 |
| V. 5.5 | Intervalo entre ovulaciones. | 60 |
| V. 5.6 | Edad al primer estro. | 60 |
| V. 5.7 | Edad al segundo y tercer estro. | 62 |
| V. 5.8 | Peso al primer estro. | 64 |
| V. 5.9 | Peso al segundo y tercer estro. | 64 |
| V. 5.10 | Duración del ciclo estral. | 66 |
| VI. DISCUSION. | | 67 |
| VI. 1 | Edad y peso al destete. | 67 |
| VI. 2 | Efecto de los diferentes niveles de suplementación sobre el crecimiento y algunos parámetros sanguíneos. | 68 |
| VI. 2.1 | Niveles de microhematocrito. | 70 |
| VI. 2.2 | Niveles de fósforo. | 71 |
| VI. 3 | Consumo real de alimento concentrado. | 72 |
| VI. 4 | Edad y peso a la primera elevación transitoria prepuberal de progesterona. | 74 |
| VI. 5 | Edad y peso a la pubertad. | 75 |
| VI. 6 | Características de la actividad ovárica al llegar a la pubertad. | 84 |
| VI. 6.1 | Relación entre ovulación y presentación de signos de estro. | 84 |
| VI. 6.2 | Duración de la fase lútea. | 86 |
| VII. CONCLUSIONES. | | 90 |
| VIII. LITERATURA CITADA. | | 92 |
| IX. ANEXOS. | | 109 |
| Figura 15. | Perfil de progesterona en las corderas 321, 323, 324, 336 a la pubertad. | 111 |
| Figura 16. | Perfil de progesterona en las corderas 341, 342, 337, 348 a la pubertad. | 113 |
| Figura 17. | Perfil de progesterona en las corderas 351, 352, 353, 354 a la pubertad. | 115 |
| Figura 18. | Perfil de progesterona en las corderas 369, 374, 375, 376 a la pubertad. | 117 |
| Figura 19. | Perfil de progesterona en las corderas 377, 379, 384, 488 a la pubertad. | 119 |
| Figura 20. | Perfil de progesterona en las corderas 388, 389, 390, 395 a la pubertad. | 121 |

| | |
|--|-----|
| Figura 21. Perfil de progesterona en las corderas 398, 401, 403, 405 a la pubertad. | 123 |
| Figura 22. Perfil de progesterona en las corderas 406, 407, 412, 413 a la pubertad. | 125 |
| Figura 23. Perfil de progesterona en las corderas 414, 417, 425, 426 a la pubertad. | 127 |
| Figura 24. Perfil de progesterona en las corderas 432, 445, 451, 452 a la pubertad. | 129 |
| Figura 25. Perfil de progesterona en las corderas 454, 470, 471, 473 a la pubertad. | 131 |
| Figura 26. Perfil de progesterona en las corderas 479, 481, 490, 493 a la pubertad. | 133 |
| Figura 27. Perfil de progesterona en las corderas 506, 507, 509, 515 a la pubertad. | 135 |
| Figura 28. Perfil de progesterona en las corderas 520, 521, 539 a la pubertad. | 137 |

L I S T A D E C U A D R O S

| <u>Cuadro</u> | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| Cuadro 1. Edad y peso a la pubertad en la borrega Tabasco o Pelibuey. | 3 |
| Cuadro 2. Peso al destete en corderas Pelibuey provenientes de parto sencillo o doble. | 30 |
| Cuadro 3. Peso promedio (kg) por pesada en corderas Pelibuey con diferentes niveles de suplementación. | 31 |
| Cuadro 4. Ganancia diaria de peso (g) en diferentes etapas en ovejas Pelibuey en crecimiento suplementadas con diferentes cantidades de concentrado. | 32 |
| Cuadro 5. Información metereológica durante el período de estudio. | 33 |
| Cuadro 6. Valores de microhematocrito (%). | 34 |
| Cuadro 7. Concentraciones promedio de fósforo durante diferentes meses en ovejas Pelibuey con diferentes niveles de suplementación. | 37 |
| Cuadro 8. Relación entre consumo de alimento concentrado y ganancia de peso en ovejas Pelibuey en crecimiento con diferentes niveles de suplementación. | 38 |
| Cuadro 9. Características de la primera ovulación y el primer estro en ovejas Pelibuey con diferentes niveles de suplementación. | 46 |
| Cuadro 10. Edad y peso a la primera elevación prepuberal de progesterona en ovejas Pelibuey con diferentes niveles de suplementación. | 47 |
| Cuadro 11. Número de elevaciones transitorias prepuberales de progesterona previas a la primera ovulación en ovejas Pelibuey con diferentes niveles de suplementación. | 47 |
| Cuadro 12. Edad y peso a la primera ovulación en ovejas Pelibuey con diferentes niveles de suplementación | 50 |
| Cuadro 13. Edad y peso a la segunda ovulación en corderas Pelibuey con diferentes niveles de suplementación | 55 |
| Cuadro 14. Ganancia de peso (g) del destete a la primera ovulación en corderas Pelibuey con diferentes niveles de suplementación. | 55 |

| | | |
|------------|---|----|
| Cuadro 15. | Ganancia de peso (g) del destete a la primera ovulación en corderas provenientes de parto sencillo y doble. | 56 |
| Cuadro 16. | Duración de la primera y segunda fase lútea en corderas Pelibuey con diferentes niveles de suplementación. | 59 |
| Cuadro 17. | Concentración de progesterona ng/ml en corderas Pelibuey con diferentes niveles de suplementación. | 59 |
| Cuadro 18. | Intervalo entre la primera y segunda ovulación y entre la segunda y tercera ovulación en corderas con diferentes niveles nutricionales. | 60 |
| Cuadro 19. | Edad al primer estro en corderas Pelibuey con con diferentes niveles de suplementación. | 62 |
| Cuadro 20. | Edad al segundo y tercer estro en corderas Pelibuey con diferentes niveles de suplementación. | 62 |
| Cuadro 21. | Edad al estro (mínimo-máximo). | 63 |
| Cuadro 22. | Ganancia promedio diaria del destete al primer estro en corderas Pelibuey con diferentes niveles nutricionales. | 63 |
| Cuadro 23. | Peso al primer estro en corderas Pelibuey con diferentes niveles de suplementación. | 64 |
| Cuadro 24. | Peso (Kg) al segundo y tercer estro en corderas Pelibuey con diferentes niveles de suplementación. | 65 |
| Cuadro 25. | Peso (Kg) al estro en corderas Pelibuey con diferentes niveles de suplementación (mínimo-máximo). | 65 |
| Cuadro 26. | Duración del ciclo estral en corderas Pelibuey con diferentes niveles de suplementación. | 66 |

L I S T A D E F I G U R A S

| | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| Figura 1. Peso a la pubertad de los diferentes tratamientos en estudio. | 35 |
| Figura 2. Perfil de progesterona en la cordera 387 a la pubertad. | 41 |
| Figura 3. Perfil de progesterona en la cordera 450 a la pubertad. | 42 |
| Figura 4. Perfil de progesterona en la cordera 361 a la pubertad. | 43 |
| Figura 5. Perfil de progesterona en la cordera 372 a la pubertad. | 44 |
| Figura 6. Perfil de progesterona en la cordera 503 a la pubertad. | 45 |
| Figura 7. Intervalo de la primera elevación transitoria prepuberal de progesterona a la primera ovulación. | 49 |
| Figura 8. Edad a la pubertad en los diferentes niveles de suplementación en estudio. | 51 |
| Figura 9. Edad y peso a la pubertad en los diferentes niveles de suplementación en estudio. | 52 |
| Figura 10. Relación entre la edad y el peso a la pubertad. | 54 |
| Figura 11. Perfil de progesterona en la cordera 457 a la pubertad. | 57 |
| Figura 12. Perfil de progesterona en la cordera 494 a la pubertad. | 58 |
| Figura 13. Frecuencia relativa acumulada en la edad a la primera ovulación y primer estro. | 61 |
| Figura 14. Perfil de progesterona en la cordera 373 a la pubertad. | 89 |

I. INTRODUCCION.

Uno de los parámetros que afecta directamente la vida productiva de una hembra en el ganado ovino es la edad a la pubertad, ya que esta tiene estrecha relación con la edad a la primera concepción y la edad al primer parto (Rydberg et al., 1976). Por lo tanto, si se reduce la edad a la pubertad se reducen los costos de mantenimiento entre el nacimiento y el inicio de la vida productiva del animal.

Adicionalmente, el alcanzar la pubertad a una edad determinada puede ser un requisito importante para poder implementar un sistema de empadre adecuado a la región (Briggs, 1936; Evans et al., 1975; Hulet y Price, 1975).

En el manejo reproductivo de las ovejas se han descrito varios sistemas de empadre en los que se busca obtener partos cada 6 u 8 meses (Hulet, 1977; Hogue, 1987; Urrutia et al., 1989). Sin embargo, en algunas circunstancias el establecimiento de una sola estación reproductiva al año tiene varias ventajas:

- Se puede realizar el empadre en la época más adecuada del año (Hafez, 1984).
- Un elevado porcentaje de las hembras muestran celo durante el empadre (Urrutia et al., 1988).
- Un elevado porcentaje de las hembras quedan gestantes en cada empadre (Devendra, 1986).
- Se obtiene mayor índice de prolificidad (Urrutia et al., 1988).
- Mayor número de corderas al destete (Scott, 1977; Urrutia et al., 1988).

- La hembra alcanza mayor recuperación de la condición física entre un parto y el siguiente (Scott, 1977; Devendra, 1986).
- Se pueden proporcionar mejores cuidados para la crianza y desarrollo de las crías, ya que éstas nacerán en la mejor época del año, la madre estará en mejor condición física y tendrá mayor atención (Urrutia et al., 1988; Devendra, 1986).

Para que un sistema de un solo empadre al año funcione eficientemente es necesario que las hembras alcancen la pubertad y la madurez sexual a más tardar a los siete u ocho meses de edad, para que puedan quedar gestantes durante su primer año de vida, ya que de no ser así tendrán que perder un año de su vida productiva hasta que se lleve a cabo el empadre del siguiente año (Hogue, 1987).

En borregas de rápido crecimiento y bien alimentadas no existen problemas para llegar a la pubertad a esta edad. Por ejemplo, en las borregas de la raza Suffolk y Rambouillet puede alcanzar la pubertad a los siete meses de edad (McCann et al., 1989; Urrutia et al., 1991). Sin embargo, en el caso de la oveja Tabasco o Pelibuey el ritmo de crecimiento que se obtiene cuando los animales se encuentran en sistemas extensivos es lento, por lo que la pubertad generalmente se alcanza cuando los animales tienen un año o más de edad (Valencia y González, 1983).

La mayor parte de los animales domésticos están genéticamente condicionados para alcanzar la pubertad al llegar a una edad mínima y a un peso mínimo (Dyrmundsson, 1973). Es posible que un animal ya tenga la edad mínima para la pubertad pero no la alcanza por no haber llegado al peso mínimo. Por esta razón, el acelerar el ritmo de crecimiento de los animales puede

adelantar la pubertad al permitirles llegar a el peso mínimo a una menor edad.

En el cuadro 1 se informa un resumen de las edades y pesos en que la borrega Tabasco o Pelibuey alcanza la pubertad. Al identificar una misma localidad y época del año, y al comparar los diferentes sistemas de manejo se observa que la edad a la pubertad generalmente es menor en sistemas de manejo donde se utiliza la suplementación con alimento concentrado y que se producen ganancias de peso.

Cuadro 1. EDAD Y PESO A LA PUBERTAD EN BORREGAS TABASCO O PELIBUEY

| Lugar | No. Ovejas | Año | Manejo | Edad 1er Estro (d) | Peso 1er Estro (k) | Mes de Nac. | Autor (es) |
|---------------------|------------|---------|----------------|--------------------|--------------------|-------------|------------------------------------|
| VENEZUELA | 196 | 1974-79 | Semi-extensivo | 286 ± 41 | 20.9 ± 2.4 | | González, 1983. |
| BRASIL | 18 | 1979 | Semi-extensivo | 283 ± 53 | 19.7 ± 2.1 | | Figueredo <i>et al.</i> 1983. |
| PASO DEL TORO, VER. | 29 | 1977 | Intensivo | 300 ± 61 | 22.8 ± 2.7 | | Castillo <i>et al.</i> 1977. |
| MOCOCHA, YUC. | 114 | 1976 | Extensivo | 329 ± 28 | 21.7 ± 2.7 | Oct-Nov. | Valencia y González. 1983. |
| MOCOCHA, YUC. | 42 | 1977 | Intensivo | 338 ± 27 | 25.1 ± 2.4 | Jun-Jul. | Valencia y González. 1983. |
| MOCOCHA, YUC. | 38 | 1977 | Extensivo | 402 ± 65 | 21.0 ± 2.4 | Jun-Jul. | Valencia y González. 1983. |
| MOCOCHA, YUC. | 63 | 1978 | Semi-extensivo | 429 ± 99 | 22.4 ± 3.2 | Ene-Mar. | Valencia y González. 1983. |
| MOCOCHA, YUC. | 50 | 1978 | Intensivo | 306 ± 103 | 21.5 ± 4.7 | Ene-Mar. | Valencia y González. 1983. |
| MOCOCHA, YUC. | 67 | 1978 | Extensivo | 404 ± 91 | 23.3 ± 3.5 | Ene-Mar. | Valencia y González. 1983. |
| ALDAMA, TAMPS. | 18 | 1974-75 | Extensivo | 245 ± 61 | 22.9 ± 2.3 | | González-Reyna <i>et al.</i> 1983. |
| TLAPACOYAN, VER. | 16 | 1984 | Semi-extensivo | 263 ± 6 | 24.7 ± 0.8 | Febrero | Boletín Inf. CIEEGT. 1984. |
| TLAPACOYAN, VER. | 16 | 1984 | Extensivo | 282 ± 9 | 22.8 ± 0.8 | Febrero | Boletín Inf. CIEEGT. 1984. |

Pubertad definida como primer estro observado.

Lo anterior apoya que las corderas con mejores ganancias de peso corporal manifiestan el primer estro a una edad más joven

(Ponce de León et al., 1981) considerándose como factores que también influyen en la edad a la pubertad, la época de nacimiento y la tasa de crecimiento relacionada con el tipo de parto, simple o doble (Fuentes et al., 1983).

El rango en la edad y peso al primer estro difieren en corderas de pelo de acuerdo a las condiciones ambientales, época de nacimiento, expresión genética y condiciones de alimentación ofrecido a los animales. En otras razas de ovinos de pelo, Oyedipe et al. (1986), señalan en ovejas de la raza Yankasa una edad de 238 ± 23 días con un peso de 18 ± 0.4 kg al primer estro. Lizarraga et al. (1989), informan en corderas Black Belly nacidas en octubre-noviembre una edad de 322 ± 23 días con un peso de 18 ± 1.6 kg al primer estro. En estudios recientes Mukasa-Mugerwa et al. (1991), indican en borregas de la raza Menz una edad de 350 ± 12 días con un peso de 16.9 ± 0.1 kg al primer estro. En cambio Urrutia et al. (1991) encontraron en corderas Ramboulliet una edad de 202 ± 31 días con un peso de 42.6 ± 5.5 kg al primer estro. Genéticamente estas razas son diferentes aún cuando pueden tener un origen ancestral común (Guzmán et al., 1976) con la borrega Tabasco o Pelibuey.

Para asegurar una edad adecuada a la pubertad se requiere una buena alimentación. Generalmente los animales no pueden lograr un ritmo de crecimiento adecuado manteniéndose exclusivamente en pastoreo (Minson, 1981; Preston, 1982; Romano et al., 1983). Esto es cierto principalmente en épocas críticas del año como es la época de nortes (noviembre - febrero) durante la cual, los pastos alcanzan niveles aceptables de proteína cruda pero la cantidad de forraje producido es baja, por lo que la

disponibilidad de nutrientes se vuelve la mayor limitante para la productividad animal (Boletín Informativo CIEEGT, 1985/1986).

En estos casos se requiere un manejo nutricional adicional para acelerar el crecimiento de los animales y adelantar el inicio de su vida reproductiva. El estudiar el efecto de la suplementación en corderas nacidas en época considerada como crítica (octubre-noviembre) permite conocer mejor los efectos de la nutrición sobre el comportamiento reproductivo de las hembras con la finalidad de lograr mayores tasas de reemplazos en tiempos cortos y mayor duración de su vida productiva.

Los trabajos que se han realizado sobre efectos de la suplementación en corderas Tabasco no han utilizado las determinaciones hormonales hasta alcanzar la pubertad, sino que se han basado solamente en la detección de estros, lo que no permite evaluar con precisión los efectos de la suplementación sobre el inicio de la pubertad.

I. 1. HIPOTESIS.

El uso de la suplementación con alimento concentrado en ovinos Tabasco mantenidos en condiciones semi-extensivas en el trópico húmedo permitirá adelantar el inicio de la pubertad.

I. 2. OBJETIVO GENERAL.

Estudiar los efectos de la suplementación sobre el ritmo de crecimiento y el inicio de la pubertad en corderas Tabasco o Pelibuey nacidas en octubre-noviembre.

I. 3. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

Determinar el efecto de los diferentes niveles de suplementación en estudio sobre:

- Ganancia de peso desde el destete hasta alcanzar la pubertad.
- Edad y peso a la primera ovulación.
- Porcentaje de ovulaciones que no son acompañadas por signos de estro.
- Edad y peso al primer estro.
- Duracion del primer ciclo estral.
- Funcionalidad del primer cuerpo lúteo puberal.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA.

II. 1. Definición de pubertad.

En forma clásica se define a la pubertad como el momento en que por primera vez es posible que se realice la reproducción (Robinson, 1977) y se caracteriza por la liberación de gametos viables (Asdell, 1946). Una vez alcanzada la pubertad la hembra joven es capaz de ovular espontáneamente y de realizar un apareamiento fértil (Ryan y Foster, 1980).

Sin embargo, el inicio de la pubertad no ocurre repentinamente, sino que la pubertad es un proceso gradual durante el cual se van produciendo una serie de ajustes neuroendócrinos y cambios ováricos que culminan con la producción de gametos viables (Foster y Ryan, 1979, 1981).

En ovejas productoras de lana se ha descrito que conforme se acerca la pubertad aumenta gradualmente la frecuencia de secreción de gonadotropinas (Hormona luteinizante o LH y hormona folículo estimulante o FSH) (Foster et al., 1986). Este aumento en la frecuencia de liberación de gonadotropinas permite la maduración de folículos ováricos hasta llegar al estadio preovulatorio (Ryan y Foster, 1980). Por lo tanto al desarrollarse un folículo preovulatorio capaz de producir estrógenos en cantidades elevadas se induce el pico preovulatorio de LH, que resulta en la estimulación de la primera ovulación (Quirke, 1981).

La primera ovulación en la vida de una oveja generalmente

no es acompañada por signos de estro debido que el sistema nervioso de la oveja requiere una sensibilización previa con progesterona para poder responder a los estrógenos con manifestación de signos de estro (Ryan y Foster, 1980; Linda et al., 1987). En los animales adultos que se encuentran ciclando normalmente, la progesterona así requerida proviene del cuerpo lúteo del ciclo estral anterior, pero en el caso de la borrega prepúber no ha habido ovulaciones previas, por lo que tampoco existen cuerpos lúteos provenientes de ciclos previos. Se ha sugerido que los folículos preovulatorios deben estar expuestos a progesterona proveniente del cuerpo lúteo de un ciclo anterior para que maduren y al ovular resulten en la formación de un cuerpo lúteo normal (Foster et al., 1986). Este requisito no se cumple en la primera ovulación ya que el folículo preovulatorio no se encuentra expuesto durante su desarrollo a progesterona de ciclos anteriores. Sin embargo, existen elevaciones prepuberales de progesterona que pueden deberse a luteinización de folículos que no llegan a ovular (Ryan y Foster, 1978; Berardinelli et al., 1980) a ovulaciones con formación de un cuerpo lúteo defectuoso de corta duración y que producen cantidades muy pequeñas de progesterona (Ryan y Foster, 1978; Keisler et al., 1983; Foster et al., 1986; Berardinelli et al., 1980). Alternativamente se ha propuesto que la progesterona puede ser de origen adrenal (Ramaley y Bunn, 1972).

Después de la primera fase lútea corta se produce una segunda ovulación que generalmente tampoco es acompañada por signos de estro debido a que el primer cuerpo lúteo no produjo

progesterona durante el tiempo requerido y en la cantidad suficiente para sensibilizar al sistema nervioso central. Sin embargo, esta segunda ovulación si resulta en la formación de un cuerpo lúteo de duración normal ya que solamente se requieren dos días de exposición a progesterona para que un folículo preovulatorio pueda resultar en la formación de un cuerpo lúteo funcionalmente normal (McLeod and Haresing, 1984; Foster et al., 1986).

La progesterona producida por este segundo cuerpo lúteo sensibiliza al sistema nervioso central, de tal forma que al desarrollarse un nuevo folículo preovulatorio el animal muestra estro poco antes de su tercera ovulación (Foster et al., 1986). Es entonces durante la tercera ovulación de la vida de una oveja cuando el animal presenta su primer estro, lo que le permite aparearse. Además, como ésta tercera ovulación resulta en la formación de un cuerpo lúteo normal el animal está en la posibilidad de quedar gestante si es fecundado durante éste estro. Por ésta razón prodría decirse que el proceso de pubertad se completa generalmente cuando el animal tiene su tercera ovulación. Es necesario sin embargo aclarar que existen desviaciones con respecto a éste proceso, ya que hay animales que presentan un número diferente de ovulaciones sin estro (Foote et al., 1970) y también existen animales que presentan estro sin ovulación (Chu y Edey, 1978; Edey et al., 1978).

II. 2. Componentes de la actividad ovárica.

Para poder discutir el establecimiento de la función reproductiva en la oveja joven es conveniente describir brevemente los eventos que conforman la actividad reproductiva de

la oveja adulta. El patrón de actividad ovárica cíclica es regulado por las hormonas gonadotrópicas de origen hipofisiario, cuya secreción se encuentra a su vez gobernada por mecanismos de retroalimentación hormonal en los que intervienen los ovarios y el eje hipotálamo-hipofisiario (Karsch y Foster, 1981). Con propósitos descriptivos se puede considerar que la secreción de gonadotropinas es controlada por dos centros de regulación: El centro cíclico y el centro tónico.

El centro cíclico es el responsable de la masiva liberación preovulatoria de gonadotropinas que se presenta durante la etapa final de desarrollo folicular de cada ciclo estral, y que es acompañada por manifestaciones de estro (Robinson, 1951, 1954; Karsch y Foster, 1981). Este sistema es activado por una elevación sostenida de las concentraciones circulantes de estradiol (Karsch et al., 1980; Karsch y Foster, 1981). El centro de control tónico mantiene la secreción de gonadotropinas en los intervalos entre picos preovulatorios de ciclos sucesivos. Este centro induce la secreción de LH en forma pulsátil, cuya frecuencia y amplitud varían en diferentes etapas del ciclo estral (Karsch y Foster, 1981). Esta secreción tónica de LH estimula la secreción de hormonas esteroides de origen ovárico, las cuales a su vez regulan la secreción tónica de LH a través de un mecanismo de retroalimentación negativa (Karsch et al., 1980; Blake et al., 1981).

En ovejas normales que se encuentran ciclando, se requiere que la frecuencia de secreción de LH aumente a alrededor de un pulso por hora durante el proestro para que se estimule a un

folículo y se produzca un aumento en las concentraciones de estradiol, lo que conduce al pico preovulatorio de LH (Thiery et al., 1979). Por lo tanto, parece ser que en la oveja cíclica el evento responsable de que se inicie el proceso que conduce a la ovulación es el aumento en la frecuencia de secreción pulsátil de LH.

En la oveja prepúber, para que se lleve a cabo la primera ovulación se requiere que un folículo ovárico alcance un grado de desarrollo y madurez tal que le permita producir una cantidad suficiente de estradiol para desencadenar a nivel hipotálamo-hipofisiario la secreción de un pico preovulatorio de LH, que a su vez causará la ovulación de dicho folículo (Goding et al., 1969; Radford et al., 1970; Bolt et al., 1971; Beck y Reeves, 1973; Jonas et al., 1973; Quirke, 1981). El grado de desarrollo y madurez folicular requerido no es alcanzado durante la vida prepúber debido a un insuficiente soporte gonadotrópico (Quirke, 1981), ya que no se ha establecido una secreción pulsátil de alta frecuencia (Karsch y Foster, 1981).

Existen evidencias de que muchos de los componentes de la función reproductiva son completamente funcionales en la oveja joven mucho tiempo antes de que se inicie la pubertad. Todos los órganos involucrados en la actividad reproductiva de la hembra pueden ser funcionales desde etapas muy tempranas en la vida del animal, y todas las hormonas requeridas para que se produzca el desarrollo folicular y la ovulación pueden ser secretadas desde mucho tiempo antes del inicio de la pubertad (Quirke, 1981). Así, la hipófisis es capaz de producir LH y FSH desde los 60 u 80 días de vida fetal (Foster et al., 1972 a., Mauleon y De Reviers,

1969), y dicha LH fetal es secretada hacia la circulación fetal desde finales del segundo mes de la gestación (Foster et al., 1972 a). Asimismo, la hipófisis fetal es capaz de responder a la administración de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) con un pico de secreción de LH similar al que se produce en ovejas adultas (Foster et al., 1972 b). Por su parte, el hipotálamo contiene GnRH desde los 14 días de edad en la oveja recién nacida (Foster et al., 1972 c). Los centros hipotalámicos responsables de la manifestación de conducta estral en ovejas jóvenes son tan sensibles a la estimulación hormonal como los de ovejas adultas (Quirke, 1981).

De la misma forma, los folículos ováricos de ovejas de 10 a 16 semanas de edad son tan capaces de secretar estradiol como aquellos de las ovejas adultas (Quirke, 1981; Trounson et al., 1977). Además, los ovarios de las borregas jóvenes responden a la administración exógena de gonadotropinas desde las 4 u 8 semanas de edad, y los óvulos que se liberan como resultado de esos tratamientos pueden ser fertilizados (Quirke, 1981; Trounson et al., 1977).

Es posible inducir artificialmente un pico preovulatorio de LH mediante la administración exógena de estradiol a partir de la quinta semana de vida de la oveja, y la magnitud de la secreción de LH en respuesta al estradiol exógeno es similar a la de las ovejas adultas (Chu et al., 1979; Foster et al., 1972 a; Squires et al., 1972).

Por lo tanto los componentes del proceso de ovulación son individualmente competentes desde mucho tiempo antes de que se

inicie la pubertad. Esto sugiere que la ausencia de función reproductiva en la oveja prepúber no se debe a un defecto en dichos componentes sino a una integración diferente de los componentes (Land, 1978).

II. 3. Eventos neuroendócrinos responsables del inicio de la pubertad en la oveja.

En la oveja, el patrón tónico de secreción pulsátil de LH se observa por primera vez cuando los animales tienen entre 1 y 2 meses de vida (Foster et al., 1975). Sin embargo, a pesar de que éste sistema es relativamente activo a lo largo de todo el período prepuberal, la frecuencia de los pulsos permanece muy por debajo del requerimiento de un pulso por hora (Foster y Ryan, 1981; Karsch y Foster, 1981). Esta reducida frecuencia permite que los niveles basales de LH regresen a valores muy bajos entre un pulso y otro debido a que la vida media de la LH es de solo 15-20 minutos (Foster y Ryan, 1981). Los pulsos de LH poco frecuentes solamente causan elevaciones temporales en las concentraciones circulantes de estradiol, las cuales no son de magnitud y duración suficientes para inducir un pico preovulatorio de LH, por lo que la ovulación no ocurre (Foster y Ryan, 1981; Karsch y Foster, 1981).

Durante el período prepúber no se producen pulsos frecuentes de gonadotropinas debido a que la producción de GnRH hipotalámico se encuentra fuertemente inhibida por una potente retroalimentación negativa por parte de las hormonas esteroides del ovario (Goodman et al., 1981; Martin et al., 1983; Foster et al., 1986; Foster et al., 1988) a las cuales el hipotálamo es muy sensible antes de la pubertad.

Al acercarse la pubertad en la cordera se reduce la sensibilidad a la retroalimentación inhibitoria del estradiol permitiendo que se acelere el generador de pulsos de GnRH en el hipotálamo, lo que resulta en una mayor frecuencia en la liberación de gonadotropinas (Foster et al., 1985 ; Foster y Olster, 1985). La mayor frecuencia de secreción de LH comienza a estimular al ovario una semana antes de la primera ovulación para que se produzca el desarrollo del folículo preovulatorio y aumento en la producción de estradiol (Ryan y Foster, 1980).

El aumento en la frecuencia de secreción de pulsos de GnRH en el hipotálamo que controla la secreción de gonadotropinas es entonces esencial en el proceso de pubertad (Foster et al., 1988), pues permite un incremento en la frecuencia de pulsos de LH cada hora (Clarke, 1988; Ryan y Foster, 1980) lo que conduce a la primera ovulación (Linda et al., 1987; Ryan and Foster, 1980).

II. 4. Regulación de la actividad ovárica después de la pubertad.

El control de la retroalimentación de los esteroides en la secreción de LH cambia de estradiol a progesterona durante la transición a la pubertad (Foster et al., 1986). Después de la primera ovulación el estradiol por sí solo no es capaz de inhibir al hipotálamo, en cambio la progesterona que procede del cuerpo lúteo recién formado provoca que baje la frecuencia de secreción de LH (Foster et al., 1975 ; Foster y Karsch, 1976)

Normalmente después del estro se elevan los niveles de progesterona mayores a 1 ng/ml en el día cinco (Sutama et al., 1988; Quirke y Gosling, 1979) y bajan en el día 15 del ciclo estral (Thorburn et al., 1969; McNatty et al., 1973; Pant et al.,

1977; Zarco et al., 1988).

En la borrega Pelibuey se ha encontrado que los niveles de progesterona durante el ciclo estral normalmente se mantienen por encima de 1 ng/ml durante diez días (González-Reyna et al., 1991). Este patrón es similar a lo encontrado en borregas productoras de lana que normalmente se elevan las concentraciones de progesterona mayores a 1 ng/ml en el día cinco y declinan en el día 16 del ciclo estral (Pant et al., 1977; Yuthasastrakosol et al., 1975; Stabenfeldt et al., 1972).

Durante la fase lútea del ciclo la baja frecuencia de secreción de LH resulta en un estímulo insuficiente para el desarrollo del folículo y la secreción de estradiol necesario para activar el mecanismo liberador de gonadotropinas (Piper y Foote, 1968; Scaramuzzi et al., 1971; Hooley et al., 1974; Foster et al., 1986).

Posteriormente, ocurre la regresión lútea y la secreción de progesterona declina, permitiendo iniciar los pulsos de alta frecuencia de LH, que estimulan el desarrollo de un nuevo folículo en el ciclo reproductivo postpuberal (Karsch et al., 1979, 1984; Martin, 1984).

II. 5. Efecto de la nutrición sobre el mecanismo neuroendócrino a la pubertad.

La falta de nutrientes requeridos antes de la pubertad tiene efectos adversos en la actividad del sistema neurosecretorio del GnRH en el hipotálamo (Steiner et al., 1983), en la síntesis y liberación de gonadotropinas por la hipófisis (Foster et al., 1988; McClure, 1970) y en otros órganos

asociados con la reproducción (Lamming, 1969), alterando el crecimiento del animal y causando un retraso en la edad a la pubertad (Allen y Lamming, 1961; Burfening et al., 1971; Keane, 1975 a; Quirke, 1979; Sadleir, 1969).

Durante el período prepuberal, las corderas con restricciones nutricionales presentan frecuencias lentas de pulsos de LH, que son la causa en el retraso de pubertad cuando la energía de la dieta es limitada (Foster et al., 1988; Day et al., 1986). Las hembras que tienen bajos niveles de nutrición permanecen en un estado anovulatorio aún después de alcanzar la edad reproductiva, debido al retardo en su crecimiento (Foster et al., 1985).

Esta falla en alcanzar la pubertad a una edad normal es ocasionada por la retroalimentación negativa del estradiol, que reduce la frecuencia de pulsos de LH para el desarrollo de un folículo preovulatorio en el ovario (Foster et al., 1986). Sin embargo, después de proporcionar a los animales alimentación a libre acceso se produce ganancia de peso corporal y se reduce la sensibilidad del hipotálamo a la inhibición por estradiol, mientras que la frecuencia de pulsos de LH aumentan (Foster y Olster, 1985; Landefel et al., 1989) hasta alcanzar un pulso cada hora (Ryan y Foster, 1980; Kinder et al., 1987; Clarke, 1988) lo que permite que ocurra la primera ovulación.

II. 6. OTROS FACTORES NATURALES QUE AFECTAN LA PUBERTAD.

II. 6.1. Efecto del fotoperíodo sobre la endocrinología de la pubertad.

El fotoperíodo es considerado como el principal factor

ambiental que controla a las hembras para que alcancen la pubertad (Dyrmundsson, 1973), y se considera que es fundamental en la regulación de la actividad reproductiva tanto en corderas como en hembras adultas (Legan y Karsch, 1980). El fotoperíodo afecta la sensibilidad a la retroalimentación negativa del estradiol sobre la secreción tónica de LH (Foster, 1983; Foster et al., 1985). En condiciones normales las corderas solo alcanzan la pubertad en épocas del año en las que el fotoperíodo es decreciente (otoño) (Ebling y Foster, 1988). Si la información fotoperiódica recibida indica que la estación no es la apropiada para que las hembras alcancen la pubertad, los pulsos de LH no se aceleran aunque el peso corporal sea el adecuado (Foster et al., 1988). El inicio de la secuencia neuroendócrina para llegar a la pubertad ocurrirá cuando las señales internas y externas indiquen que existe un peso corporal y época del año favorables para el inicio de la actividad reproductiva (Foster et al., 1985; Foster et al., 1988).

Las razas de origen tropical son menos sensibles al fotoperíodo para lograr el primer estro que las corderas originarias de latitudes altas (Mounib et al., 1956; Younis et al., 1978; Thimonier y Chemineau, 1988).

II. 6.2. Efecto genético sobre el inicio de la pubertad.

El desarrollo sexual está afectado por condiciones ambientales y genéticas (Land, 1978), existiendo una considerable variabilidad genética entre animales de la misma raza y entre razas (Hafez, 1953; Dyrmundsson, 1972 a, 1981). La evolución postnatal de LH en el plasma periférico en las corderas está sujeto a considerables variaciones genéticas (Land y Carr, 1979).

Las corderas híbridas tienen mejor comportamiento reproductivo que las razas puras (Hohenboken y Cochran, 1976), y la heterosis probablemente contribuya a un desarrollo sexual precoz (Dickerson y Laster, 1975; Jakubec, 1977).

II. 6.3. Efecto macho.

El efecto macho para lograr la pubertad en corderas es muy limitado. La introducción de machos a grupos de corderas en la etapa de transición de la actividad no reproductiva a reproductiva resultó en un alto grado de sincronización a la primera criza, pero no afectó la edad promedio del comienzo de la actividad del estro (Dyrmundsson y Lees, 1972 b).

Por otra parte, Jainudeen (1988), recomienda el uso del efecto macho para adelantar el comienzo de la pubertad en las corderas, ya que induce ciclicidad durante la estación no reproductiva y modifica la edad para alcanzar el estro y ovulación. Este efecto se obtiene a través del contacto con la orina, lana y el semental (Knight y Linch, 1980). Aún cuando se desconoce el mecanismo por el cual las feromonas producen su efecto, existe evidencia de que ocurre al provocarse la liberación de hormona luteinizante (Izar, 1983; Martin *et al.*, 1983; Murtagh, citado por Lindsay and Pearce, 1984; Pearce y Oldham, 1984).

II. 6.4. Efecto de la temperatura sobre el inicio de pubertad .

Existe poca información con respecto al efecto directo de la temperatura en el desarrollo sexual en las hembras. Por un lado, bajo condiciones de estrés térmico, hay mecanismos fisiológicos que limitan la producción de calor y por otro,

incrementan la disipación del mismo alterando el consumo de alimento, la conversión alimenticia, la proporción catabólica del alimento ingerido, el funcionamiento del tracto digestivo y la tasa de crecimiento y fertilidad en el animal (Jhonson, 1965; Ingram, 1973 a; Thatcher, 1974; Jhonson y Vanjonak, 1976).

Al existir un aumento ligero de temperatura se activa el mecanismo fisiológico para incrementar la pérdida de calor, por medio de cambios en el sistema vascular (Horvath y Jowell, 1964), aumento en la frecuencia respiratoria y temperatura rectal (Yousef et al., 1968; Roman-Ponce, 1978), y una compleja relación neuroendócrina que regula la temperatura corporal (Chewers et al., 1976). Hasta la fecha no es posible distinguir entre el efecto primario de la temperatura sobre el retardo en el crecimiento y su efecto secundario en alcanzar o atrasar la pubertad (Dyrmundsson, 1983).

El uso de sombreaderos en ovejas Tabasco o Pelibuey, limita la intensidad de la radiación solar que capta el animal proporcionando un mejor ambiente, reflejándose en mayor peso corporal al destete, menor frecuencia respiratoria y temperatura rectal (Roman-Ponce, 1978; Thatcher y Roman-Ponce, 1980; Padilla et al., 1985).

III. METODOS PARA ESTUDIAR EL INICIO DE PUBERTAD.

III. 1. Detección de estros.

Normalmente la detección de estros se practica utilizando machos vasectomizados o con el uso del mandil dos veces al día (am - pm) con una duración de dos horas (Evans y Maxwell, 1990).

Para tener una mayor eficiencia en la detección de calores es necesario intercambiar los machos con las hembras y no

permitir que copulen para mantener una buena libido en el animal, considerando que la libido del macho puede variar estacionalmente. Además, la presencia del macho puede estimular la actividad sexual en la hembra (Jainudeen, 1988; Pearce y Oldham, 1984; Robertson, 1977).

El usar este método de investigación tiene la limitante de que los machos no detecten los primeros ciclos ováricos que cursan sin presencia de calor en las hembras (Feldman, 1987).

III. 2. Radioinmunoanálisis (RIA).

III. 2.1. Determinación de progesterona.

Los cambios en los niveles séricos de progesterona se utilizan como indicadores de el inicio de la actividad ovárica. Indirectamente, permiten conocer cuando ocurre la primera ovulación y cuántos ciclos ováricos suceden antes de manifestarse el estro. Además, proporcionan información adicional de la duración de la primera fase lútea y el siguiente ciclo, así como la funcionalidad del cuerpo lúteo puberal (Quirke y Gosling, 1985; Yellon y Foster, 1985; Foster et al., 1986).

IV. MATERIAL Y METODOS.

IV. 1. Localización.

La fase de muestreo del presente estudio tuvo una duración de 12 meses y se realizó en el Centro de Investigación Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical (CIEEGT) perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México. El centro está localizado en la carretera Tlapacoyan-Martínez de la Torre, Veracruz; zona que se localiza a 151 msnm en la vertiente del Golfo de México, a los 20° 4' de latitud Norte y a los 97° 3' de longitud Oeste. El clima Af(w) está definido en términos agroecológicos como un bosque subtropical (García, 1981), localizado en una zona de transición climática entre la zona costera subhúmeda al Este y la zona húmeda de la sierra Madre Oriental al Oeste (Boletín Informativo CIEEGT, 1985/1986). La precipitación pluvial promedio para el período 1980-1985 fué de 1980.7 ± 431.5 mm, con una temperatura media de 23.8° C (Boletín Informativo CIEEGT, 1985/1986).

IV. 2. ANIMALES EXPERIMENTALES.

Los animales experimentales se encuentran en el CIEEGT, en el predio denominado " EL Cenzontle ", bajo un sistema de manejo en pastoreo continuo con rotación de potreros.

Se utilizaron 68 corderas nacidas en octubre-noviembre de 1988 y destetadas a los 100 días de edad con un peso promedio de 12.8 kg. Durante el estudio las corderas pastoreando en una superficie de 1.6 has sembradas con pasto Estrella Sto. Domingo (Cynodon nlemfuensis) y con acceso libre a sales minerales y agua

durante las 24 hrs. La superficie destinada a las borregas se dividió en cuatro potreros de 0.4 has. realizándose la rotación de los mismos cada siete días para tener un ciclo de 28 días.

Los animales se desparasitaron cada 14 días utilizando antihelmínticos de amplio espectro contra parásitos gastrointestinales. Cada dos meses se utilizaron pediluvios con sulfato de cobre al 20% para evitar el reblandecimiento de pezuñas en las corderas.

Al momento del destete los animales se dividieron aleatoriamente formando cuatro grupos de 17 ovejas cada uno, balanceados de acuerdo al tipo de nacimiento (sencillo o doble) y fueron suplementadas con diferente cantidad de concentrado desde el destete (100 días) hasta alcanzar la pubertad.

Este suplemento consistió en un concentrado elaborado con subproductos de la región en la siguiente proporción: cascarilla de cítricos (35%), gallinaza (27%), maíz con olote o sorgo molido (37%) y sales minerales (1%). Este concentrado contiene 16% de proteína cruda y 3000 kcal de energía digestible/kg de materia seca.

Este suplemento proteico y energético cubrió las necesidades nutricionales recomendadas por el N.R.S. 1985, considerando que el requerimiento proteico de borregas mantenidas en clima cálido es mayor debido a que la retención de nitrógeno es menor (Yousri et al., 1977).

El concentrado se suministró a los diferentes grupos en las siguientes cantidades:

Grupo 1. Recibió el 1% de suplemento en relación al peso vivo del animal, con ajuste cada 14 días.

Grupo 2. Recibió el 2% de suplemento en relación al peso vivo del animal, con ajuste cada 14 días.

Grupo 3. Recibió el 3% de suplemento en relación al peso vivo del animal, con ajuste cada 14 días.

Grupo Testigo. No se suministró suplemento.

Todos los grupos suplementados tuvieron una adaptación de 15 días durante los cuales se fué incrementando paulatinamente la cantidad de alimento concentrado hasta alcanzar el nivel que le correspondiera consumir.

Durante los 15 días de adaptación se determinó el tiempo que requerían los animales para consumir el alimento, ya que era necesario conocer cuanto tiempo deberían permanecer encerrados los animales en los corrales de suplementación, determinándose que se requieren dos horas (7.00 a.m - 9.00 a.m) para garantizar un consumo completo.

Para evaluar el porcentaje en el consumo real de los tratamientos de mayor nivel de suplementación (2%, 3%) se recogió diariamente el sobrante de alimento concentrado que no consumieron los animales y se pesó.

Con el objeto de evitar variaciones debidas a diferencias en la calidad del pasto, los animales de los cuatro tratamientos pastoreaban juntos y solo se separaban al momento de dar el suplemento. Además, se practicó la rotación de los potreros con la finalidad de aprovechar el mayor contenido de nutrientes en el forraje.

Los grupos solamente se separaron durante tres horas en la mañana y una hora en la tarde para suministrar el concentrado y detectar calores por separado en cada grupo.

A partir del destete y cada 14 días, se pesaron los animales individualmente para obtener el peso promedio por grupo y realizar el ajuste en la cantidad de concentrado ofrecido a cada grupo de animales. Adicionalmente, los resultados de las pesadas se utilizaron para calcular las ganancias de peso y determinar el peso al que ocurrió la primera ovulación y el primer estro.

Considerando que en el ecosistema tropical húmedo las fluctuaciones de temperatura, humedad y precipitación pluvial son marcadas, se obtuvo la información en la Estación Meteorológica del CIEEGT-UNAM a partir del mes de febrero al mes de octubre.

Con el objeto de determinar la ocurrencia del primer estro y establecer si existieron ovulaciones silenciosas se practicó la detección de calores utilizando dos machos vasectomizados, los cuales se introdujeron a los corrales de separación por períodos de una hora dos veces al día (7 am y 5 pm).

Con el objeto de establecer la ocurrencia de ovulaciones y determinar las características de las fases lúteas se obtuvieron muestras de sangre dos veces por semana en todas las hembras desde el cuarto mes de edad hasta la presentación del segundo estro, para determinar las concentraciones plasmáticas de progesterona. La sangre se obtuvo por punción de la vena

yugular utilizando tubos heparinizados al vacío.

La sangre recién obtenida se centrifugó a 3500 revoluciones por minuto durante cinco minutos. El plasma se separó en tubos de vidrio y se congeló a -20° C hasta su procesamiento para determinar los niveles de progesterona utilizando la técnica de radioinmunoanálisis en fase sólida (Srikandakumar *et al.*, 1986). Todas las muestras pertenecientes a una borrega se corrieron en un solo ensayo. En todos los ensayos se incluyeron controles de calidad con niveles altos (4.38 ng/ml) y medios (1.13 ng/ml) de progesterona.

El coeficiente de variación intraensayo para el control alto fué de 7.12% y el interensayo de 14.98%. El coeficiente de variación intraensayo para el control medio fué de 13.84% y el interensayo de 10.7%. La cantidad mínima detectable en los ensayos fué de 0.39 ng/ml.

Se consideró que los animales tuvieron elevaciones transitorias de progesterona cuando las concentraciones se mantuvieron entre 0.5 y 0.8 ng/ml durante dos o más muestreos seguidos o cuando se elevaron a más de 1 ng/ml durante un solo muestreo. El diseño del experimento no permite explicar que dicha progesterona sea de origen ovárico o adrenal.

Se consideró que la borrega ovuló cuando se encontraron al menos dos determinaciones seguidas mayores o iguales a 1 ng/ml.

Se consideró que una fase lútea tuvo duración normal cuando las concentraciones de progesterona se mantuvieron elevadas por diez días o más, mientras que las elevaciones por menos de diez días fueron consideradas como fases lúteas cortas

(González-Reyna et al., 1991).

En la duración del ciclo estral se utilizó el criterio previamente descrito por Foote et al. (1970), quién definió como ciclo corto a los animales que tienen un intervalo entre estros menores a 14 días, ciclo normal a los animales que tienen un intervalo entre estros de 14 a 19 días y ciclo largo a los animales que tienen intervalos entre estros mayores de 19 días. Con este método se determinó lo largo del intervalo separando dos fases lúteas (Yenikoye et al., 1982).

Con el objeto de determinar el efecto de la suplementación sobre el estado nutricional de los animales se determinó mensualmente el hematocrito de cada animal. Para ello se obtuvo sangre por punción yugular en tubos de microhematocrito centrifugándose a 3500 rpm., considerándose como rango normal valores de hematocrito del 24 al 35% (Larios et al., 1976). Además, para determinar el efecto de la suplementación con sales minerales en los animales se determinaron las concentraciones de fósforo en plasma sanguíneo utilizando la técnica descrita por la Asociación Oficial de Química Analítica (1985), considerándose como rango normal valores de 6 a 10 mg/ml (Larios et al., 1976).

IV. 3. Análisis estadístico.

Los parámetros fueron evaluados mediante un análisis de varianza utilizando el procedimiento del Modelo Lineal General (GLM) del paquete estadístico Statics Analysis Sistem (SAS) y el Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). Además, se realizaron comparaciones múltiples de medias utilizando la

prueba de Tukey o Bonferroni a un nivel de significancia de 0.05 (Neter y Wasserman, 1974).

Para analizar los efectos de los diferentes niveles de suplementación sobre la edad a la primera ovulación, edad al primer estro, peso a la primera ovulación, peso al primer estro, edad a la segunda ovulación, edad al segundo estro, peso a la segunda ovulación y peso al segundo estro se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

donde

Y_{ij} = Valor de la variable dependiente para el j-ésimo animal del i-ésimo tratamiento.

U = Media general.

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento (nivel de suplementación).

E_{ij} = Error residual aleatorio.

Para analizar los efectos de los diferentes niveles de suplementación sobre las ganancias diarias de peso durante las diferentes etapas de estudio se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = U + T_i + P_j + TP_{ij} + E_{ijk}$$

donde

Y_{ijk} = Ganancia diaria de peso de la k-ésima oveja del i-ésimo nivel de suplementación durante el período abarcado por la j-ésima pesada.

U = Media general.

T_i = Efecto del i-ésimo nivel de suplementación.

P_j = Efecto de la j-ésima pesada.

T_{Pij} = Interacción entre el i -ésimo nivel de suplementación y la j -ésima pesada.

E_{ijk} = Error residual aleatorio.

Para analizar los efectos de los diferentes niveles de suplementación sobre los pesos promedios en diferentes pesadas se utilizó el mismo modelo que para ganancias de peso, substituyendo la variable dependiente.

Para evaluar el efecto del nivel de suplementación sobre los valores de microhematocrito y sobre los valores de fósforo en diferentes meses se utilizó el modelo:

$$Y_{ijk} = U + T_i + M_j + T_{Mij} + E_{ijk}$$

donde

Y_{ijk} = Valor de la variable dependiente (fósforo o microhematocrito según el caso) del k -ésimo animal del i -ésimo tratamiento en el j -ésimo mes.

U = Media general.

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento (nivel de suplementación).

M_j = Efecto del j -ésimo mes.

T_{Mij} = Interacción entre el i -ésimo tratamiento y j -ésimo mes.

E_{ijk} = Error residual aleatorio.

Para evaluar el efecto de los diferentes niveles de suplementación sobre la duración de la primera fase lútea, duración de la segunda fase lútea, intervalo entre la primera y segunda ovulación y duración del primer ciclo estral se utilizó

el modelo:

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

donde

Y_{ij} = Valor de la variable dependiente para la j -ésima oveja del i -ésimo tratamiento (nivel de suplementación).

U = Media general.

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

E_{ij} = Error residual aleatorio.

V. RESULTADOS.

Todos los resultados se expresan como promedios \pm error standard.

V. 1. Peso al destete.

Al inicio del experimento no hubo ventajas en peso para ninguno de los grupos ya que al realizar el destete a los 100 días de edad no se encontró diferencia estadística en los pesos promedio ($P > 0.05$). El peso promedio obtenido al destete fué de 12.6 ± 1.8 kg para el grupo Testigo, y de 13.3 ± 1.5 , 13.3 ± 2.2 y 12.0 ± 1.4 kg para los grupos asignados a 1, 2 y 3 por ciento de suplementación respectivamente.

Al analizar los pesos al destete de acuerdo al tipo de parto (cuadro 2) se encontró que los animales provenientes de parto simple tuvieron mayor peso al destete (13.4 kg) ($P < 0.05$) en comparación con los de parto doble (11.4 kg), existiendo animales que tenían un peso mínimo de 10 kg a un máximo de 18 kg (cuadro 2). A pesar de esta diferencia entre animales nacidos de diferente tipo de parto, este factor no se considera en el resto

de los resultados debido a que los tratamientos fueron balanceados de acuerdo al tipo de parto.

Cuadro 2. PESO AL DESTETE EN CORDERAS PELIBUEY PROVENIENTES DE PARTO SENCILLO O DOBLE

| TIPO DE PARTO | N | PESO (KG) | MINIMO | MAXIMO |
|---------------|----|------------|--------|--------|
| Sencillo | 50 | 13.4 ± 0.2 | 10.0 | 18.0 |
| Doble | 18 | 11.4 ± 0.2 | 10.0 | 13.5 |
| Total | 68 | 12.8 ± 0.2 | 10.0 | 18.0 |

Las diferencias entre grupos son estadísticamente significativas ($P < 0.05$).

Un total de cinco animales (cuatro del grupo Testigo y uno del grupo 1) murieron durante el primer mes del estudio, por lo que en los resultados a partir del cuadro 3 solamente se presentan datos de 13 animales del grupo Testigo y 16 del grupo 1.

V. 2. Pesos y ganancias de peso en diferentes etapas.

En el cuadro 3 se muestran los pesos para cada uno de los grupos durante las diferentes pesadas, encontrándose efectos significativos ($P < 0.05$) de el nivel de suplementación, pesada y la interacción entre ambos, por lo que se realizó la comparación múltiple de medias mediante la prueba de Bonferroni.

Se encontró que al momento del destete (pesada uno) y durante las dos siguientes pesadas las diferencias en peso entre los diferentes grupos no eran significativas ($P > 0.05$). El nivel de suplementación en el que se notó más rápidamente un aumento en las ganancias de peso fué el de 2% (grupo 2), ya que desde la

fueron significativamente superiores ($P < 0.05$) a los de los otros grupos.

Entre la octava y la décima semana los pesos del grupo 3 ya eran similares a los del grupo 2, por lo que durante este período tanto los animales suplementados con 2% como los suplementados con 3% tuvieron pesos significativamente superiores a los animales suplementados con 1% y los animales Testigo ($P < 0.05$). A partir de la décima semana y hasta el final del experimento, los pesos de todos los grupos suplementados fueron significativamente superiores a los del grupo Testigo ($P < 0.05$). El grupo con 2% de suplementación tuvo pesos superiores ($P < 0.05$) a los de todos los otros grupos al final del experimento.

Cuadro 3. PESO PROMEDIO (kg) EN DIFERENTES ETAPAS EN CORDERAS PELIBUEY CON DIFERENTES NIVELES DE SUPLEMENTACION

| PESADA | FECHA | EDAD | Nivel de Suplementación | | | |
|--------|---------|----------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | | | Testigo | 1% | 2% | 3% |
| | día/mes | promedio | n=13 | n=16 | n=17 | n=17 |
| | | (días) | | | | |
| 1 | 24/02 | 102 | 12.6 ± 0.5 ^a | 13.3 ± 0.3 ^a | 13.2 ± 0.5 ^a | 12.0 ± 0.3 ^a |
| 2 | 15/03 | 121 | 13.6 ± 0.5 ^a | 14.8 ± 0.5 ^a | 15.4 ± 0.6 ^a | 14.0 ± 0.4 ^a |
| 3 | 29/03 | 135 | 13.4 ± 0.6 ^a | 15.0 ± 0.5 ^a | 16.3 ± 0.6 ^a | 15.2 ± 0.4 ^a |
| 4 | 12/04 | 149 | 14.8 ± 0.6 ^a | 16.4 ± 0.7 ^a | 18.3 ± 0.6 ^b | 16.9 ± 0.5 ^a |
| 5 | 26/04 | 163 | 14.6 ± 0.6 ^a | 16.5 ± 0.7 ^a | 18.9 ± 0.6 ^b | 17.2 ± 0.6 ^a |
| 6 | 10/05 | 177 | 16.1 ± 0.6 ^a | 18.3 ± 0.7 ^a | 20.8 ± 0.7 ^b | 19.2 ± 0.5 ^a |
| 7 | 24/05 | 191 | 17.1 ± 0.6 ^a | 19.6 ± 0.7 ^a | 21.5 ± 0.6 ^b | 20.3 ± 0.5 ^a |
| 8 | 07/06 | 204 | 18.7 ± 0.8 ^a | 21.0 ± 0.7 ^{ab} | 23.5 ± 0.8 ^b | 22.0 ± 0.4 ^b |
| 9 | 21/06 | 218 | 18.7 ± 0.8 ^a | 21.5 ± 0.7 ^a | 24.5 ± 0.8 ^b | 23.6 ± 0.6 ^b |
| 10 | 05/07 | 232 | 19.7 ± 0.8 ^a | 22.9 ± 0.7 ^a | 25.6 ± 0.8 ^b | 24.5 ± 0.6 ^b |
| 11 | 21/07 | 248 | 20.5 ± 0.8 ^a | 24.1 ± 0.7 ^b | 27.2 ± 0.8 ^b | 26.0 ± 0.7 ^b |
| 12 | 01/08 | 259 | 22.5 ± 0.7 ^a | 26.2 ± 0.7 ^b | 29.2 ± 0.8 ^b | 28.0 ± 0.6 ^b |
| 13 | 16/08 | 274 | 23.4 ± 0.7 ^a | 27.2 ± 0.6 ^b | 30.2 ± 0.9 ^b | 29.3 ± 0.6 ^b |
| 14 | 30/08 | 288 | 24.0 ± 0.8 ^a | 27.4 ± 0.6 ^b | 30.9 ± 1.0 ^c | 30.6 ± 0.6 ^{bc} |
| 15 | 13/09 | 301 | 23.7 ± 0.6 ^a | 27.1 ± 0.7 ^b | 31.1 ± 1.0 ^c | 31.1 ± 0.7 ^c |

Para una determinada fecha (renglón), los valores que no comparten literal son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Las diferencias en pesos en diferentes etapas son debidas a diferencias en la ganancia diaria de peso de los diferentes grupos. En el cuadro 4, se informan los cálculos de ganancia diaria de peso en cada grupo y en diferentes etapas. En varias ocasiones, el grupo no suplementado tuvo pérdidas de peso.

Las diferencias de peso entre los grupos se produjeron durante el período cubierto por las pesadas 2, 3 y 9 ya que en las demás pesadas, la ganancia de peso no resultó estadísticamente diferente ($P > 0.05$) entre grupos.

Cuadro 4. GANANCIA DIARIA DE PESO (g) EN DIFERENTES ETAPAS EN OVEJAS PELIBUEY EN CRECIMIENTO SUPLEMENTADAS CON DIFERENTES CANTIDADES DE CONCENTRADO.

| PESADA | FECHA día/mes | EDAD promedio (días) | Nivel de Suplementación | | | |
|------------------------------|------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | | | Testigo n=13 | 1% n=16 | 2% n=17 | 3% n=17 |
| 1 | 24/02 | 102 | . | . | . | . |
| 2 | 15/03 | 121 | 76.9 ± 15.5 ^a | 107.0 ± 14.6 ^{ab} | 155.4 ± 13.0 ^b | 142.4 ± 19.4 ^{ab} |
| 3 | 29/03 | 135 | -19.2 ± 9.5 ^a | 8.9 ± 15.8 ^{ab} | 65.0 ± 10.2 ^{bc} | 88.0 ± 8.7 ^c |
| 4 | 12/04 | 149 | 104.3 ± 13.1 ^a | 102.7 ± 20.8 ^a | 140.7 ± 14.2 ^a | 117.5 ± 14.3 ^a |
| 5 | 26/04 | 163 | -16.5 ± 14.3 ^a | 11.1 ± 10.1 ^a | 42.0 ± 14.1 ^a | 25.1 ± 19.6 ^a |
| 6 | 10/05 | 177 | 109.8 ± 11.8 ^a | 127.4 ± 23.9 ^a | 138.7 ± 13.3 ^a | 138.6 ± 13.7 ^a |
| 7 | 24/05 | 191 | 68.6 ± 8.4 ^a | 91.3 ± 21.6 ^a | 50.3 ± 9.2 ^a | 84.0 ± 13.7 ^a |
| 8 | 07/06 | 204 | 91.8 ± 11.1 ^a | 100.3 ± 8.7 ^a | 145.0 ± 18.0 ^a | 117.6 ± 10.6 ^a |
| 9 | 21/06 | 218 | 0.0 ± 8.1 ^a | 35.5 ± 13.8 ^{ab} | 69.2 ± 10.4 ^{bc} | 115.5 ± 13.9 ^c |
| 10 | 05/07 | 232 | 76.2 ± 6.8 ^a | 95.9 ± 11.6 ^a | 79.7 ± 7.8 ^a | 60.9 ± 7.3 ^a |
| 11 | 21/07 | 248 | 50.7 ± 9.6 ^a | 86.9 ± 7.9 ^a | 113.2 ± 11.6 ^a | 113.5 ± 14.5 ^a |
| 12 | 01/08 | 259 | 142.8 ± 14.0 ^a | 154.1 ± 10.7 ^a | 138.6 ± 13.3 ^a | 140.8 ± 11.3 ^a |
| 13 | 16/08 | 271 | 66.4 ± 15.5 ^a | 69.0 ± 13.6 ^a | 75.5 ± 18.4 ^a | 90.1 ± 8.7 ^a |
| 14 | 30/08 | 288 | 45.8 ± 15.8 ^a | 40.3 ± 13.0 ^a | 87.7 ± 16.1 ^a | 78.4 ± 20.3 ^a |
| 15 | 13/09 | 301 | -25.4 ± 19.4 ^a | 6.4 ± 15.3 ^a | 14.3 ± 13.0 ^a | 24.6 ± 24.4 ^a |
| Ganancia Promedio Diaria. | | | 52.6 ± 18.8 | 73.7 ± 18.4 | 93.3 ± 16.8 | 94.3 ± 17.6 |

Para una determinada fecha (renglón), los valores que no comparten literal son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Cuadro 5. INFORMACION METEOROLOGICA DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO

| MES | TEMPERATURA (°C) | | | LLUVIA (mm) |
|------------|------------------|--------|----------------|-------------|
| | MINIMA | MAXIMA | PROMEDIO (mes) | |
| Febrero | 8 | 33 | 18.9 | 63.2 |
| Marzo | 10 | 35 | 21.8 | 21.0 |
| Abril | 13 | 37 | 20.2 | 81.8 |
| Mayo | 19 | 36 | 27.9 | 83.5 |
| Junio | 19 | 42 | 29.4 | 48.5 |
| Julio | 20 | 40 | 28.2 | 147.8 |
| Agosto | 19 | 36 | 28.0 | 142.0 |
| Septiembre | 19 | 34 | 25.3 | 392.8 |
| Octubre | 13 | 33 | 23.5 | 125.0 |
| Noviembre | 14 | 37 | 23.3 | 193.1 |

Año 1989.

Fuente de información: Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional.

Estación Climatológica CIEEGT-UNAM.

Martínez de la Torre, Veracruz.

Se observa que en la pesada 15 (septiembre), los animales del grupo no suplementado dejaron de ganar o empezaron a perder peso (cuadro 4) cuando empezó a acentuarse el período de lluvias (cuadro 5).

En la figura 1 se representan gráficamente las curvas de ganancia de peso en los diferentes grupos durante el trabajo experimental.

V. 3. Valores de microhematocrito.

En el cuadro 6 se muestran los resultados de los análisis de microhematocrito (MCHT), encontrándose en el mes de marzo diferencia significativa ($P < 0.05$) entre el grupo 2% en comparación con el grupo 3%; los grupos 1% y Testigo fueron intermedios. Entre el mes de abril y junio los niveles de microhematocrito fueron generalmente mayores en los grupos con suplementación de 2 y 3% en relación con los tratamientos 1% y

Testigo. En ocasiones estas diferencias fueron significativas ($P < 0.05$).

Cuadro 6. VALORES DE MICROHEMATOCRITO EN DIFERENTES MESES EN OVEJAS PELIBUEY CON DIFERENTES NIVELES DE SUPLEMENTACION

| MES | N i v e l d e S u p l e m e n t a c i ó n | | | |
|--------|---|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | Testigo | 1% | 2% | 3% |
| Marzo | 36.0 ± 0.9 ^a | 36.1 ± 1.4 ^{ab} | 37.8 ± 0.8 ^a | 34.4 ± 0.7 ^b |
| Abril | 27.9 ± 1.2 ^b | 26.3 ± 1.5 ^b | 33.1 ± 1.0 ^a | 31.9 ± 1.3 ^a |
| Mayo | 33.1 ± 1.4 ^a | 34.0 ± 0.8 ^a | 35.2 ± 0.5 ^a | 34.8 ± 0.7 ^a |
| Junio | 21.9 ± 0.5 ^b | 22.1 ± 0.9 ^{ab} | 25.4 ± 0.8 ^a | 24.5 ± 1.1 ^{ab} |
| Julio | 23.7 ± 0.5 ^a | 24.0 ± 0.9 ^a | 24.1 ± 0.8 ^a | 22.8 ± 1.0 ^a |
| Agosto | 28.9 ± 1.3 ^a | 29.7 ± 0.6 ^a | 28.3 ± 0.6 ^a | 29.5 ± 0.8 ^a |

Para un determinado mes (renglón), valores que no comparten literal son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Este efecto puede deberse a la poca disponibilidad de forraje que existe en el cambio de la época de invierno a primavera, cuando la precipitación pluvial es baja. Esto afectó principalmente al grupo no suplementado, en el cual murieron dos ovejas en la segunda quincena de marzo y otras dos en la primera quincena de abril. En el grupo con 1% de suplementación murió una borrega y en los grupos con 2% y 3% de suplementación no hubo muertes. Todos los animales que murieron tenían valores de microhematocrito entre 9 y 15% en el último muestreo previo antes de la muerte, lo que indica su alto grado de desnutrición. En este estudio se encontró que el grupo no suplementado tuvo el mayor porcentaje (23.5%) de mortalidad seguido por el grupo 1% (5.8%); en los grupos con 2% y 3% de suplementación no hubo muertes.

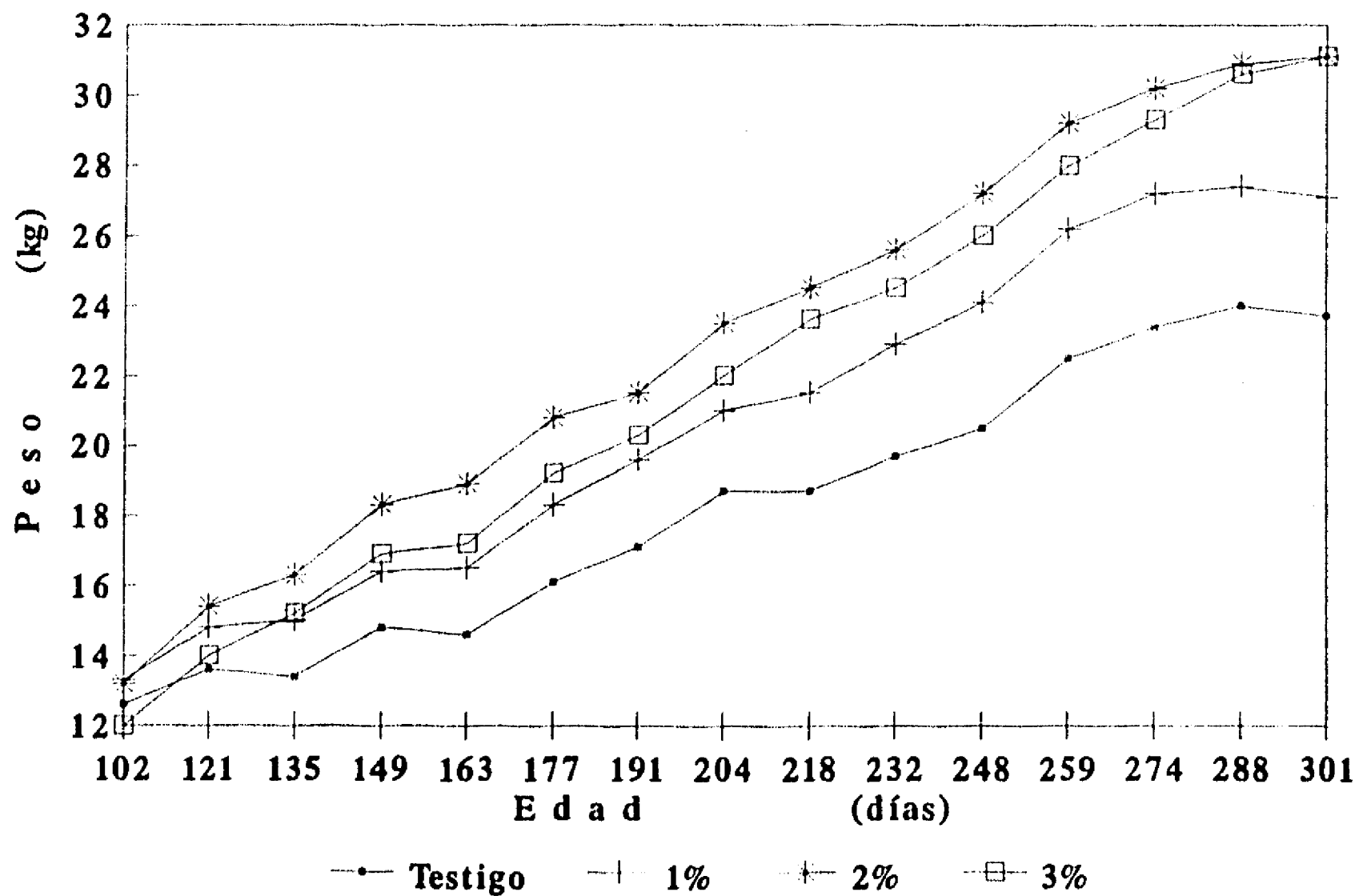


Figura 1. Ganancia de peso en corderas Pelibuey en crecimiento con diferentes niveles de suplementación

A medida que se fué acentuando la falta de precipitación pluvial y disminuyó la calidad del pasto, los porcentajes de microhematocrito también disminuyeron en el mes de Junio, encontrando diferencia estadística ($P < 0.05$) del grupo 2% en comparación con el grupo no suplementado; los grupos 1% y 3% fueron intermedios.

En el mes de julio se observan valores bajos de MCHT para todos los grupos, no difiriendo estadísticamente ($P > 0.05$) entre tratamientos. En este mes se iniciaron las precipitaciones pluviales (cuadro 5) que ayudaron a mejorar la cantidad y calidad en el forraje, reflejándose en que los animales tuvieron en el mes de agosto porcentajes normales de MCHT, no encontrándose diferencia estadística ($P > 0.05$) entre grupos.

V. 3.1. Valores de fósforo sanguíneo.

En el cuadro 7 se informan los resultados de los análisis de fósforo en sangre encontrándose que al inicio del experimento los animales de los grupos 1 y Testigo tenían valores promedio ligeramente bajos y los grupos 2 y 3 se encontraron por encima del umbral de los valores normales (6-10 mg/ml).

En ninguno de los meses evaluados se encontraron diferencias significativas entre grupos en los niveles de fósforo. Sin embargo, al considerar los promedios de todos los grupos se encontraron diferencias entre meses. Así, en los meses de abril, mayo, julio y agosto los niveles de fósforo fueron mayores a los de marzo, mientras que en abril y mayo fueron mayores a junio y esto es probable que se deba a la poca disponibilidad de forraje que existió por el cambio de época de

invierno a primavera en marzo o por falta de precipitación pluvial y nutrientes en el forraje en junio. Debe aclararse que todos los grupos recibieron suplementación de minerales a libre acceso.

Cuadro 7. CONCENTRACIONES PROMEDIO DE FOSFORO DURANTE DIFERENTES MESES EN OVEJAS PELIBUEY CON DIFERENTES NIVELES DE SUPLEMENTACION

| MES | N i v e l d e S u p l e m e n t a c i ó n | | | | PROMEDIO (mes) |
|--------|---|-----------|-----------|-----------|-------------------------|
| | Testigo | 1% | 2% | 3% | |
| Marzo | 5.9 ± 0.5 | 5.5 ± 0.0 | 6.5 ± 0.2 | 6.7 ± 0.1 | 6.1 ± 0.1 ^a |
| Abril | 8.0 ± 0.1 | 8.7 ± 0.2 | 8.7 ± 0.4 | 8.5 ± 0.2 | 8.4 ± 0.1 ^{cd} |
| Mayo | 7.6 ± 0.2 | 8.9 ± 0.1 | 8.0 ± 0.3 | 8.6 ± 0.1 | 8.3 ± 0.1 ^d |
| Junio | 5.7 ± 0.1 | 6.6 ± 0.1 | 6.5 ± 0.0 | 6.7 ± 0.1 | 6.3 ± 0.0 ^{ab} |
| Julio | 7.8 ± 0.0 | 7.0 ± 0.1 | 7.2 ± 0.1 | 7.8 ± 0.0 | 7.4 ± 0.0 ^{bc} |
| Agosto | 7.5 ± 0.0 | 7.1 ± 0.5 | 7.3 ± 0.0 | 8.1 ± 0.1 | 7.5 ± 0.0 ^{bd} |

Las diferencias entre niveles de suplementación no son estadísticamente significativas ($P > 0.05$).

Las diferencias entre meses que no comparten literal son estadísticamente significativas ($P < 0.05$).

V. 4. Consumo real de alimento concentrado.

En algunos casos los animales no consumían todo el suplemento que se les ofrecía, por lo que no siempre tuvieron una suplementación real de 1%, 2% y 3% de su peso vivo. En el cuadro 8 se informa el consumo de alimento concentrado que tuvieron.

Los animales del grupo 1 siempre consumieron la totalidad del suplemento ofrecido, por lo que su consumo real de alimento efectivamente correspondió al 1% del peso corporal. En cambio, los animales de los grupos 2 y 3 no siempre consumían todo el alimento. En el caso del grupo 2 el consumo real fué del 1.89% en promedio, mientras que en el grupo 3 se produjo un mayor rechazo,

En el mismo cuadro 8 se presenta el consumo diario promedio de alimento por animal a lo largo del experimento en los diferentes grupos. También se presenta el consumo total por animal, así como la ganancia total de peso por animal durante el período experimental. Con estos dos parámetros se calculó la relación entre kg de suplemento consumido por cada kg de ganancia de peso vivo. La cantidad del alimento concentrado que se suministró para producir 1 kg de peso vivo tuvo una relación para el grupo 1 de 3.3 : 1 en el grupo 2 fué de 5.7 : 1 y en el grupo 3 fué de 7.9 : 1. En el grupo Testigo no se suministró concentrado, por lo que no se calculó esta variable.

Cuadro 8. RELACION ENTRE CONSUMO DE ALIMENTO CONCENTRADO Y GANANCIA DE PESO EN OVEJAS PELIBUEY EN CRECIMIENTO CON DIFERENTES NIVELES DE SUPLEMENTACION

| VARIABLE | N i v e l d e S u p l e m e n t a c i o n | | | |
|---|---|---------|---------|---------|
| | Testigo | 1% | 2% | 3% |
| No. Animales. | 13 | 16 | 17 | 17 |
| Consumo total (k) desde el destete hasta la pubertad por animal. | 0 | 45.9 | 102.7 | 143.0 |
| Consumo diario de alimento/cabeza (g). | 0 | 207.3 | 454.4 | 610.2 |
| Consumo real (%). | 0 | 1% | 1.89% | 2.51% |
| Ganancia total de peso (k) desde el destete hasta la pubertad por animal. | 11.1 | 13.8 | 17.9 | 17.9 |
| Relación entre consumo de suplemento y ganancia de peso* | 0 | 3.3 : 1 | 5.7 : 1 | 7.9 : 1 |

* cantidad de alimento para producir 1 kg de peso vivo.

V. 5. Reproducción.

En las figuras 2 a la 6 se muestran ejemplos de los perfiles de progesterona individuales de cinco ovejas en donde se puede identificar el momento en que ocurrieron las elevaciones prepuberales de progesterona, ovulaciones y estros en cada animal. Existieron animales que se comportaron en la forma clásicamente descrita en la literatura, teniendo una primera ovulación sin estro seguida por la segunda ovulación con manifestación completa de signos de estro. Por ejemplo, en la figura 2 se observan niveles basales de progesterona hasta que alcanzó su primera ovulación sin estro a los 242 días, y mostró el primer estro durante su segunda ovulación a los 254 días. La duración de la primera fase lútea de este animal fue de 7 días. Otros animales que tuvieron este comportamiento clásico al inicio de la pubertad se muestran en las figuras (13 b, 14 d, 15 b, 17 b, 19 c, 20 a, 23 d, 509 c, 25 a). También, existieron corderas que mostraron varias elevaciones transitorias prepuberales de progesterona antes de tener un perfil sostenido que pudieran calificarse como evidencia de una ovulación normal. En la figura 3 se observan seis elevaciones transitorias prepuberales de progesterona antes de ovular normalmente. Estas elevaciones ocurrieron a los 117, 145, 166, 194, 225 y 243 días de edad. Esta cordera tuvo su primera ovulación a los 253 días y expresó el primer estro a los 267 días con una duración en su primera fase lútea de 10 días. En las figuras (9, 10, 12 abcd, 13 acd, 14 bc, 15 ac, 16 ac, 17 ac, 18 abd, 19 abd, 20 cd, 21 bcd, 22 acd, 23 abc, 24 bd, 25 bc) se muestran otros animales que tuvieron un

perfil similar en las concentraciones de progesterona hasta la manifestación del primer estro.

Otras ovejas tuvieron más de una ovulación sin signos de estro, como se muestra en la figura 4 donde se observa una elevación transitoria prepuberal de progesterona a los 152 días de edad y posteriormente dos ovulaciones sin estro, una a los 291 días y otra a los 309 días, con una duración en sus fases lúteas de 9 a 10 días. El estro lo manifestó a los 325 días de edad durante su tercera ovulación. En las figuras (11, 15 d, 16 bd, 24 a) se muestran otros animales que tuvieron más de una ovulación antes de la aparición del primer estro.

Algunos animales presentaron signos de estro desde su primera ovulación. Por ejemplo, en la figura 5 se observan dos elevaciones transitorias prepuberales de progesterona, una a los 197 días con una concentración mayor a 1 ng/ml y otra a los 246 días con dos determinaciones seguidas entre 0.5 y 0.9 ng/ml, alcanzando la primera ovulación y estro a los 270 días. En las figuras (12 d, 14 a, 17 d, 18 c, 20 b, 21 a, 22 b, 23 a) se muestran otras ovejas con estro desde la primera ovulación.

En la figura 6 se muestra el único animal que presentó estro antes de tener su primera ovulación.

En el cuadro 9, se resume el número de animales de cada grupo que tuvieron una primera ovulación sin estro, más de una ovulación sin estro, primera ovulación acompañada de estro o que mostraron estro sin ovulación. Puede observarse que entre el 70 y el 85% de los animales se comportaron en forma clásica, es decir una primera ovulación sin estro seguida por estro y ovulación.

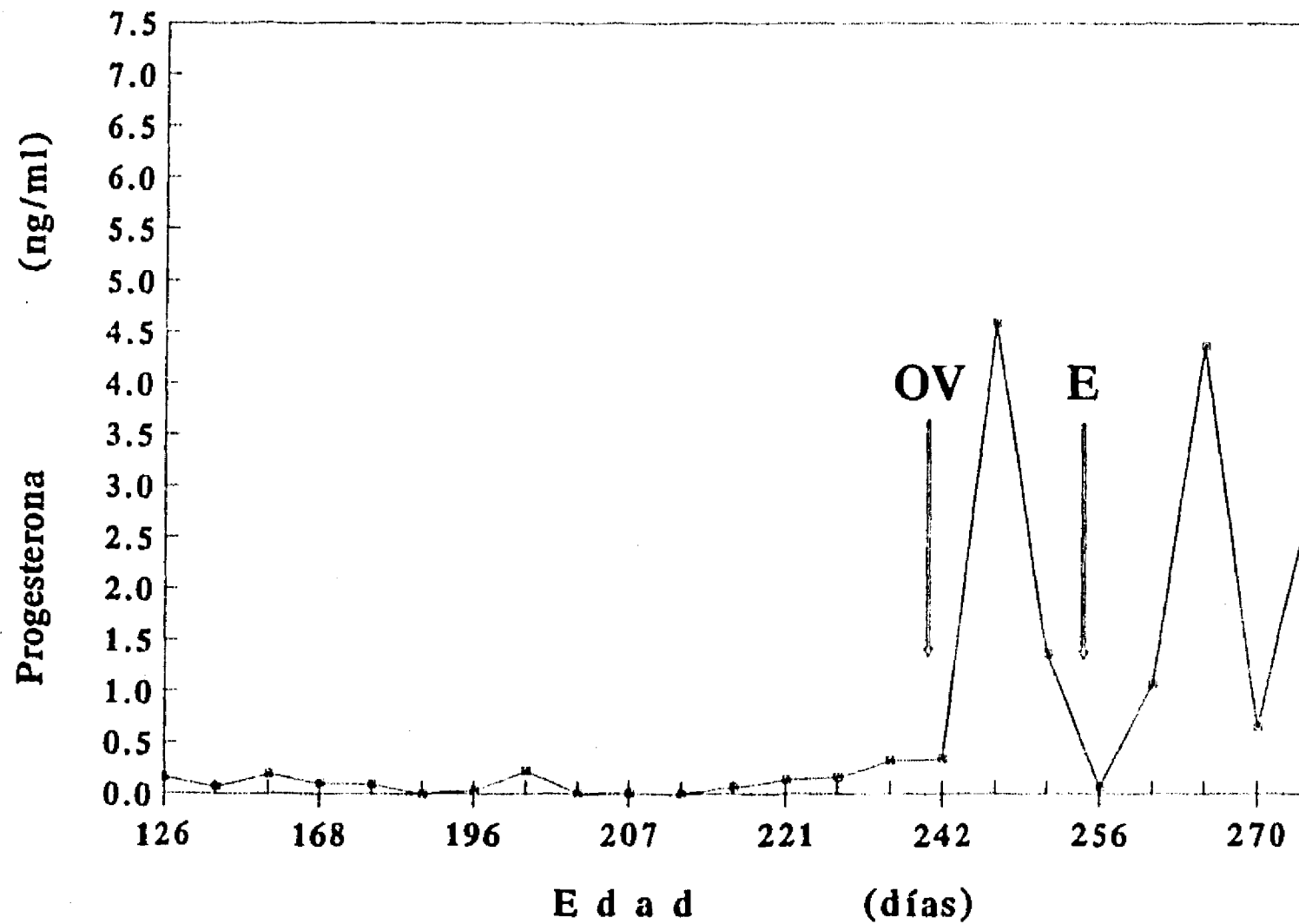


Figura 2. Concentraciones de progesterona, presentación de la primera ovulación (OV) y primer estro (E) en una cordera Pelibuey del grupo con 2% de suplementación

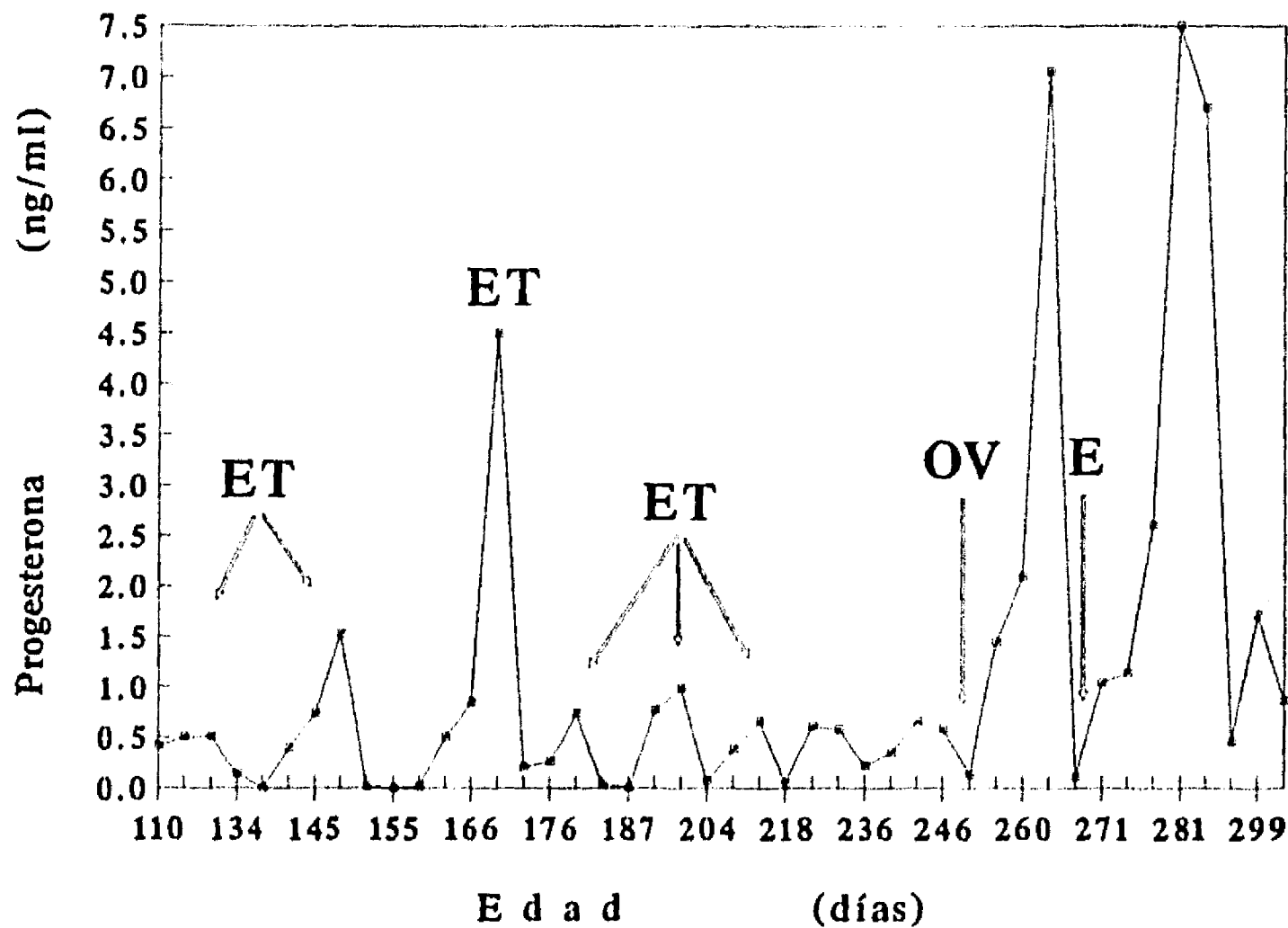


Figura 3. Concentraciones de progesterona, indican las elevaciones transitorias prepuberales de progesterona (ET), primera ovulación (OV) y primer estro (E) en una cordera Pelibuey del grupo con 3% de suplementación

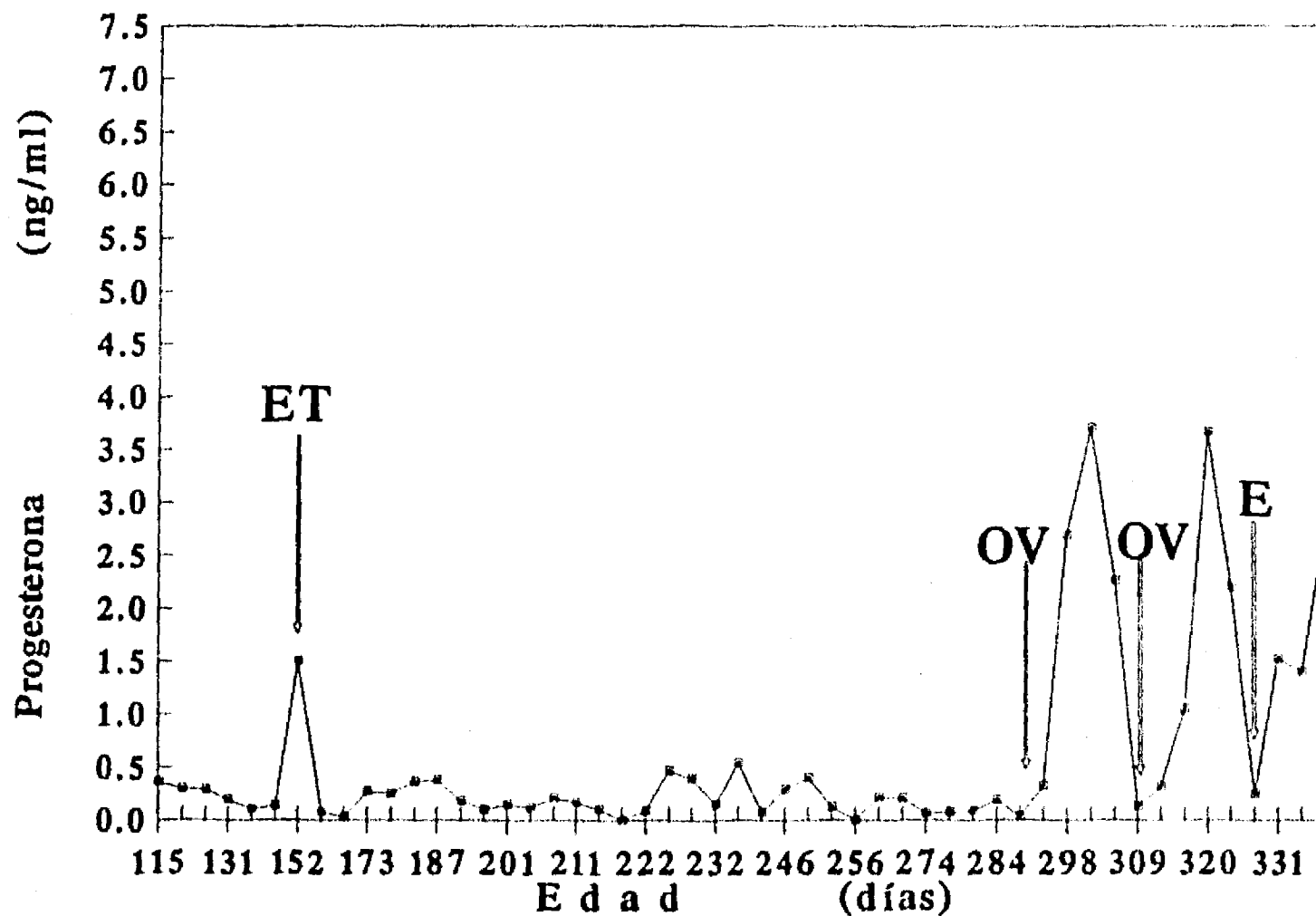


Figura 4. Concentraciones de progesterona, indican las elevación transitoria prepuberal de progesterona (ET), dos ovulaciones (OV) y primer estro (E) en una cordera Pelibuey del grupo con 1% de suplementación

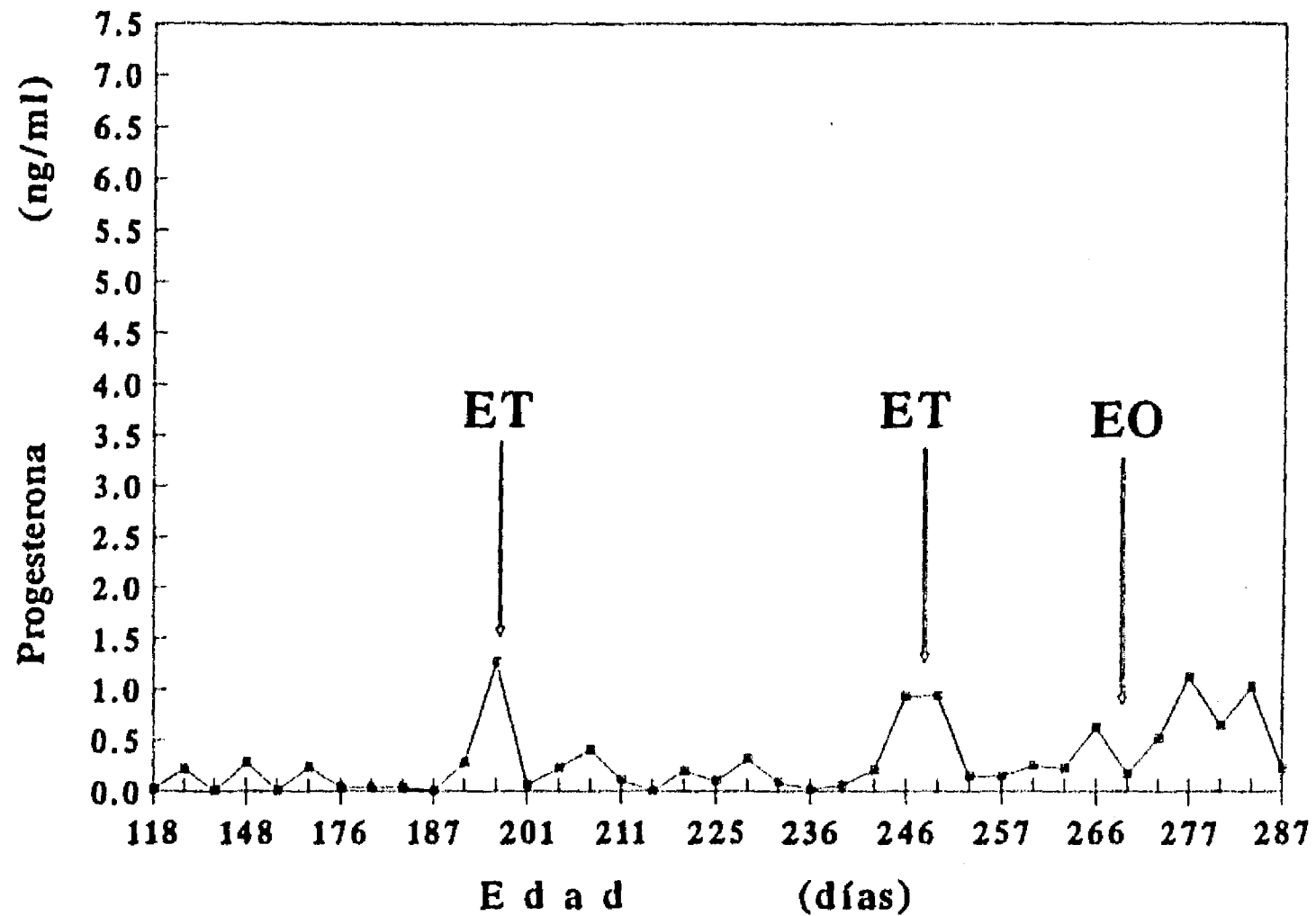


Figura 5. Concentraciones de progesterona. indican las elevaciones transitorias prepuberales de progesterona (ET), y presentación de estro y ovulación (EO) en una cordera Pelibuey del grupo con 1% de suplementación

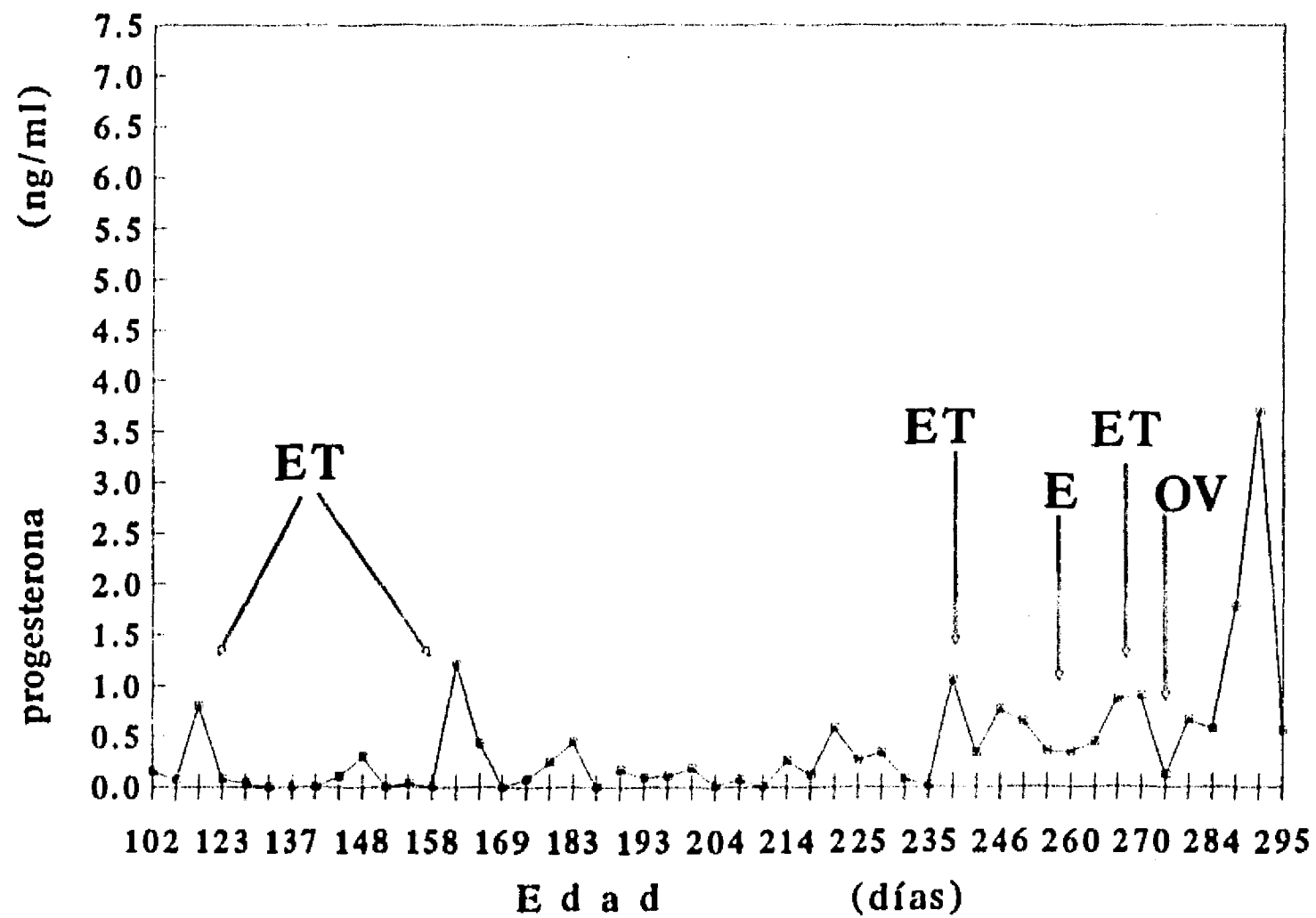


Figura 6. Concentraciones de progesterona, indican las elevaciones transitorias prepuberales de progesterona (ET), primer estro (E) y la primera ovulación en una cordera Pelibuey del grupo testigo

Cuadro 9. CARACTERISTICAS DE LA PRIMERA OVULACION Y EL PRIMER ESTRO EN OVEJAS PELIBUEY CON DIFERENTES NIVELES DE SUPLEMENTACION

| RELACION ENTRE OVULACION Y ESTRO | Nivel de Suplementación | | | |
|--|-------------------------|------------|------------|------------|
| | Testigo n=13 | 1% n=16 | 2% n=17 | 3% n=17 |
| Primera ovulación sin estro. | 11 (85%) | 12 (75%) | 12 (70%) | 14 (82%) |
| Más de una ovulación sin estro. | 0 (0%) | 2 (12.5%) | 3 (18%) | 0 (0%) |
| Primera ovulación acompañada de signos de estro. | 1 (7.5%) | 2 (12.5%) | 2 (12%) | 3 (18%) |
| Estro sin ovulación. | 1 (7.5%) | 0 (0%) | 0 (0%) | 0 (0%) |
| Total de animales. | 13 (100%) | 16 (100%) | 17 (100%) | 17 (100%) |
| Promedio de ovulaciones antes del estro. | 0.8 | 1 | 1.1 | 1 |

V. 5.1. Edad y peso a la primera elevación transitoria prepuberal de progesterona.

En el cuadro 10 se informa la edad a la que ocurrió la primera elevación transitoria prepuberal de progesterona en aquellas ovejas en las que se presentó dicho evento. Este acontecimiento puede ser un indicador de que el animal se está acercando a una funcionalidad plena de la actividad ovárica. Se observa que el grupo 3 manifestó las primeras elevaciones transitorias prepuberales de progesterona a una edad más temprana en comparación con los grupos 1, 2 y Testigo.

El peso promedio al momento de presentarse la primera elevación transitoria prepuberal de progesterona fué diferente entre grupos ($P < 0.05$), encontrándose que los animales del grupo 2 tenían mayor peso en comparación con los grupos 3 y Testigo. El

Cuadro 10. EDAD Y PESO A LA PRIMERA ELEVACION PREPUBERAL DE PROGESTERONA EN OVEJAS PELIBUEY CON DIFERENTES NIVELES DE SUPLEMENTACION

| NIVEL DE SUPLEMENTACION | N | EDAD (días) | PESO (kg) | EDAD | | PESO | |
|-------------------------|----|--------------------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | | | | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo |
| Testigo | 10 | 172 ± 15.5 ^{ab} | 16.8 ± 1.2 ^b | 108 | 263 | 12.1 | 23.9 |
| 1% | 13 | 198 ± 11.7 ^b | 19.8 ± 1.2 ^{ab} | 120 | 250 | 12.0 | 27.0 |
| 2% | 14 | 195 ± 12.5 ^b | 21.9 ± 1.1 ^a | 119 | 263 | 14.3 | 27.5 |
| 3% | 15 | 155 ± 11.2 ^a | 17.4 ± 1.2 ^b | 105 | 253 | 11.7 | 26.5 |
| Total | 52 | 179 ± 6.4 | 19.0 ± 0.6 | 105 | 263 | 11.7 | 27.5 |

Para una determinada variable (columna), valores con diferente literal son estadísticamente distintos (P < 0.05).

Por otra parte, el número de elevaciones transitorias prepuberales de progesterona del destete a la primera ovulación fué mayor para el grupo 3 difiriendo estadísticamente (P < 0.05) con el grupo 1. Los grupos 2 y Testigo obtuvieron valores promedios similares entre grupos (P > 0.05) (cuadro 12). En el mismo cuadro se puede observar que hubo una gran variación individual en la presentación de elevaciones transitorias de progesterona variando entre cero y siete.

Cuadro 11. NUMERO DE ELEVACIONES PREPUBERALES DE PROGESTERONA PREVIAS A LA PRIMERA OVULACION EN OVEJAS PELIBUEY CON DIFERENTES NIVELES DE SUPLEMENTACION

| NIVEL DE SUPLEMENTACION | No. DE ELEVACIONES | MINIMO | MAXIMO |
|-------------------------|-------------------------|--------|--------|
| Testigo | 2.0 ± 1.6 ^{ab} | 0 | 4 |
| 1% | 1.5 ± 1.3 ^a | 0 | 4 |
| 2% | 2.0 ± 1.6 ^{ab} | 0 | 6 |
| 3% | 3.2 ± 2.0 ^b | 0 | 7 |

Para una determinada variable valores con diferente literal son estadísticamente distintos (P < 0.05).

Esta variabilidad está asociada con la edad a la que se presenta la primera de las ovulaciones, ya que al realizar

se presenta la primera de las ovulaciones, ya que al realizar un análisis de regresión lineal del número de elevaciones transitorias prepuberales de progesterona contra la edad a la primera de dichas elevaciones (EPE) se obtuvo la ecuación ($Y = 6.681 - 0.021 \times EPE$), encontrando que por cada día que se retarde en ocurrir la primera elevación transitoria prepuberal de progesterona se reduce en 0.021 el número de elevaciones prepuberales que ocurren antes de la primera ovulación ($P < 0.01$). El coeficiente de correlación de esta ecuación es 0.64.

Al estudiar la relación entre la edad a la primera elevación transitoria prepuberal de progesterona y el intervalo entre la primera elevación y la primera ovulación (IPEPO) se encontró la ecuación ($Y = 258.04 - 0.926 \times IPEPO$) que indica que por cada día que se retrase en aparecer la primera elevación transitoria prepuberal de progesterona, el intervalo entre dicha elevación y la primera ovulación se reduce en 0.926 días ($P < 0.01$), por lo que la pubertad ocurre a la misma edad independientemente de la edad a la que ocurrió la primera elevación transitoria de progesterona. El coeficiente de correlación en esta ecuación es 0.90 (Figura 7).

Al relacionar el número de elevaciones transitorias prepuberales de progesterona con el intervalo desde la primera de ellas hasta la ovulación se encontró la ecuación ($Y = 0.940 + 0.022 \times IPEPO$) indicando que el número de elevaciones transitorias prepuberales de progesterona aumenta en 0.022 por cada día que aumenta el intervalo comprendido desde la primera elevación hasta la primera ovulación ($P < 0.01$). El coeficiente de correlación es 0.67.

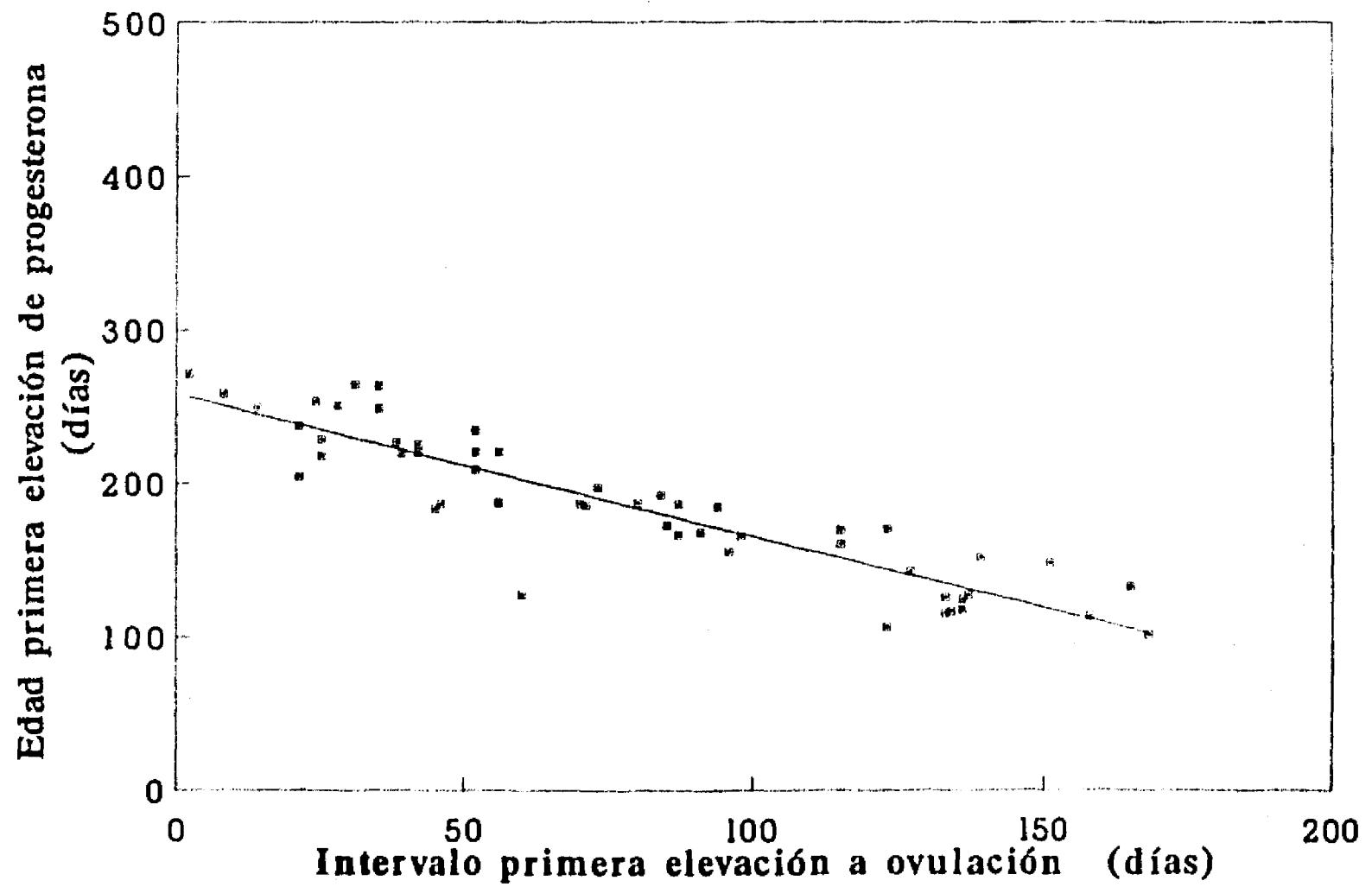


Figura 7. Intervalo de la primera elevación transitoria prepuberal de progesterona a la primera ovulación en corderas Pelibuey con diferente nivel de suplementación

V. 5.2. Edad y Peso a la Primera Ovulación.

En el cuadro 12, se muestra que la edad de las ovejas a la primera ovulación no difirió estadísticamente entre los grupos ($P < 0.05$). La edad promedio para todos los grupos fué de 262 días (Figura 8). En cambio, se encontró diferencia estadística ($P < 0.01$) en el peso a la primera ovulación, ya que los grupos 2 y 3 pesaban significativamente más ($P < 0.01$) al tener su primera ovulación que el grupo Testigo (figura 9).

Cuadro 12. EDAD Y PESO A LA PRIMERA OVULACION EN OVEJAS PELIBUEY CON DIFERENTES NIVELES DE SUPLEMENTACION

| NIVEL DE SUPLEMENTACION | N | EDAD (días) A LA PRIMERA OVULACION. | MINIMO | MAXIMO | PESO (kg) A LA PRIMERA OVULACION. | MINIMO | MAXIMO |
|-------------------------|----|-------------------------------------|--------|--------|-----------------------------------|--------|--------|
| Testigo | 13 | 262.6 ± 2.9 ^a | 248 | 278 | 24.5 ± 0.6 ^b | 19.3 | 27.5 |
| 1% | 16 | 273.3 ± 4.8 ^a | 225 | 297 | 26.2 ± 0.7 ^{ab} | 20.7 | 30.6 |
| 2% | 17 | 255.4 ± 7.1 ^a | 187 | 299 | 28.4 ± 1.0 ^a | 20.7 | 39.2 |
| 3% | 17 | 257.7 ± 4.2 ^a | 217 | 293 | 28.0 ± 0.7 ^a | 21.0 | 32.7 |
| Total | 63 | 262.1 ± 4.7 | 187 | 299 | 26.9 ± 0.4 | 19.3 | 39.2 |

Para una determinable variable (columna), valores con diferente literal son estadísticamente distintos ($P < 0.05$).

Al considerar en el análisis de regresión múltiple el efecto de otras variables (fecha de nacimiento, peso al nacimiento, ganancia de peso a la pubertad) se encontró que por cada por ciento de nivel de suplementación que se le suministró a los animales, la edad a la pubertad se redujo cuatro días ($Y = 236.89 - 4.5 \times \text{EPO}$). El coeficiente de correlación en ésta ecuación fué 0.71.

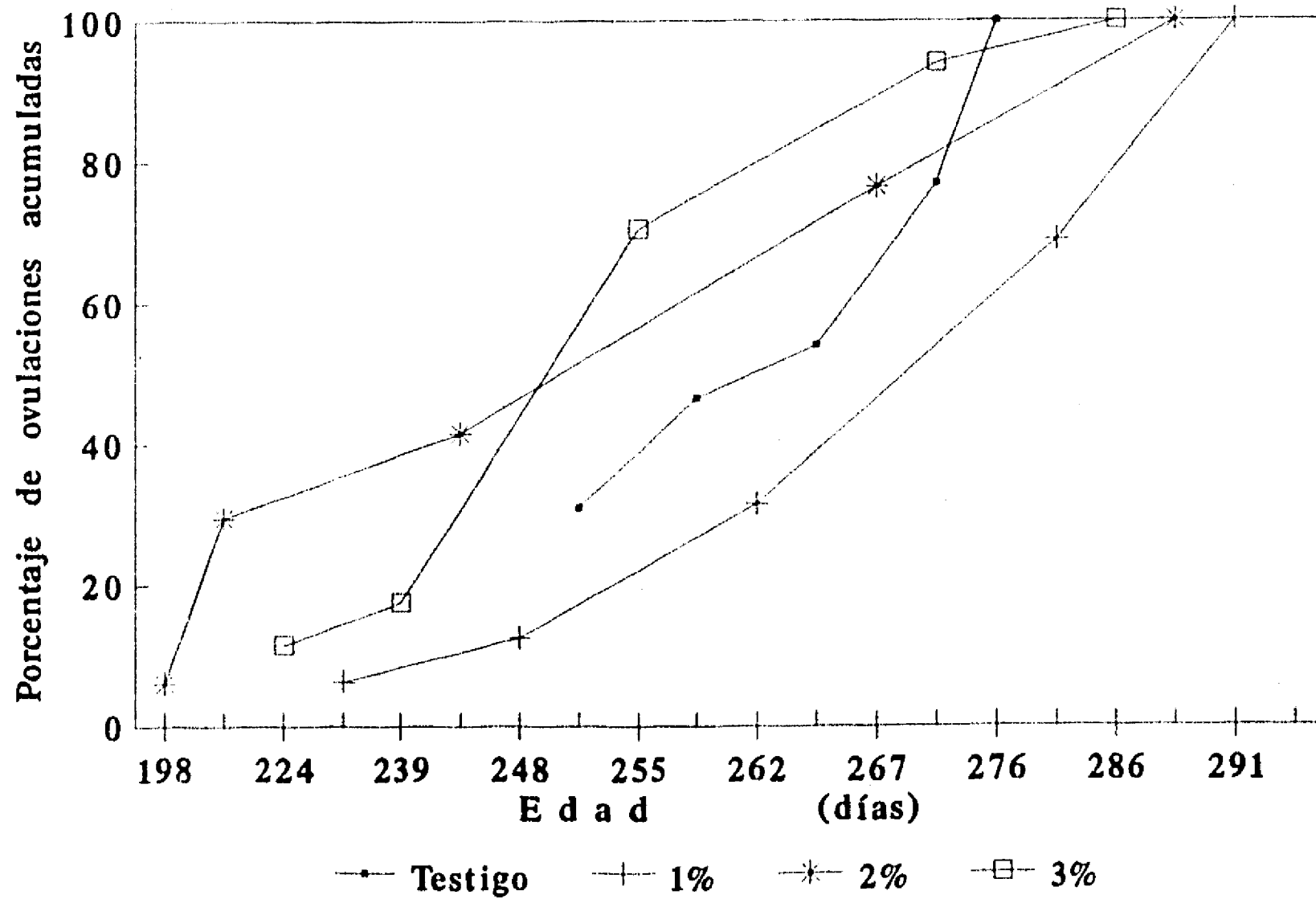


Figura 8. Edad a la pubertad en ovejas Pelibuey con diferentes niveles de suplementación

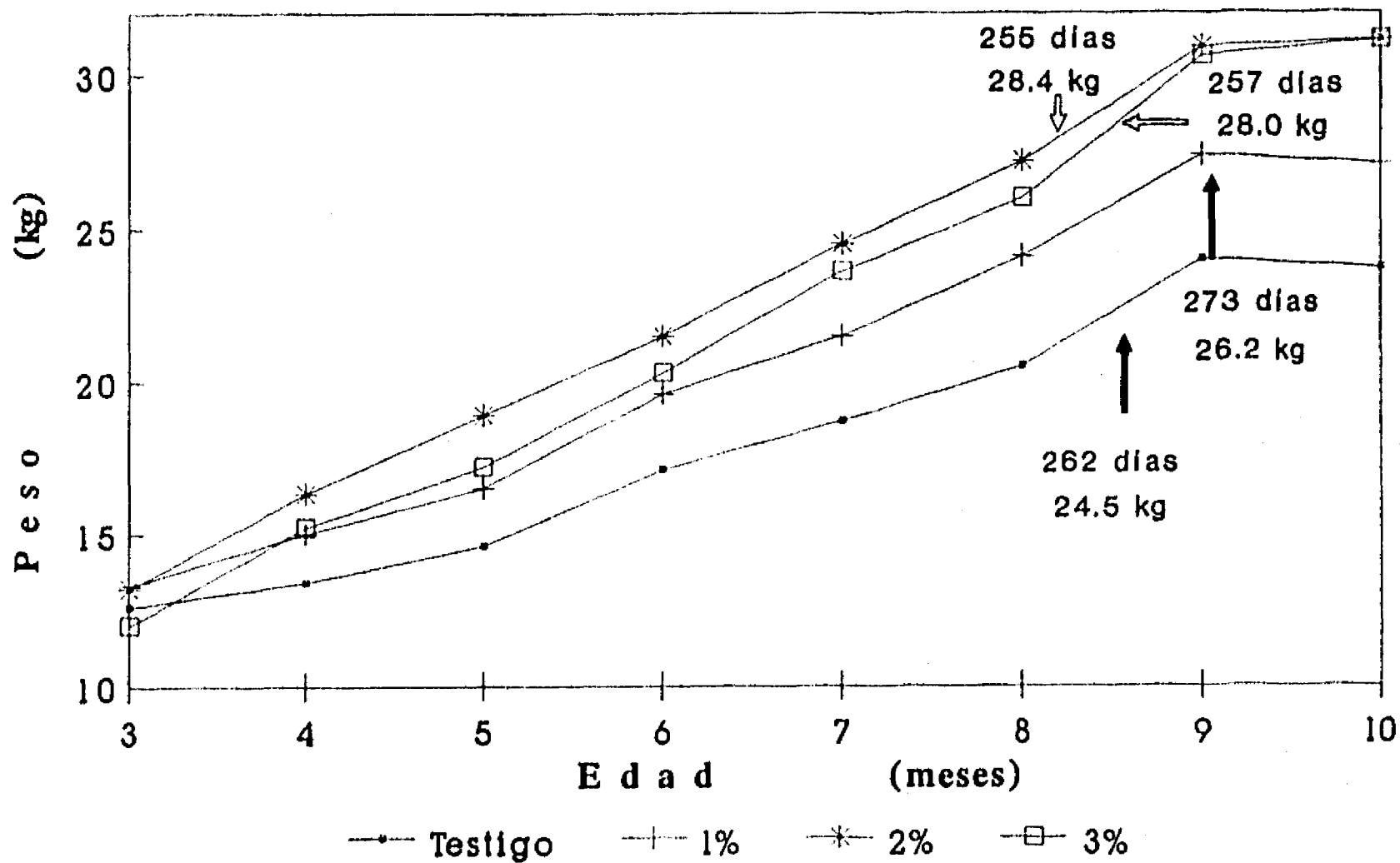


Figura 9. Edad y peso a la pubertad en corderas Pelibuey con diferente nivel de suplementación

Por otro lado, las corderas procedentes de nacimiento sencillo no difirieron estadísticamente ($P > 0.05$) con los de nacimiento doble en la edad (259 ± 3 vs 268 ± 4 días) y peso (27.0 ± 0.5 vs 26.6 ± 0.7 kg) a la pubertad.

La primera ovulación no se presentó al momento en que los animales llegaron a un cierto peso crítico, ya que al realizar un análisis de regresión entre edad y peso a la pubertad se encontró que por cada día de retraso en alcanzar la primera ovulación los animales tuvieron un aumento de peso de 50 g ($Y = 12.662 + 0.05 \times \text{EPO}$). Por otro lado, por cada kg de ganancia de peso que obtenga el animal, la edad para que llegue a la pubertad se reduce cinco días ($Y = 236.89 - 5.73 \times \text{EPO}$). Sin embargo, a pesar de que los animales tuvieron incrementos en la ganancia de peso, existe un factor diferente al peso que determinó el inicio de la pubertad, y que mientras ésta aparecía los animales continuaron creciendo a un ritmo normal (figura 10).

Con referencia a la edad a la segunda ovulación (cuadro 13) se encontró que en los grupos 2 y 3 ocurrió a una menor edad en comparación con el grupo 1, el grupo Testigo fué intermedio. En promedio la segunda ovulación se presentó a los 16.1 días después de la primera, indicando que la duración del primer ciclo estral fué normal. El peso a la segunda ovulación resultó significativamente más elevado ($P < 0.05$) en los grupos 2 y 3 en comparación con el grupo Testigo, el grupo 1 fué intermedio ($P > 0.05$).

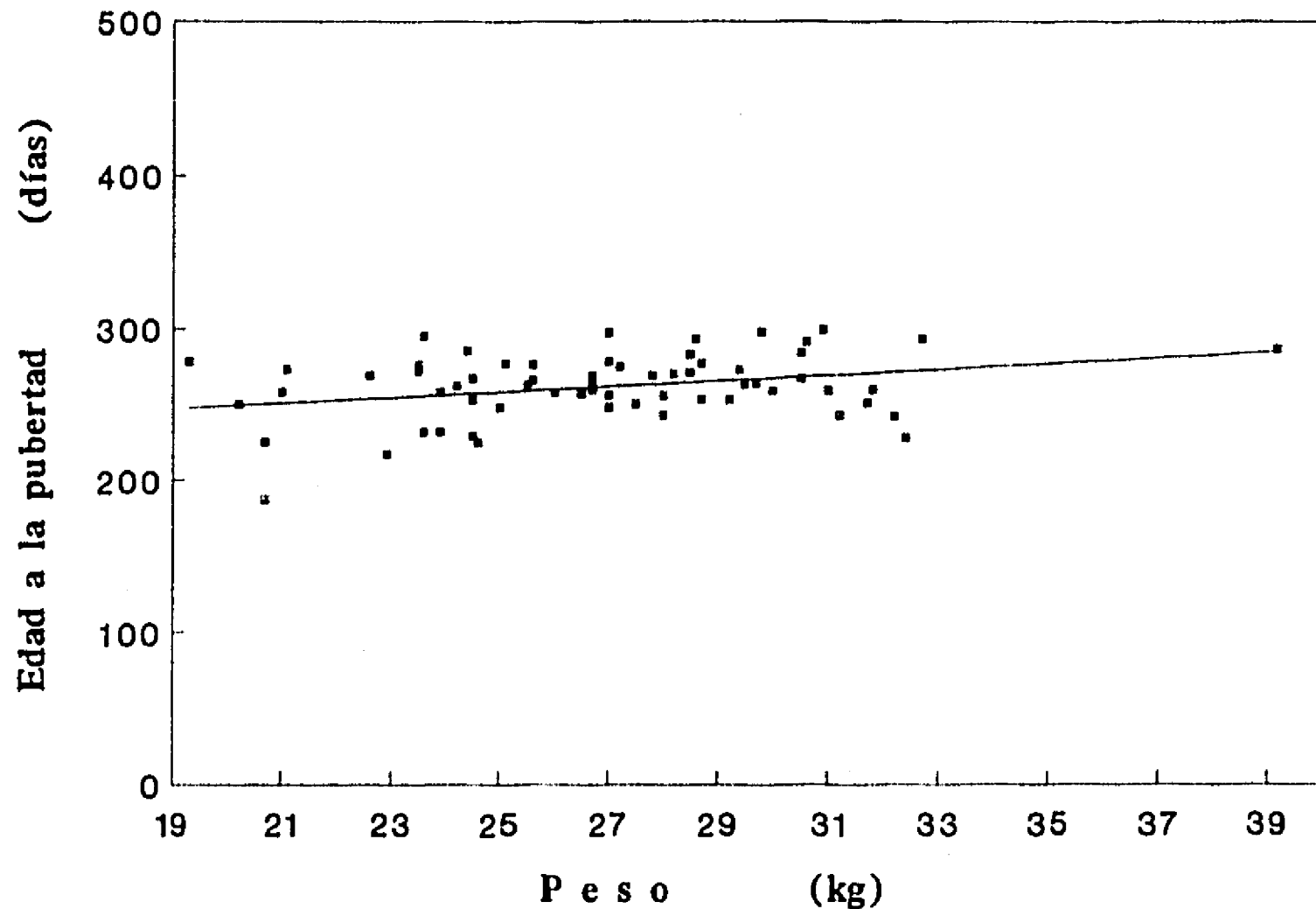


Figura 10. Relación entre edad y peso a la pubertad en corderas Pelibuey con diferente nivel de suplementación

Cuadro 13. EDAD Y PESO A LA SEGUNDA OVULACION EN CORDERAS PELIBUEY CON DIFERENTES NIVELES DE SUPLEMENTACION

| NIVEL DE SUPLEMENTACION | N | EDAD A LA SEGUNDA OVULACION (días) | PESO A LA SEGUNDA OVULACION (kg) |
|-------------------------|----|------------------------------------|----------------------------------|
| Testigo | 13 | 280.4 ± 2.9 ^{ab} | 25.3 ± 0.8 ^b |
| 1% | 16 | 293.1 ± 4.6 ^b | 27.1 ± 0.6 ^{ab} |
| 2% | 17 | 269.7 ± 5.2 ^a | 29.9 ± 1.0 ^a |
| 3% | 17 | 268.6 ± 3.1 ^a | 29.0 ± 0.7 ^a |
| Total | 63 | 278.2 ± 2.4 | 28.0 ± 0.4 |

Para una determinada variable (columna), valores con diferente literal son estadísticamente distintos (P < 0.05).

V. 5.4. Ganancia de peso del destete a la primera ovulación.

La ganancia de peso del destete a la primera ovulación resultó diferente estadísticamente (P < 0.05) entre grupos, alcanzando los grupos 2 y 3 los mayores incrementos de peso en comparación con los grupos 1 y Testigo (cuadro 14).

Cuadro 14. GANANCIA DE PESO (g) DEL DESTETE A LA PRIMERA OVULACION EN CORDERAS PELIBUEY CON DIFERENTES NIVELES DE SUPLEMENTACION

| NIVEL DE SUPLEMENTACION | N | PESO (g) | MINIMO | MAXIMO |
|-------------------------|----|--------------------------|--------|--------|
| Testigo | 13 | 45.5 ± 2.4 ^a | 26.3 | 58.7 |
| 1% | 16 | 46.9 ± 1.9 ^{ab} | 33.5 | 60.0 |
| 2% | 17 | 58.8 ± 2.9 ^b | 30.5 | 77.3 |
| 3% | 17 | 61.9 ± 2.0 ^b | 42.6 | 73.3 |
| Total | 63 | 53.8 ± 1.4 | 26.3 | 77.3 |

Para una determinada variable (columna), valores con diferente literal son estadísticamente diferentes (P < 0.05).

Por otro lado, las borregas que provienen de parto sencillo no difirieron (P > 0.05) en la ganancia de peso con las

de parto doble (cuadro 15).

Cuadro 15. GANANCIA DE PESO (g) DEL DESTETE A LA PRIMERA OVULACION EN CORDERAS PROVENIENTES DE PARTO SENCILLO Y DOBLE

| TIPO DE PARTO | N | GANANCIA DE PESO (g) | MINIMO | MAXIMO |
|---------------|----|----------------------|--------|--------|
| Sencillo | 45 | 52.7 ± 1.8 | 26.3 | 77.3 |
| Doble | 18 | 56.6 ± 2.5 | 35.0 | 74.2 |
| Total | 63 | 53.8 ± 1.4 | 26.3 | 77.3 |

Las diferencias no son estadísticamente significativas (P> 0.05).

V. 5.5. Duración de la primera y segunda fase lútea.

Existen animales con diferente número de días en sus fases lúteas. Por ejemplo en la figura 11 se observa una oveja con duración de la fase lútea normal; en el día de la ovulación (día 0) la concentración de progesterona en plasma es baja (0.01 ng/ml) para posteriormente aumentar en el día tres a 2.5 ng/ml y permanecer por encima de 1 ng/ml en los días 7, 10 y 14 (1, 4.5, 1 ng/ml) respectivamente, declinando en el día 17 a niveles basales (0.2 ng/ml). En este ejemplo los niveles de progesterona se mantienen mayores o igual a 1 ng/ml durante 10 a 11 días lo que indica una funcionalidad del cuerpo lúteo normal.

Por otra parte, en la figura 12 se muestra una cordera con niveles de progesterona basales (0.1 ng/ml) en el día cero (ovulación), aumentando en el día cuatro a 2.2 ng/ml y permaneciendo elevados en los días siete y nueve (3.2, 1.1 ng/ml) para disminuir su concentración en el día 11 (0.4 ng/ml) y obtenerse niveles basales en el día 14 (0.2 ng/ml), lo que significa que hubo una regresión prematura del cuerpo lúteo con la consiguiente producción de una fase lútea corta.

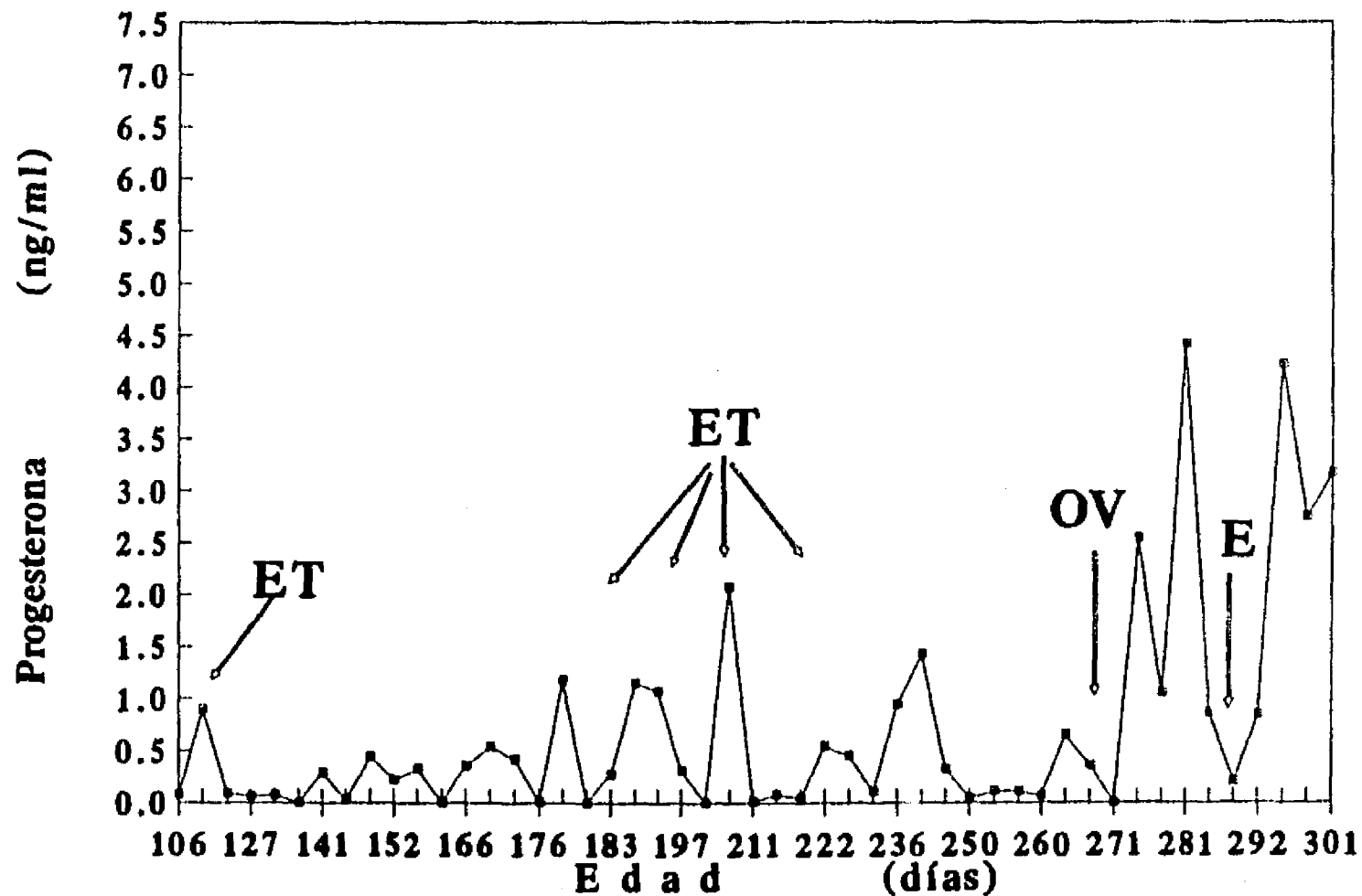


Figura 11. Concentraciones de progesterona, indican las elevaciones transitorias prepuberales de progesterona (ET), primera ovulación (OV) y primer estro (E) con una duración de 11 días en la fase lútea en una cordera Pelibuey del grupo con 3% de suplementación

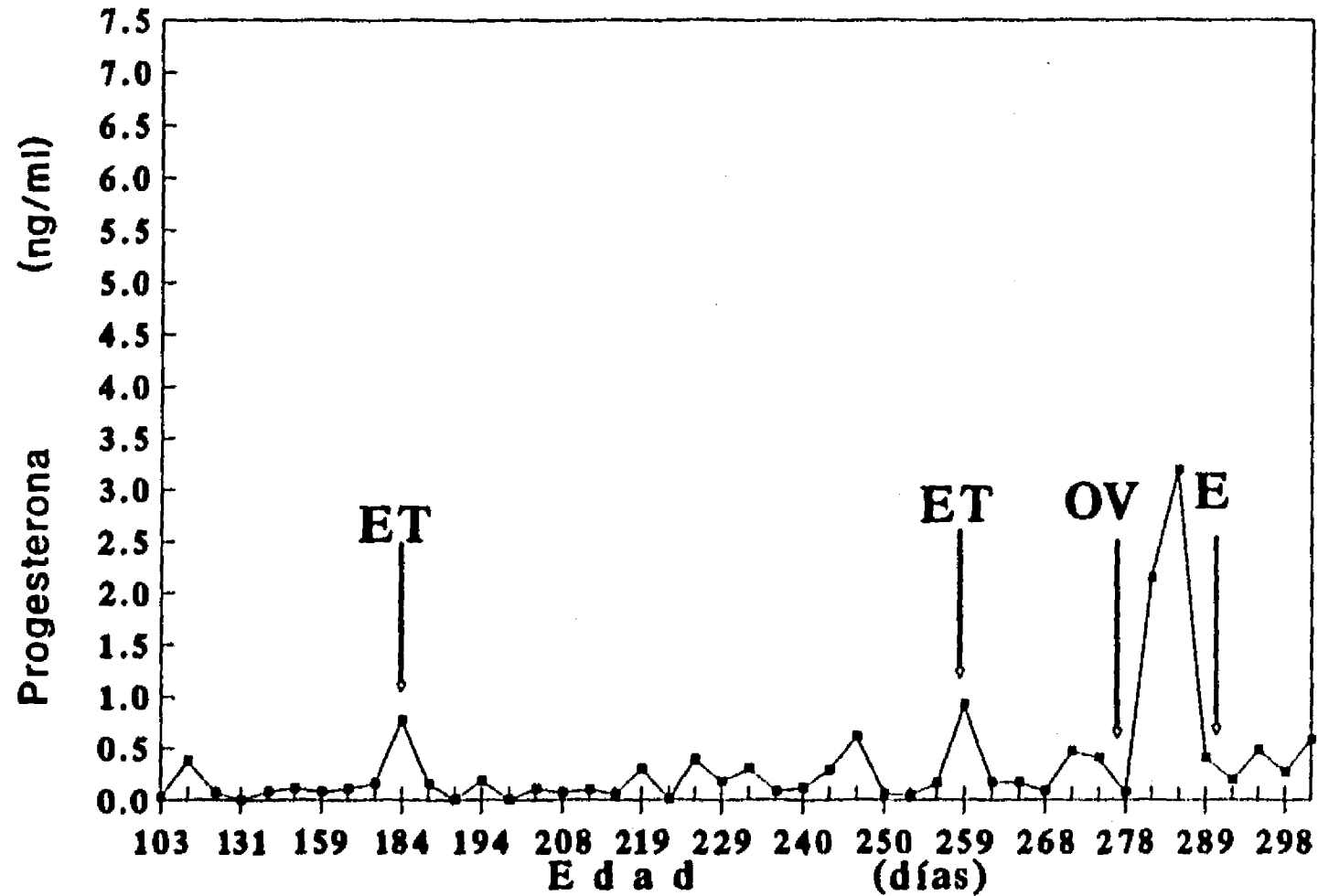


Figura 12. Concentraciones de progesterona, indican las elevaciones transitorias prepuberales de progesterona (ET), primera ovulación (OV) y primer estro (E) con una duración de ocho días en su fase lútea en una cordera Pelibuey del grupo testigo

En el cuadro 16 se muestran los resultados de la duración de la primera y segunda fase lútea, no encontrándose diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre los niveles nutricionales en estudio.

Cuadro 16. DURACION DE LA PRIMERA Y SEGUNDA FASE LUTEA EN CORDERAS PELIBUEY CON DIFERENTES NIVELES DE SUPLEMENTACION

| NIVEL DE SUPLEMENTACION | N | PRIMERA FASE LUTEA (días) | SEGUNDA FASE LUTEA (días) |
|-------------------------|----|---------------------------|---------------------------|
| Testigo | 13 | 10.0 ± 0.8 | 9.1 ± 0.8 |
| 1% | 16 | 9.3 ± 0.5 | 8.3 ± 0.5 |
| 2% | 17 | 9.1 ± 0.5 | 7.0 ± 0.6 |
| 3% | 17 | 9.0 ± 0.6 | 8.5 ± 0.8 |
| Total | 63 | 9.3 ± 0.3 | 8.2 ± 0.3 |

Las diferencias no son estadísticamente significativas ($P > 0.05$).

La concentración promedio de progesterona durante las fases lúteas no fué diferente ($P > 0.05$) entre grupos (cuadro 17), alcanzando un promedio general de 3 ± 0.5 ng/ml.

Cuadro 17. CONCENTRACION PROMEDIO DE PROGESTERONA (ng/ml) EN CORDERAS PELIBUEY CON DIFERENTES NIVELES DE SUPLEMENTACION

| NIVEL DE SUPLEMENTACION | N | MEDIA ± E.E | MINIMO | MAXIMO |
|-------------------------|----|-------------|--------|--------|
| Testigo | 13 | 3.0 ± 0.1 | 1.5 | 4.1 |
| 1% | 16 | 2.7 ± 0.2 | 1.2 | 4.8 |
| 2% | 17 | 3.2 ± 0.3 | 1.0 | 6.4 |
| 3% | 17 | 3.3 ± 0.3 | 1.0 | 7.0 |
| Total | 63 | 3.0 ± 1.2 | 1.0 | 7.0 |

Las diferencias no son estadísticamente significativas ($P > 0.05$).

V. 5.6. Intervalo entre ovulaciones.

El intervalo entre la primera y la segunda ovulación fué similar para los cuatro grupos, no encontrándose diferencia estadística ($P > 0.05$) (cuadro 18). De igual manera, el intervalo de la segunda a la tercera ovulación no resultó estadísticamente diferente entre grupos ($P > 0.05$). Los promedios generales fueron de 17.1 días para el intervalo entre la primera y segunda ovulación y 17.6 entre la segunda y tercera.

Cuadro 18. INTERVALO ENTRE LA PRIMERA Y SEGUNDA OVULACION Y ENTRE LA SEGUNDA Y TERCERA OVULACION EN CORDERAS PELIBUEY CON DIFERENTES NIVELES DE SUPLEMENTACION

| NIVEL DE SUPLEMENTACION | N | INTERVALO ENTRE LA PRIMERA Y SEGUNDA OVULACION (días) | INTERVALO ENTRE LA SEGUNDA Y TERCERA OVULACION (días) |
|-------------------------|----|---|---|
| Testigo | 13 | 17.8 ± 0.8 | 16.9 ± 0.5 |
| 1% | 16 | 17.9 ± 0.9 | 18.0 ± 0.4 |
| 2% | 17 | 16.8 ± 0.6 | 17.6 ± 0.5 |
| 3% | 17 | 15.9 ± 0.9 | 17.7 ± 0.3 |
| Total | 63 | 17.1 ± 0.4 | 17.6 ± 0.2 |

Las diferencias no son estadísticamente significativas ($P > 0.05$).

V. 5.7. Edad al primer estro.

En el cuadro 19 se muestra la edad en días y el equivalente en semanas al primer calor detectado por el macho, encontrándose que las ovejas del grupo 2 (271 días) y grupo 3 (270 días) manifestaron el estro a una edad menor ($P < 0.05$) que las del grupo 1 (290 días), el grupo Testigo fué intermedio (277 días).

En promedio el primer estro se presentó 15.5 días después de que ocurrió la primera ovulación (figura 13).

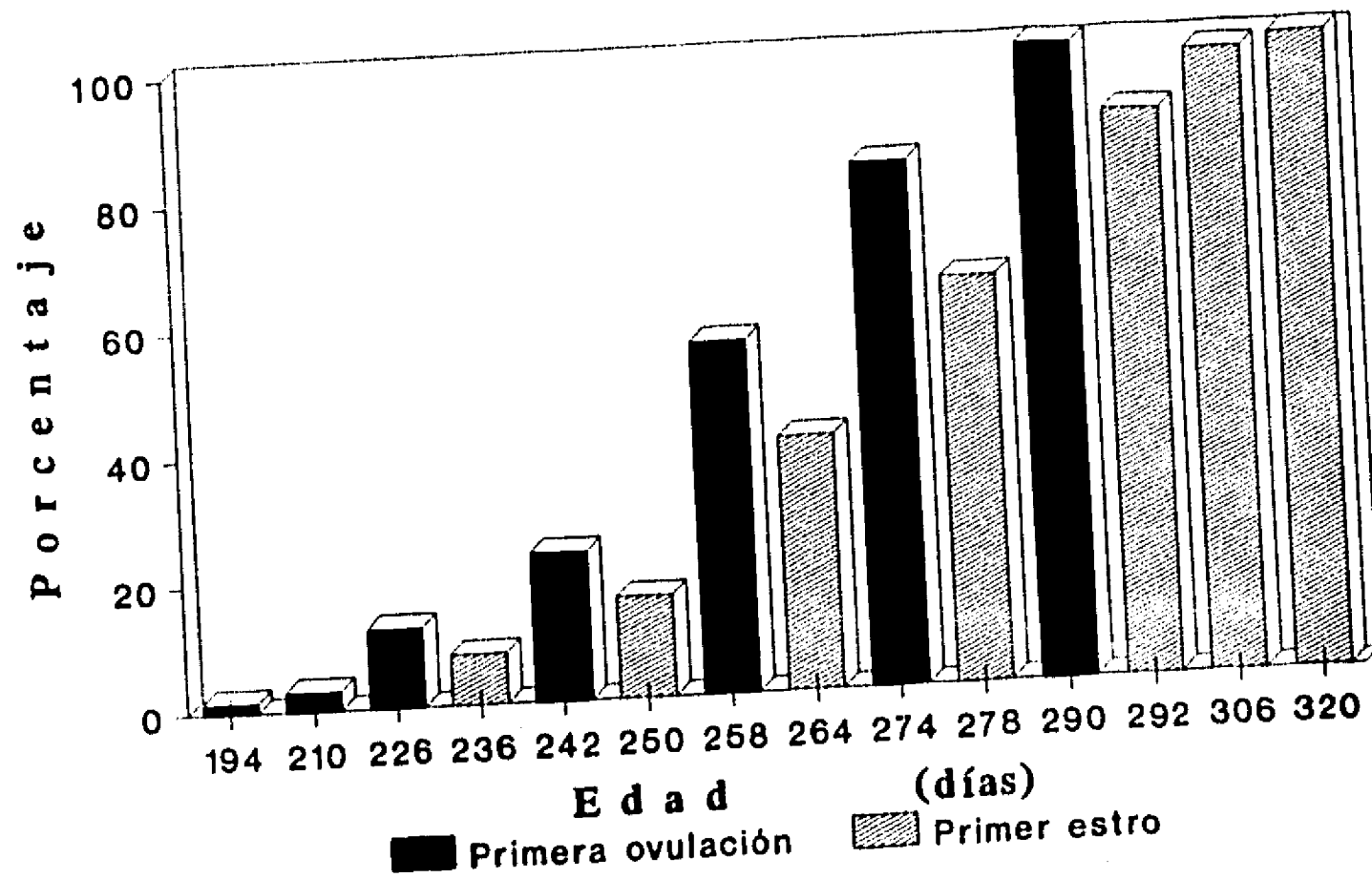


Figura 13. Frecuencia relativa acumulada de la edad a la primera ovulación y primer estro en corderas Pelibuey con diferentes niveles de suplementación

Cuadro 19. EDAD AL PRIMER ESTRO EN CORDERAS PELIBUEY CON DIFERENTES NIVELES DE SUPLEMENTACION

| NIVEL DE SUPLEMENTACION | N | EDAD (días) | SEMANAS |
|-------------------------|----|---------------------------|--------------------------|
| Testigo | 13 | 277.6 ± 3.6 ^{ab} | 39.6 ± 0.5 ^{ab} |
| 1% | 16 | 290.3 ± 4.2 ^b | 41.4 ± 0.6 ^b |
| 2% | 17 | 271.4 ± 5.9 ^a | 38.7 ± 0.8 ^a |
| 3% | 17 | 270.5 ± 3.8 ^a | 38.6 ± 0.5 ^a |
| Total | 63 | 277.6 ± 2.5 | 39.6 ± 0.3 |

Para una determinada variable (columna), los valores con diferente literal son estadísticamente distintos (P < 0.05).

V. 5.8. Edad al segundo y tercer estro.

En el cuadro 20 se indica la edad en que las corderas alcanzaron el segundo y tercer calor, encontrándose que los grupos 2 y 3 lo hicieron antes que las del grupo 1 (P < 0.05). El grupo Testigo no fué diferente estadísticamente (P > 0.05) a los demás tratamientos en estudio.

Cuadro 20. EDAD AL SEGUNDO Y TERCER ESTRO EN CORDERAS PELIBUEY CON DIFERENTES NIVELES DE SUPLEMENTACION

| NIVEL DE SUPLEMENTACION | N | EDAD AL SEGUNDO ESTRO (días) | EDAD AL TERCER ESTRO (días) |
|-------------------------|----|------------------------------|-----------------------------|
| Testigo | 13 | 296.6 ± 2.8 ^{ab} | 314.3 ± 2.8 ^{ab} |
| 1% | 16 | 307.2 ± 4.4 ^b | 324.3 ± 4.4 ^b |
| 2% | 17 | 290.0 ± 5.1 ^a | 307.0 ± 5.2 ^a |
| 3% | 17 | 288.0 ± 3.8 ^a | 305.3 ± 3.9 ^a |
| Total | 63 | 295.2 ± 2.3 | 312.7 ± 2.3 |

Para una determinada variable (columna), los valores con diferente literal son estadísticamente distintos (P < 0.05).

En el cuadro 21 se informan las edades mínimas y máximas a las que los animales de cada grupo mostraron el primero, segundo

y tercer estro. Como puede observarse las mínimas edades estuvieron en el grupo 2 y las máximas en el grupo 3.

Cuadro 21. EDADES MINIMAS Y MAXIMAS A LA PRESENTACION DEL ESTRO

| NIVEL DE SUPLEMENTACION | N | PRIMER ESTRO (días) | | SEGUNDO ESTRO (días) | | TERCER ESTRO (días) | |
|-------------------------|----|---------------------|--------|----------------------|--------|---------------------|--------|
| | | MINIMO | MAXIMO | MINIMO | MAXIMO | MINIMO | MAXIMO |
| Testigo | 13 | 250 | 299 | 282 | 316 | 297 | 333 |
| 1% | 16 | 259 | 325 | 278 | 342 | 296 | 362 |
| 2% | 17 | 230 | 313 | 259 | 330 | 276 | 346 |
| 3% | 17 | 242 | 304 | 261 | 322 | 278 | 340 |
| Total | 63 | 230 | 325 | 259 | 342 | 276 | 362 |

Las diferencias no son estadísticamente significativas ($P > 0.05$).

En promedio el intervalo entre el primero y segundo estro fué de 17.9 días y entre el segundo y tercero fué de 17.5 días.

La ganancia promedio diaria del destete al primer estro (cuadro 22) fué mayor ($P < 0.05$) en los grupos suplementados con los niveles 2% y 3% en comparación con el grupo suplementado con el nivel 1% y el grupo Testigo.

Cuadro 22. GANANCIA PROMEDIO DIARIA DEL DESTETE AL PRIMER ESTRO EN CORDERAS PELIBUEY CON DIFERENTES NIVELES NUTRICIONALES

| NIVEL DE SUPLEMENTACION | N | GANANCIA DIARIA DE PESO (g) | |
|-------------------------|----|-----------------------------|-----------------|
| | | DE | (g) |
| Testigo | 13 | 52.6 | $\pm 18.8^b$ |
| 1% | 16 | 73.7 | $\pm 18.4^{ab}$ |
| 2% | 17 | 93.3 | $\pm 16.8^b$ |
| 3% | 17 | 94.3 | $\pm 17.6^b$ |

Para una determinada variable (columna), los valores con diferente literal son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

V. 5.9. Peso al primer estro.

El peso al primer estro para cada uno de los grupos se informa en el cuadro 23 encontrándose diferencia estadística ($P < 0.05$) de los grupos 2 (29.9 kg) y 3 (29.0 kg) en relación al grupo Testigo (25.3 kg). El grupo 1 fué intermedio (27.0 kg).

Cuadro 23. PESO AL PRIMER ESTRO EN CORDERAS PELIBUEY CON DIFERENTES NIVELES DE SUPLEMENTACION

| NIVEL DE SUPLEMENTACION | N | PESO AL PRIMER ESTRO (Kg) |
|-------------------------|----|------------------------------|
| Testigo | 13 | 25.3 \pm 0.8 ^b |
| 1% | 16 | 27.1 \pm 0.6 ^{ab} |
| 2% | 17 | 29.9 \pm 1.0 ^a |
| 3% | 17 | 29.0 \pm 0.7 ^a |
| Total | 63 | 28.0 \pm 0.4 |

Los valores con diferente literal son estadísticamente distintos ($P < 0.05$).

V. 5.10. Peso al segundo y tercer estro.

El peso al segundo y tercer estro fué mayor ($P < 0.05$) para el grupo 2 en comparación con el grupo 1 y Testigo; el grupo 3 fue similar al grupo 1 y 2 pero superior al Testigo (cuadro 24).

Cuadro 24. PESO (kg) AL SEGUNDO Y TERCER ESTRO EN CORDERAS PELIBUEY CON DIFERENTES NIVELES DESUPLEMENTACION

| NIVEL DE SUPLEMENTACION | N | PESO AL SEGUNDO ESTRO (Kg) | PESO AL TERCER ESTRO (Kg) |
|-------------------------|----|----------------------------|---------------------------|
| Testigo | 13 | 25.9 ± 0.9 ^c | 26.1 ± 1.0 ^c |
| 1% | 16 | 27.7 ± 0.6 ^{bc} | 28.0 ± 0.7 ^{bc} |
| 2% | 17 | 30.8 ± 0.8 ^a | 31.7 ± 1.0 ^a |
| 3% | 17 | 29.7 ± 0.7 ^{ab} | 30.4 ± 0.7 ^{ab} |
| Total | 63 | 28.7 ± 0.4 | 29.2 ± 0.5 |

Para una determinada variable (columna), los valores con diferente literal son estadísticamente distintos (P < 0.05).

En el cuadro 25 se muestran los pesos mínimos y máximos a los que se presentó el primero, segundo y tercer estro en cada grupo. Los pesos menores se encontraron en el grupo Testigo, mientras que los mayores pesos se encontraron en el grupo 2.

Cuadro 25. PESO (kg) AL ESTRO EN CORDERAS PELIBUEY CON DIFERENTES NIVELES DE SUPLEMENTACION

| NIVEL DE SUPLEMENTACION | N | PESO AL PRIMER ESTRO | | PESO AL SEGUNDO ESTRO | | PESO AL TERCER ESTRO | |
|-------------------------|----|----------------------|--------|-----------------------|--------|----------------------|--------|
| | | MINIMO | MAXIMO | MINIMO | MAXIMO | MINIMO | MAXIMO |
| Testigo | 13 | 19 | 31 | 20 | 20 | 19.5 | 40.5 |
| 1% | 16 | 23 | 31 | 23 | 32.5 | 23.5 | 34 |
| 2% | 17 | 23 | 40 | 25.5 | 39 | 25 | 40.5 |
| 3% | 17 | 24 | 33.5 | 24.5 | 34.5 | 25 | 35 |
| Total | 63 | 19 | 40 | 20 | 39 | 19.5 | 40.5 |

Las diferencias no son estadísticamente significativas (P > 0.05).

V. 5.11. Duración del ciclo estral.

La duración del primer ciclo estral (intervalo entre el primer y segundo estro) (cuadro 26) alcanzó un promedio de 17 días, no existiendo diferencia estadística entre grupos ($P > 0.05$).

Cuadro 26. DURACION DEL CICLO ESTRAL (días) EN CORDERAS PELIBUEY CON DIFERENTES NIVELES DE SUPLEMENTACION

| NIVEL DE SUPLEMENTACION | N | DURACION DEL CICLO ESTRAL | MINIMO | MAXIMO |
|-------------------------|----|---------------------------|--------|--------|
| Testigo | 13 | 16.7 ± 0.4 | 12 | 19 |
| 1% | 16 | 16.9 ± 0.2 | 15 | 19 |
| 2% | 17 | 17.1 ± 0.2 | 14 | 19 |
| 3% | 17 | 17.5 ± 0.3 | 14 | 20 |
| Total | 63 | 17.1 ± 0.1 | 12 | 20 |

Las diferencias no son estadísticamente significativas ($P > 0.05$).

VI. DISCUSION.

VI. 1. Edad y peso al destete.

Debido a que los animales fueron asignados al azar a los diferentes grupos al momento del destete era de esperarse que no existieran diferencias entre grupos en edad y peso al destete, tal como ocurrió (cuadro 3). El peso al destete (12 a 13 kg) está de acuerdo a lo informado en la literatura para ovejas Pelibuey que se destetaron a los 100 días de edad (Castillo *et al.*, 1974; Gonzáles-Reyna y De Alba, 1979; Borroto *et al.*, 1985). El mayor peso al nacimiento de las ovejas de parto sencillo en comparación a las de parto doble (3.0 ± 0.4 kg vs 2.6 ± 0.3 kg) repercutió en un mayor peso al destete en las ovejas nacidas de parto sencillo (13.4 ± 1.8 kg vs 11.4 ± 1.0 kg). Estas diferencias en peso al nacimiento y al destete entre ovejas de parto sencillo y doble está ampliamente documentada en la literatura (Valencia y González, 1983; Boletín Informativo CIEEGT, 1984; Ordoñez, 1985; Fuentes *et al.*, 1987). Sin embargo, este factor no influyó en los resultados del presente trabajo debido a que los grupos estaban balanceados de acuerdo al tipo de parto.

En diferentes trabajos realizados en ovinos Pelibuey se considera el peso en que los animales llegan al destete como un factor importante para que resistan mejor el efecto del estrés producido por el cambio de alimento (Boletín Informativo CIEEGT, 1983; Valencia y González, 1983; Lara y Rolón, 1983; Rodríguez *et al.*, 1986; Fuentes *et al.*, 1987; Carrillo, 1987).

VI. 2. Efecto de los diferentes niveles de suplementación sobre el crecimiento y algunos parámetros sanguíneos.

Debido a que los diferentes trabajos realizados en la borrega Tabasco solamente han considerado ganancias promedio de peso desde el destete a la pubertad sin evaluar la dinámica del crecimiento a diferentes edades ni los efectos de la suplementación sobre dicha dinámica, en el presente trabajo se consideró apropiado evaluar quincenalmente la ganancia de peso de los animales para detectar los momentos en que se producen diferencias en la dinámica de crecimiento y tratar de correlacionar esta dinámica con las condiciones ambientales.

El nivel de suplementación que causó más rápidamente un aumento en peso fue el de 2%, ya que el grupo 2 tuvo pesos significativamente mayores a los de los otros grupos a partir de la cuarta pesada, es decir seis semanas después de comenzar la suplementación (cuadro 3). Los animales del grupo 3 también tuvieron una ganancia de peso elevada desde el inicio de la suplementación, sin embargo, debido a que sus pesos promedios iniciales (12.0 ± 1.4 kg) eran los menores de todos los grupos (cuadro 3) requirieron de más tiempo (8 pesadas o 14 semanas) para pesar significativamente más que los animales del grupo Testigo y los del grupo con 1% de suplementación (cuadro 3).

En realidad las ganancias de peso de los grupos 2 y 3 fueron similares durante todo el experimento, por lo que el grupo 2 conservó casi siempre la ventaja inicial de alrededor de 1 kg sobre el grupo 3. Por esta razón se puede considerar que el nivel óptimo de suplementación fué el de 2% ya que produjo la

misma ganancia de peso que el de 3% a un menor costo.

Los animales suplementados con 1% (grupo 1) también ganaron peso más rápidamente que los del grupo Testigo. Sin embargo en este caso la ventaja sobre el grupo Testigo fue menor que la de los grupos 2 y 3, por lo que los animales del grupo 1 solamente tuvieron pesos significativamente mayores a los animales Testigo a partir de la pesada 11, es decir, 22 semanas después de iniciar la suplementación.

El grupo Testigo tuvo pérdidas de peso en varias ocasiones, debido posiblemente a la falta de precipitación pluvial, humedad y altas temperaturas (cuadro 5) que afectaron la cantidad y calidad nutritiva del forraje.

Aunque las ganancias de peso en casi todos los períodos evaluados eran mayores en los grupos suplementados que en el Testigo, en todos los grupos se produjeron grandes fluctuaciones en la ganancia promedio de peso obtenida en un período con respecto a los períodos adyacentes. En general esas fluctuaciones eran en el mismo sentido en todos los grupos, es decir, que en un determinado período en todos los grupos aumentaban las ganancias de peso y en otro disminuían. Esto indica que algún factor común ejerció su influencia sobre todos los grupos. Lo más probable que este factor sea la fluctuación en la calidad y/o cantidad de forraje debido a diferencias en las condiciones medioambientales (precipitación, temperatura, etc.).

Se ha comprobado que en una pradera con pasto Estrella Santo Domingo utilizada por períodos prolongados de pastoreo durante la época de sequía se afecta el contenido de proteína cruda, se incrementa la cantidad de tallos y material muerto,

impidiendo una eficaz utilización de la pradera (Boletín Informativo CIEEGT, 1985/1986). Por tal motivo, cuando las precipitaciones pluviales se empezaron a acentuar se provocó una mejoría significativa en la cantidad del pasto que reflejó mejores ganancias de peso en los animales. Lo anterior concuerda con los informes del Boletín Informativo CIEEGT (1985/1986), que indican una mejor ganancia de peso (64.9 g) en la época de verano (período de lluvias).

Durante el último mes del experimento (pesada 15) los animales del grupo Testigo mostraron una dramática reducción en la ganancia de peso e inclusive pérdidas de peso (Cuadro 3; Figura 1). Este período correspondió con precipitación pluvial muy elevada (392.8 mm durante el mes de Septiembre), que causó inundaciones extensas en los potreros, lo que posiblemente interfirió con el pastoreo.

Es importante que los animales obtengan ganancia de peso post-destete adecuadas hasta los 180 días de edad (Boletín Informativo CIEEGT, 1983; Pérez, 1985), pues durante esta etapa las demandas nutricionales son elevadas como consecuencia de la necesidad de seguir manteniendo el crecimiento y desarrollo del organismo y finalmente utilizar la energía en la reproducción.

VI.2.1. Niveles de microhematocrito.

Cuando las condiciones climatológicas favorecen a que los animales se encuentren en mejor estado de salud y nutrición, esto se refleja en niveles normales de microhematocrito. Schalm (1965), sugiere que los valores normales para ovinos son de 24 a 50%, sin mencionar la raza.

En el presente estudio se encontró que los valores promedio de microhematocrito variaron de 22 a 38% en los diferentes grupos y épocas evaluadas. Larios et al. (1976) señalan valores similares en promedio de $27.8 \pm 3.3\%$ para microhematocrito en hembras jóvenes de raza Pelibuey.

Los valores de microhematocrito obtenidos en este experimento (cuadro 6), permitieron evaluar el efecto de la suplementación en la salud de los animales. En los grupos 2 y 3 se encontró un 0% de mortalidad, presentándose en estos grupos valores mínimos individuales de 22% en el microhematocrito. En cambio en el grupo Testigo murieron cuatro animales (23.5%) dentro de los primeros 45 días postdestete y en el grupo 1% murió un animal (5.8%). Todos los animales que murieron presentaron niveles de microhematocrito de entre 9 y 15% en el muestreo previo a que murieran. Estos niveles tan bajos de microhematocrito posiblemente reflejan un estado de desnutrición severa en el que se asocia la falta de suplementación, la baja calidad y cantidad del forraje durante los meses de febrero y marzo, y el estrés provocado por el destete. Parece evidente que los niveles de suplementación de 2% y 3% evitaron que los animales cayeran en estados de desnutrición después del destete, ya que en esos grupos no hubo mortalidad ni concentraciones de microhematocrito inferiores a 22%.

VI. 2.1. Niveles de fósforo.

Las concentraciones de fósforo inorgánico en plasma sanguíneo varía de 6 a 10 mg/100 ml en ovinos (Goodrich et al., 1969; Gunn, 1969; Larios et al., 1976). Una deficiencia de fósforo se manifiesta por un retardo en el crecimiento y

raquitismo en los animales cuando los niveles son menores a 4 mg/dl en plasma sanguíneo (Beeson *et al.*, 1944; Preston, 1977). Este mineral es adquirido por los animales a través de los pastos. Al respecto, Preston (1977) informa que los forrajes en Norteamérica son comúnmente bajos en fósforo. La etapa de madurez del pasto afecta significativamente la concentración, absorción y retención de minerales en la borrega (Powell *et al.*, 1978).

Las concentraciones sanguíneas de fósforo no variaron entre grupos (cuadro 7) y se mantuvieron dentro de los rangos considerados como normales aún en los animales del grupo Testigo, lo que indica que recibían un aporte adecuado de este mineral a pesar de que los pastos probablemente eran deficientes. Es necesario considerar aquí que los animales de todos los grupos recibían suplementación mineral. A pesar de esta suplementación se produjo en todos los grupos una reducción significativa en la concentración de fósforo sanguíneo durante el mes de junio, que correspondió con la máxima sequía. Esto podría indicar que el fósforo aportado por los pastos disminuyó, lo cual se reflejó en los niveles sanguíneos de los animales, sin llegar a un grado extremo debido al aporte suplementario que recibían de las sales minerales.

VI. 3. Consumo real de alimento concentrado.

Las diferentes cantidades de alimento concentrado que se ofrecieron a cada nivel de suplementación (cuadro 8) permitieron que los animales de los grupos suplementados ganaran mayor peso del destete a la pubertad en comparación con el grupo no suplementado.

Es evidente que el consumo acumulado de concentrado por cabeza durante el período experimental fue superior en el grupo 2 (102 Kg) y 3 (143 Kg) en comparación con el grupo 1 (46 Kg). Sin embargo los animales de estos grupos (2 y 3) no consumieron todo el concentrado que se les ofreció, por lo que el grupo 2 tuvo un consumo real de 1.89% en relación al peso corporal y el grupo 3 de 2.5%. Este rechazo de alimento es probable que se deba a dos causas:

1. Al ofrecer una elevada cantidad de alimento concentrado a corderas en pastoreo continuo, existe la posibilidad de que el animal llene sus requerimientos o agote su capacidad de consumo de concentrado rápidamente debido a un efecto sustitutivo, en el cual el forraje consumido ad libitum desplaza la capacidad o necesidad de consumir todo el concentrado. Esto concuerda con las observaciones hechas por Freer et al. (1985); Hodge y Bogdanovic (1983) y Roberts et al. (1979), quienes encontraron efectos sustitutivos en animales alimentados en corral y en pastoreo cuando el consumo del suplemento excede la cantidad verdadera que se necesita para su efecto complementario.

2. Posiblemente los insumos que se utilizaron algunas veces no reunían la calidad y palatabilidad requerida para que los animales consumieran más alimento, por lo que una cantidad era desechada por ellos mismos.

El rechazo fue proporcionalmente mayor en el grupo 3 que en el grupo 2 y esto podría explicarse por que no hubo diferencias en las ganancias de peso entre los dos grupos, ya que el consumo real no fue muy diferente (1.9 vs 2.5%). Debido a que no toda la ganancia de peso se deriva del consumo de concentrado, sino que

un aporte importante se obtiene a partir de los nutrientes del pasto se observó un efecto sustitutivo en el cual entre más concentrado consumió un animal menor fué la contribución del pasto en su dieta, y por lo tanto menor es la eficiencia en la conversión de concentrado en carne. Por esta razón la cantidad de concentrado consumido por cada kilogramo de aumento de peso se elevó de 3.3 kg en el grupo 1 a 5.7 kg en el grupo 2 y a 7.9 kg en el grupo 3. Al comparar a los grupos 2 y 3 es evidente que suplementar con 3% de concentrado representa un desperdicio ya que los animales del grupo 3 tuvieron un ritmo de crecimiento similar a los del grupo 2 a pesar de haber consumido una mayor cantidad de alimento concentrado (143 vs 102 kg).

VI. 4. Edad y peso a la primera elevación transitoria prepuberal de progesterona.

Aunque no se sabe exactamente de donde provienen las elevaciones transitorias prepuberales de progesterona que se observan en algunos animales antes de que se establezca una actividad ovárica ciclica regular, es posible que reflejen un inicio o aproximación a la actividad ovárica que indica que el sistema neuroendócrino de los animales está cerca de adquirir el potencial de ovular. La primera de estas elevaciones prepuberales ocurrió a menor edad (155 días) y peso (17 kg) en el grupo 3 comparado con los demás ($P < 0.05$). En contraste los grupos 1 y 2 necesitaron mayor tiempo (198 días el grupo 1 y 195 días el grupo 2) para que aparecieran estas elevaciones, motivo por el cual eran más pesados (19.8 kg, 21.9 kg) al ocurrir las elevaciones (cuadro 10). En cambio el grupo no suplementado comenzó a tener

elevaciones transitorias prepuberales en promedio a los 172 días de edad con un peso de 16.8 kg. Es evidente que los grupos 1 y 2 sobrepasaron los 17 kg sin comenzar a hacer intentos de ciclar. Lo anterior probablemente se deba a la expresión genética ya que esta varía individualmente entre animales de la misma raza (Hafez, 1952, 1953; Dyrmondsson, 1972, 1973, 1978).

Los animales del grupo 3 tuvieron significativamente más ($P < 0.05$) elevaciones transitorias prepuberales de progesterona (3.2 ± 2.0) que los del grupo 1 (1.5 ± 1.3), y aunque en forma no significativa también fueron más que las de los grupos 2 y Testigo. Esto, aunado a la relativa juventud a la que los animales de este grupo 3 comenzaron a tener elevaciones prepuberales de progesterona podría indicar que los animales de este grupo alcanzaron rápidamente el peso mínimo necesario para llegar a la pubertad, pero la época del año no era apropiada para que comenzaran a ciclar, por lo que hicieron varios intentos por ciclar antes de que finalmente la época del año fuera apropiada para el establecimiento de actividad cíclica regular.

El promedio de elevaciones transitorias prepuberales para todos los grupos, fué de 2.2 ± 1.7 , lo que concuerda con los hallazgos de Sutama *et al.* (1988), quienes informan un promedio de 2.7 ± 0.4 picos de progesterona mayores a 0.5 ng/ml en ovejas Javanese Thin-tail antes de la primera ovulación.

VI. 5. Edad y peso a la pubertad.

Para efectos del presente estudio se consideró que el animal alcanzó la pubertad al tener concentraciones de progesterona indicativos de haber ovulado normalmente (concentraciones de progesterona mayores a 1 ng/ml durante dos o

más muestreos consecutivos).

La edad a la pubertad fué similar entre grupos, alcanzando un promedio general de 262.1 ± 20.8 días a la primera ovulación. No hubo diferencias significativas entre grupos, lo que indica que el mayor ritmo de crecimiento en los animales suplementados no provocó que se adelantara la pubertad (cuadro 12; Figura 8). La edad a la pubertad en este estudio fué menor a los 329 días encontrados por Valencia y González (1983) en ovejas Pelibuey nacidas en la misma época que las del presente trabajo. La diferencia se debe en parte a que en el presente estudio se utilizó la primera ovulación para definir pubertad. Valencia y González (1983) definieron pubertad a la manifestación del primer estro detectado por el macho que comparado con el presente trabajo, ocurre con un retraso de un ciclo estral y podría retardarse aún más si la eficiencia en la detección de estros no es idónea.

Hubo una marcada variabilidad entre individuos en la edad a la presentación de la pubertad, la cual se alcanzó desde los 187 días en el animal más precoz hasta los 299 días en el más tardío. Estas diferencias probablemente se deban a factores genéticas en la precocidad sexual ya que los animales que alcanzaron más tempranamente la pubertad, no fueron los de más rápido crecimiento.

Debido a que la pubertad se presentó a la misma edad en grupos de animales con diferente ritmo de crecimiento, el peso al inicio de la pubertad fué estadísticamente mayor ($P < 0.05$) en los grupos 2 (28.4 kg) y 3 (28 kg), que ganaron 59 y 62 g diarios

respectivamente, en comparación con el Testigo (24.5 kg), el cual ganó 45 g diarios. El grupo 1 que ganó 47 g diarios, tuvo un peso intermedio a la pubertad (26.2 kg)

La oveja que tuvo su primera ovulación con el menor peso fué un animal del grupo Testigo que pesó 19.3 kg. En el otro extremo, una oveja del grupo 2 pesó 39.2 kg a la primera ovulación. Esta gran variación indica que bajo las condiciones del presente experimento el peso no fué el factor determinante para el inicio de la pubertad.

En ovejas de latitudes altas, Foster et al. (1988) encontraron en corderas de la raza Coopworth alimentadas a libre acceso o con dietas restringidas, que los ciclos regulares de progesterona iniciaron a las 30 semanas de edad, cuando las corderas alcanzaron un peso de 40 kg. Resultados similares se han encontrado en ovejas productoras de lana y en latitudes altas, ya que Foster y Ryan (1979) trabajando en Michigan, E.U.A., con corderas de la raza Suffolk encontraron un peso a la pubertad que varió de 28 - 56 kg, no encontrando diferencia entre los animales pesados y ligeros en la edad a la pubertad.

Es importante destacar que aún cuando las ovejas suplementadas crecieron considerablemente más rápido que las Testigo, esto no ocasionó que se adelantara la pubertad, por lo que el peso corporal no fué el factor limitante para que alcanzaran la pubertad. Esto se ve reforzado por el hecho de que el peso corporal al momento de la primera ovulación en los grupos suplementados (26.2 kg en el grupo 1, 28.4 kg en el grupo 2, y 28.0 kg en el grupo 3) es muy superior al peso del primer estro informado por la mayoría de los autores (cuadro 1), el cual

varía desde 19.7 kg (Figuereido et al., 1983) hasta 25.1 kg (Valencia y González, 1983), lo que indica que los animales del presente experimento habían rebasado ampliamente el peso mínimo requerido para que se pueda establecer la pubertad.

Podría pensarse que el factor limitante en este experimento haya sido la edad, ya que es conocido el hecho que los animales de cualquier especie requieren sobrepasar tanto un peso mínimo como una edad mínima para comenzar a ciclar (Foster y Ryan, 1979; Foster, 1984). Esto se vería apoyado al notar que la edad promedio al primer estro en el presente trabajo (277 días) es menor a lo encontrado por otros autores (ver cuadro 1), lo que sugiere que los animales ya tenían un peso corporal adecuado pero esperaron a cumplir una edad mínima requerida para comenzar a ciclar.

Sin embargo, las ovejas utilizadas en el presente experimento rebasaron ampliamente la edad mínima requerida para comenzar a ciclar ya que en otro trabajo realizado en la misma estación experimental las ovejas alcanzaron la pubertad en promedio a los 190 días de edad, con un peso promedio de 22 kg (Balcazar, 1991). Similares hallazgos han sido encontrados por Foster y Ryan (1981) en ovejas de la raza Suffolk nacidas en otoño.

La diferencia entre el presente experimento y el de Balcazar (1991) fué la época de nacimiento de los animales, ya que los de Balcazar (1991) nacieron en marzo y los de este experimento en octubre-noviembre.

Esto sugiere que las ovejas Pelibuey presentan

estacionalidad reproductiva, por lo que las ovejas nacidas en marzo comienzan a ciclar en cuanto alcanzan una edad y/o un peso mínimo, mientras que las nacidas en octubre-noviembre alcanzan la edad y peso mínimo durante la época no reproductiva y tienen que esperar hasta que la época del año sea adecuada para comenzar a ciclar. Fuentes et al. (1987), también informaron que las ovejas Pelibuey nacidas en noviembre-diciembre y alimentadas con pasto Bermuda cruzada (Cynodon dactylon) y un suplemento concentrado (250-360 g/día) alcanzaron la pubertad a los 225-238 días con un peso de 28.6-29.9 kg. Es decir, que estas ovejas también alcanzaron la pubertad a una edad y peso muy superiores a los mínimos requeridos, destacándose el hecho de que al igual que las ovejas del presente estudio el nacimiento se produjo en el otoño, por lo que alcanzaron la edad y peso requeridos durante una época no adecuada. Asimismo, Fuentes et al. (1987), señalan que en ovejas nacidas en julio-agosto lograron el primer estro a la edad de 322 días con un peso de 32.5 kg, cuando tenían 119 días más de edad y 8.5 kg más de peso corporal que las ovejas nacidas en marzo-abril.

Este efecto estacional también es sugerido por los resultados de Velázquez (1990), quién utilizando ovejas Pelibuey nacidas en julio-agosto y tratadas con diferentes niveles de suplementación encontró que las que crecieron mas rápidamente alcanzaron a ciclar entre diciembre y febrero cuando tenían entre 6 y 7 meses de edad. Las que no alcanzaron a ciclar durante esos meses, ya no alcanzaron la pubertad sino hasta la edad de 10 u 11 meses de edad, indicando que durante los meses de marzo, abril y parte de mayo se presentó una época de anestro durante la cual

los animales no alcanzaron la pubertad aunque cumplieran la edad y/o el peso adecuado durante dicho período.

Los resultados antes mencionados son evidencia del efecto del mes de nacimiento sobre la edad y peso a la pubertad, lo que significa que en la borrega Tabasco o Pelibuey existe una interacción entre efectos ambientales y genéticos de tal forma que si alcanzan el peso adecuado durante el período de anestro estacional acumulan edad (90-119 días) y peso (4-8.5 kg) hasta obtener la pubertad (Fuentes *et al.*, 1987). Este efecto sería muy similar al que ha sido demostrado en ovejas de lana en latitudes altas por Foster y Ryan (1981) y Foster *et al.* (1988), quienes observaron en ovejas Suffolk que los animales nacidos en otoño alcanzaron la pubertad hasta las 48-50 semanas de edad a pesar de haber alcanzado el peso y edad mínimos desde varios meses antes. Ellos interpretaron esto como un efecto del fotoperíodo, ya que los animales solamente pueden comenzar a ciclar durante el otoño. Otros autores que han trabajado también con ovejas de clima templado nacidas en el otoño, han encontrado que los animales permanecen acíclicos alrededor de un año (Hammond, 1944; Wattson y Gamble, 1961; Wiggins *et al.*, 1970; Mallampati *et al.*, 1971; Dyrmondsson y Lees, 1972).

Aunque diversos autores han señalado que la oveja Pelibuey no es estacional (Castillo *et al.*, 1972; Valencia *et al.*, 1975; Castillo *et al.*, 1977; González-Reyna, 1977; Valencia, 1990; González-Reyna *et al.*, 1991), en realidad esto no ha sido demostrado.

EL presente experimento, analizado en conjunto con el

de Fuentes et al. (1987), Velázquez (1990) y con los resultados de Balcazar (1991) indican claramente que sí hay estacionalidad y que existe un período de inhibición de la actividad reproductiva que comprende los meses de marzo, abril y mayo durante el cual los animales no pueden alcanzar la pubertad. Estos meses corresponden a la época considerada de anestro en ovejas de clima templado (Foster, 1981). Sin embargo, en ovejas originarias de clima templado el anestro se extiende por más tiempo, abarcando junio y julio, y en algunos casos dependiendo de la raza (Suffolk, Corriedale) agosto y septiembre (Foster et al., 1986; Reeve et al., 1987).

Se ha considerado que en ovejas de clima templado la actividad reproductiva es gobernada por el fotoperíodo (Legan y Karsch, 1980; Legan et al., 1977; Foster y Ryan, 1979), y que la reducción en las horas luz estimula la reproducción, por lo que la actividad reproductiva se inicia después de que se manifiesta el solsticio del verano (Foster, 1981; Robinson y Karsch, 1988; Ebling y Foster, 1988; Foster et al., 1988).

Es muy posible que la estacionalidad de la oveja Pelibuey también esté regida por el fotoperíodo y no por factores nutricionales, ya que en este trabajo se evidencia que los animales no alcanzan la pubertad durante la primavera a pesar de estar bien alimentadas. Debido a que en las ovejas de lana se ha considerado que se requiere un fotoperíodo reducido para estimular la actividad ovárica (Yellon y Foster, 1985), podría parecer incongruente que no se considere al fotoperíodo como el regulador de la estacionalidad en la borrega Pelibuey, ya que en el presente trabajo y en el de Velázquez (1990) las ovejas

comenzaron a ciclar a principios de junio, cuando la longitud del día es la mayor del año y el solsticio del verano aún no se ha producido. Sin embargo, ha sido demostrado que la oveja puede anticiparse a los cambios del fotoperíodo mediante un mecanismo de fotorrefractoriedad, mediante el cual se hace insensible al exceso de horas luz aún antes del solsticio, con lo que puede ajustar en forma óptima su ciclo reproductivo a las necesidades impuestas por el medio ambiente (Robinson *et al.*, 1985; Ebling y Foster, 1988).

También en ovejas adultas de la raza Pelibuey existen evidencias de estacionalidad de origen no nutricional. Así, Cortés (1991), trabajando con ovejas Pelibuey estabuladas y con alimentación constante a lo largo del año encontró que la primera ovulación postparto se presentó muy rápidamente (40.5 días) en ovejas paridas en julio, mientras que los animales que parieron en primavera tardaron mucho más (77.2 días) en comenzar a ciclar, lo que indica que los animales paridos en julio se encuentran dentro de la época reproductiva, por lo que ciclan en cuanto su sistema neuroendócrino se repone de la inhibición gestacional, mientras que las paridas en mayo tienen que esperar hasta que el fotoperíodo comienza a decrecer. Adicionalmente, Cortés (1991) encontró que la mayoría de las ovejas paridas en diciembre comenzaron a ciclar muy rápidamente en enero o febrero, mientras que al retrasarse solo un mes la época de partos (enero), se retardó varios meses el reinicio de la actividad ovárica en la mayoría de los animales, empezando a ciclar hasta el mes de junio cinco meses después de haber parido. Estos resultados indicarían

que si el animal alcanza a recuperarse del parto cuando el fotoperíodo todavía es favorable comenzarán a ciclar inmediatamente, mientras que un retraso de un mes causa que el animal no pueda comenzar a ciclar sino hasta que el fotoperíodo vuelva a ser favorable. Cruz et al. (1981) también encontraron que los animales que parieron en el mes de enero tardaron un tiempo significativamente mayor (272 días) en tener el siguiente parto que aquellas que parieron en los demás meses del año, observándose que los intervalos entre partos se fueron acortando a partir de febrero hasta alcanzar el promedio mas bajo en animales paridos en septiembre (198 días), lo que concuerda con el concepto de que el período de anestro postparto es mas corto conforme mas cercano está el parto de la época reproductiva (otoño).

La presentación de signos de estro a lo largo del año también sugiere una cierta estacionalidad en ovejas Pelibuey. Así, Valencia et al. (1979) observaron que de la segunda quincena de enero a la primera quincena de abril existe una cantidad menor de hembras que entran en celo (17%) en comparación a los meses de mayo-agosto (95%) y septiembre-diciembre (100%). Similares resultados fueron encontrados por Heredia et al. (1991) quienes suministraron diferentes fuentes de alimentación (silo de pasto Taiwan o pulpa fresca de henequén como base en la alimentación), cubriendo los requerimientos nutricionales mediante un concentrado a base de sorgo y soya encontrando que las ovejas Pelibuey presentaron menos calores (15%) de marzo a mayo. Este efecto nutricional que tuvieron los animales les permitió obtener una buena condición física (Heredia et al., 1991) que no fué un

obstáculo para que las ovejas dejaran de presentar el estro.

Algunos autores han señalado que es difícil que la regulación de la actividad ovárica en ovejas Pelibuey esté regulada por el fotoperíodo ya que la variación en las horas luz a través del año es de solamente dos horas en la latitud de México (Valencia et al., 1978; Acosta, 1982). Sin embargo, debe reconocerse que en las regiones tropicales existe una marcada estacionalidad en producción de forraje, clima y lluvias, por lo que sigue existiendo una época óptima para que ocurran las pariciones. Los ovinos no solo deben reconocer los períodos reproductivos mas adecuados, sino que deben anticipar las condiciones ambientales que habrá en el momento de la parición, y la información fotoperiódica sigue siendo la más confiable para informarle al animal en que época del año se encuentra, aunque la variación sea reducida. A este respecto, se ha informado que también las cabras criollas son estacionales en la latitud de México aunque sean mantenidas con nutrición constante (Valencia et al., 1990).

VI. 6. CARACTERISTICAS DE LA ACTIVIDAD OVARICA AL LLEGAR A LA PUBERTAD.

VI. 6.1. Relación entre ovulación y presentación de signos de estro.

En el presente trabajo experimental 49 corderas (78%) tuvieron una ovulación silenciosa y cinco animales (8%) más de una ovulación silenciosa antes de manifestar el primer estro. Solamente ocho borregas (12.5%) manifestaron estro durante su primera ovulación. No hubo diferencias significativas en la

presencia de ovulaciones silenciosas entre los grupos con diferente nivel de suplementación. También Sutama et al. (1988), en borregas de la raza Javanese Thin-Tail alimentadas con pasto Elefante y concentrado encontraron un promedio de 1.5 ciclos ovulatorios antes de la presentación del primer estro. Estos investigadores informan que el 67% de las corderas mostraron una o más ovulaciones antes del estro.

Estos resultados concuerdan con los que se han encontrado en borregas de lana, en las que la primera ovulación no es acompañada por signos de estro (Ryan y Foster, 1980; Linda et al., 1987). Al respecto, Quirke et al. (1985) en latitudes mayores a los 30° N estudiaron ovejas de las razas Suffolk, Rambouillet, Dorset, Finnish Landrace y Finn-Dorset, encontrando evidencia de una o más ovulaciones antes de manifestar el estro. También Foster et al. (1986) encontraron que las corderas tienen dos ovulaciones antes de manifestar su primer estro en la tercera ovulación.

Se considera que en la oveja la primera ovulación es silenciosa debido a que se requiere sensibilización previa con progesterona para que los estrógenos puedan inducir conducta estral.

A pesar de que en el presente trabajo lo más común fué encontrar una ovulación silenciosa antes del primer estro, también se encontraron animales con varias ovulaciones silenciosas y otros que presentaron estro en su primera ovulación. Esto sugiere que la utilización de los signos de estro como indicador de pubertad es un método poco confiable sujeto a variación por factores externos como la eficiencia en la

detección de signos de estro. A pesar de esto, la mayor parte de la literatura sobre pubertad en ovejas Pelibuey se ha basado en signos de estro (Castillo et al., 1977; González-Reyna y De Alba, 1978; Rodríguez y Valencia, 1979; Cruz et al., 1981; Ortega et al., 1981; Ponce de León et al., 1981; Figueredo et al., 1983; González, 1983; González-Reyna et al., 1983; Valencia y González, 1983; Boletín Informativo CIEEGT, 1984; Ordoñez, 1985; Rodríguez et al., 1986; Fuentes et al., 1987; Lizarraga et al., 1988, 1989; Velázquez, 1990), lo que sugiere que dicha información no es totalmente confiable.

Al evaluar el intervalo entre la primera y segunda ovulación se encontró un promedio general de 17.1 días, con variación desde 15.9 días en el grupo 3 hasta 17.9 en el grupo 1. Estos valores caen dentro de lo normal para la longitud del ciclo estral de la oveja (Zarco et al., 1988), lo que indica que los animales establecieron una actividad ovárica normal.

El intervalo entre la segunda y tercera ovulación fué similar (17.6 días), lo que indica que la longitud normal del ciclo estral se estableció desde la primera ovulación. Esto se confirmó al analizar la duración de la primera y segunda fase lútea, ya que en promedio los niveles de progesterona se mantuvieron por encima de 1 ng/ml durante 9.3 días en la primera fase lútea y 8.2 días en la segunda, sin diferencias entre grupos ($P > 0.05$).

También al considerar la longitud del ciclo estral como el intervalo entre un estro y otro se encontró una duración promedio normal (17.1 días) sin diferencias entre grupos ($P > 0.05$).

Sin embargo, a pesar de que los promedios fueron normales en todos los grupos hubo animales individuales en los que el primer ciclo fué más corto de lo normal debido a que tuvieron también una fase lútea más corta de lo normal.

VI. 6.2. Duración de la fase lútea.

En la literatura está bien establecido el hecho de que en algunos animales se presentan fases lúteas cortas cuando comienzan a ciclar al llegar a la pubertad (Ryan y Foster 1978; Berardinelli *et al.*, 1980; Foster, 1983; Foster *et al.*, 1985; Yellon y Foster, 1985; Foster y Yellon, 1987; Foster *et al.*, 1988). A pesar de esto, en el presente trabajo la mayoría de las ovejas tuvieron fases lúteas normales desde la primera ovulación, tal vez debido a la avanzada edad y peso corporal al momento de la primera ovulación.

Con respecto a las concentraciones promedio de progesterona durante la primera fase lútea se encontró un promedio general de 3.0 ng/ml, sin diferencias entre grupos, lo que indica que la suplementación no se requiere para que el cuerpo lúteo funcione normalmente. Estas concentraciones de progesterona durante la pubertad son similares a las encontradas en borregas Pelibuey adultas, ya que González-Reyna *et al.* (1984) informan que los niveles de progesterona durante el ciclo estral alcanzaron un máximo de 1.83 ng/ml de suero durante el día siete y disminuyeron a 0.48 ng/ml en el día 19 del ciclo.

En estudios realizados en otra raza de borregas de pelo los hallazgos son similares a los del presente estudio. Sutama *et al.* (1988), encontraron en corderas Javanese Thin-Tail, concentraciones de progesterona de 1.7 ± 0.2 ng/ml entre los

días 8 y 13 después de la pubertad.

Al comparar las concentraciones de progesterona y la duración de la fase lútea de la borrega Pelibuey encontradas en este trabajo con las de otras razas originarias de clima templado, se encuentra que son similares, ya que Quirke (1979) encontró en ovejas prepuberales de las razas Galway y Fingalway, valores que oscilaron de 1.0 a 1.7 ± 0.2 ng/ml a partir del día 6 al día 13 del ciclo. Yuthasastrakosol et al. (1975) informan concentraciones de progesterona entre 4 y 5 ng/ml en ovejas adultas. Todos estos valores son similares a los encontrados en el presente trabajo.

Al estudiar los intervalos entre ovulaciones en el presente trabajo experimental se encontró a tres corderas (4.7%) que ovularon formando un cuerpo lúteo normal y al regresar este inexplicablemente entraron en un corto período de anestro (Figura 14), ya que tardaron entre 10-17 días en volver a ovular. Lo anterior concuerda con el trabajo de Sutama et al. (1988), quienes informan que seis borregas fallaron en mantener la actividad del ovario después de la primera ovulación y tardaron 32-62 días en que se desencadenara la siguiente ovulación.

A pesar de estos tres casos el intervalo entre ovulaciones encontrado en este estudio (17.1 ± 3.3 d) está comprendido dentro de los hallazgos realizados por Quirke et al. (1979), en la raza Finnish Landrace (16.4 ± 0.2 d), Fingalway (16.7 ± 0.2 d) y Galway (17.2 ± 0.2 d). Estos resultados demuestran que la borrega Pelibuey tiene un perfil hormonal y una dinámica dentro del ciclo estral similar a las ovejas originarias de latitudes altas.

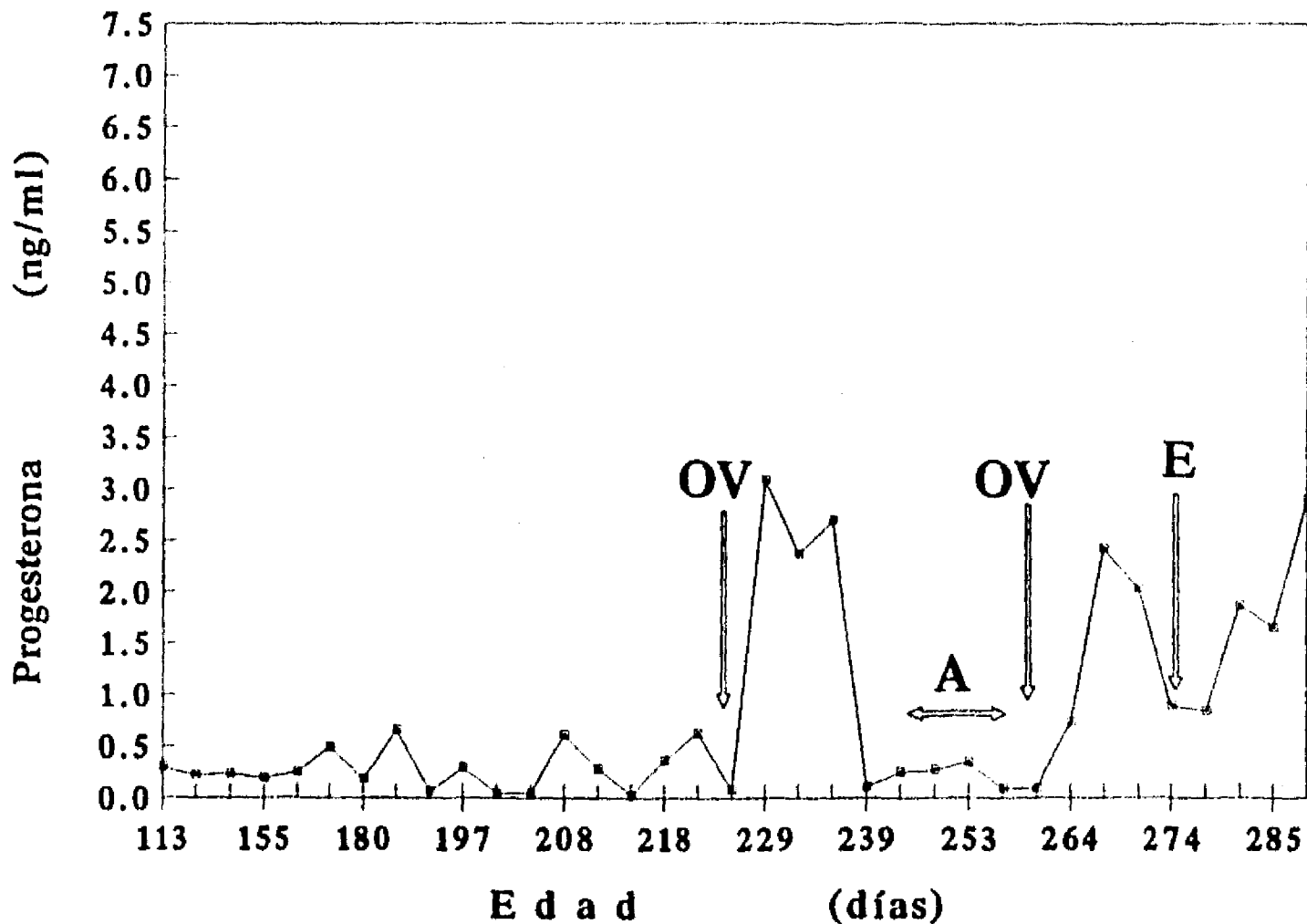


Figura 14. Concentraciones de progesterona, indican dos ovulaciones (OV), un período de anestro (A) de 17 días y el primer estro (E) en una cordera Pelibuey del grupo con 1% de suplementación

VII. CONCLUSIONES.

1. El nivel óptimo de suplementación de ovejas Pelibuey en crecimiento es del 2% en relación al peso corporal, ya que el grupo 2 alcanzó un peso y una ganancia diaria de peso similares a los del grupo 3 y superiores a los del grupo 1 y Testigo.

2. Con este nivel nutricional se obtuvieron valores aceptables de fósforo (6-10 mg/100 ml), hematocrito (24-35 %) y no se registró mortalidad.

3. La suplementación alimenticia no adelantó la edad (262 ± 20 días) al inicio de la pubertad en ovejas Pelibuey nacidas en otoño. Sin embargo, los animales suplementados tuvieron mejores pesos corporales (23 kg) al comenzar a ciclar, lo que puede repercutir positivamente en el resto de su vida productiva.

4. La mayoría de los animales tuvieron una o más ovulaciones antes de manifestar el estro.

5. La fase lútea que se produce después de la primera ovulación en ovejas Pelibuey tiene una duración normal, por lo que los intervalos entre ovulaciones y entre estros son normales durante el primer ciclo estral.

6. Los resultados de este trabajo analizados a la luz de la literatura existente sugieren que existe estacionalidad reproductiva en la oveja Pelibuey caracterizada por inhibición de la reproducción durante los meses de marzo, abril y mayo. Asimismo, este análisis permite concluir que la suplementación de las ovejas Pelibuey en crecimiento siempre tiene un efecto benéfico, ya que dependiendo de la época de nacimiento resultará en un adelanto en el inicio de la pubertad, en un mayor peso al presentarse la pubertad o en ambos efectos.

8. Se sugiere que las ovejas Tabasco o Pelibuey que nacen en otoño se suplementen con el 2% de alimento concentrado con 16% de proteína cruda y 3000 kcal de energía digestible/kg de materia seca en base a su peso vivo para que alcancen el peso indicado de 21 kg a los 180 días de edad, y posteriormente inducir la pubertad con tratamientos hormonales para aumentar el tiempo de vida productiva y producción de corderos mediante el uso de calendarios de empadres adecuados a la región.

VIII. LITERATURA CITADA.

1. Acosta, C. A.: Comportamiento Reproductivo del Borrego Pelibuey. Tesis de Licenciatura. Ingeniería Agrónoma y Zootecnia. Universidad Autónoma de Chapingo (1982).
2. Allen, D.M. and Lamming, G.E.: Some effect of nutrition on the growth and sexual development of the ewe lamb. J. Agric. Sci., 57: 87-95 (1961).
3. Asdell, S.A.: Patterns of Mammalian Reproduction. Comstock, Ithaca, NY. 437 (1946).
4. Association Official Analytical Chemistry (AOAC). 2nd. Edition, edited by Association Official Analytical Chemestric. Washington, D.C. (1985).
5. Balcázar, S.J.A.: Efecto de la Suplementación Alimenticia Sobre la Eficiencia Reproductiva de Corderas Pelibuey Inducidas a la Pubertad con MGA. Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México (1991).
6. Beck, T.W. and Reeves, J.J.: Serum luteinizing hormone (LH) levels in ewes treated with various dosages of 17 β -estradiol at three stages of the anestrus season. J. Anim. Sci. 36: 566-570 (1973).
7. Berardinelli, J.G., Dailey, R.A., Butcher, R.L. and Inskeep, K.: Source of circulating progesterone in prepubertal ewes. Biol.Reprod. 22: 233-236 (1980).
8. Besson, W.R., Johnson, R.F., Bolin, D.W. and Hickman, C.W.: The phosphorus requirement for fattening lambs. J. Anim. Sci. 3: 63 (1944).
9. Blake, C.A., Fuxe, K., Andersson, K., Rodriguez-Sierra, J.F., Enerth, P., Gustafsson, J-A., and Agnati, L.F.: Acute effects of catecholestrogens on hypothalamic and median eminence catecholamines and anterior pituitary gland luteinizing hormone and prolactin secretion in the ovariectomized lamb. In: Steroid Hormone Regulation of the Brain. Wenner-Gren Center International Symposium Series; v. 34. Fuxe, K., Gustafsson, J- A., and Wetterberg, L. 93-106. Ed. Pergamon Press. (1981).
10. Bolt, D.J., Kelly, H.E. and Hawk, H.W.: Release of LH by estradiol in cycling ewes. Biol. Reprod. 4: 35-40 (1971).
11. Borroto, P.A., García, P.M. C., Cruz, L.D., González, P.O.: Resultados preliminares sobre crianza ovina utilizando la hierba de los cítricos. Rev. Prod. Anim. 1 (2): 15-20 (1985).
12. Briggs, H.M.: Some effects of breeding ewe lamb. Bulletin, Noth Dakota Agricultural Experiment Station No. 285: 2 (1936).

13. Burfening, P.J., Hoversland, A.S. and Van Horn, J.L.,: Supplementation for wintering range ewe lambs; effect on growth and estrus as ewe Lambs. J. Anim. Sci. 33, 711-714 (1971).
14. Carrillo, A.L., Velazquez, M.A., Ornelas, G.T.: Algunos factores ambientales que afectan el peso al nacer y al destete de corderas Pelibuey. Tec. Pec. Mex. 25 (3): 289-295 (1987).
15. Castillo, H., Valencia, M. y Berruecos, J.M.: Comportamiento reproductivo del borrego Tabasco mantenido en clima tropical y subtropical. I. Indices de fertilidad. Tec. Pec. Méx. 20: 52-56 (1972).
16. Castillo, R.H., Hernández, J.L., López, A.J. y Berruecos, V.J.M.: Comportamiento reproductivo del borrego Tabasco mantenido en clima tropical. III. Pubertad y duración del estro. Tec. Pec. Méx. 32: 32-35 (1977).
17. Castillo, R.H., Román, P.H., Berruecos, V.J.M.: Características de crecimiento del borrego Tabasco. I. Efecto de la edad y peso al destete y su influencia sobre la fertilidad de la madre. Tec. Pec. Méx. 27: 28-32 (1974).
18. Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical. Boletín Informativo CIEEGT. Producción Ovina. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. 180-193 (1983).
19. Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical. Boletín Informativo CIEEGT. Producción Ovina. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. 100-109 (1984).
20. Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical. Boletín Informativo CIEEGT. Producción Ovina. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. 86-89 (1985/1986).
21. Clarke, I.J.: GnRH secretion. In: 11th. International Congress Animal Reproduction and Artificial Insemination. Dublin, Ireland, 5: 1-9 Univ. Coll., Dublin, Ireland, ABA, (1988).
22. Cortés, Z.J.: Reinicio de la Actividad Ovárica Postparto en Ovejas Pelibuey Paridas en Diferentes Epocas del Año. Tesis de Doctorado. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. (En Proceso).
23. Cruz, L.C., Escobar, M.J. y Fernández-Baca, S.: Edad al primer parto e intervalo entre partos en ovejas Tabasco. Memorias de la VIII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA) Sto. Domingo, Rep. Dominicana. 16: F-45 (1981).

24. Chewers, I., Conforti, N., and Siegel, R.A.: Interrelationships between the central nervous system and patterns of adrenocortropics secretion following acute exposure to severe environmental conditions. Israel. J. Med. Sci., 12: 1010 (1976).
25. Chu, T.T. and Edey, T.N.: Reproductive performance of ewe lambs at puberty. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod., 12: 251 (1978).
26. Chu, T.T., Edey, T.N. and Findlay, J.K.: Pituitary response of prepuberal lambs to oestradiol-17 β . Aust. J. Biol. Sci., 32: 463-467 (1979).
27. Day, M.L., Imakawa, K., Zalesky, D.D., Kittok, R.J. and Kinder, J.E.: 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. J. Anim. Sci., 62: 1641-1648 (1986).
28. Devendra, C., and McLeroy, G.B.: Producción de Cabras y Ovejas en los Trópicos. Cap. 16: 218-225. Ed. El Manual Moderno. México, D.F. (1986).
29. Dickerson, G.E. and Laster, D.B.: Breed, heterosis and environmental influences on growth and puberty in ewe lambs. J. Anim. Sci., 41: 1-9 (1975).
30. Dyrmondsson, O.R. and Lees, J.L.: A note on factors affecting puberty in Clun Forest female lambs. Anim. Prod., 15: 311-314 (1972).
31. Dyrmondsson, O.R.: Attainment of puberty and reproductive performance in Clun Forest ewe lambs. J. Agric. Sci., 78: 39-45 (1972 a).
32. Dyrmondsson, O.R., Lees, J.L.: Effect of rams on the onset of breeding activity in Clun Forest ewe lambs. J. Agric. Sci., UK, 79 (2): 269-271 (1972 b).
33. Dyrmondsson, O.R.: Puberty and early reproductive performance in sheep. I. Ewe lambs. Animal Breeding Abstracts, 41 (6): 273-289 (1973).
34. Dyrmondsson, O.R.: Studies on the breeding season of Icelandic ewes and ewe lambs. J. Agric. Sci., Camb., 90: 275-281 (1978)
35. Dyrmondsson, O.R.: Natural factors affecting puberty and reproductive performance in ewe lambs: A Review. Liv. Prod. Sci., 8: 55-65 (1981).

36. Dyrmondsson, O.R.: The influence of environmental factors on the attainment of puberty in ewe lambs. In: Sheep Production. Edited by William Haresing. 393-408. Ed. Butterworths, (1983).
37. Ebling, F.J.P. and Foster, D.L.: Photoperiod requirements for puberty differ from those for the onset of the adult breeding season in female sheep. J. Reprod. Fert., 84: 283-293 (1988).
38. Edey, T.N., Kilgour, R. and Bremner, K.: Sexual behaviour and reproductive performance of ewe lambs at and after puberty. J. Agric. Sci., Cambridge, 90: 83-91 (1978).
39. Evans, G., Maxwell, W.M.C.: Inseminación Artificial de Ovejas y Cabras. Editorial Acribia, S.A., 77-80 (1990).
40. Evans, A.D., Andrus, K., Nielsen, J.R., Gardner, R.W., Park, R.L. and Wallentine, M.V.: Early development and breeding of ewe lambs. J. Anim. Sci. 41: 266 (Abstract) (1975).
41. Feldman, S.D.J.: Actividad Ovárica Posparto en Ovejas Tabasco y Criollas en el Altiplano y Trópico de México. Tesis de Maestría. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 60-61 (1987).
42. Figueredo, E.A.P., Oliveira, E.R., Bellaver, C. and Simplicio, A.A.: Hair sheep performance in Brasil. In: Hair Sheep of Western Africa and the Americas. A Genetic Resource for the Tropics. Edited by H.A. Fitzhugh and G.E. Bradford. 125-140. A Winrock International Study Published by Westview Press. Boulder, Colorado, (1983).
43. Foote, W.C., Sefidbakht, N. and Madsen, M.A.: Puberal estrus and ovulation and subsequent estrus cycle patterns in the ewe. J. Anim. Sci., 30: 86-90 (1970).
44. Foster, D.L., Roach, J.F., Karsch, F.J., Norton, H.W., Cook, B. and Nalbandov, A.V.: Regulation of luteinizing hormone in the fetal and neonatal lamb. I. LH concentrations in blood serum and pituitary. Endocrinology, 90: 102-111 (1972 a).
45. Foster, D.L., Cruz, T.A.C., Jackson, G.L., Cook, B. and Nalbandov, A.V.: Regulation of luteinizing hormone in the fetal and neonatal lamb. III. Release of LH by the pituitary in vivo in response to crude ovine hypothalamic extract or purified porcine gonadotrophin releasing factor. Endocrinology, 90: 673-683 (1972 b).
46. Foster, D.L., Jackson, G.L., Cook, B. and Nalbandov, A.V.: Regulation of luteinizing hormone (LH) in the fetal and neonatal lamb. IV. Levels of LH releasing activity in the hypothalamus. Endocrinology, 90: 684-689 (1972 c)

47. Foster, D.L., Lemons, J.A., Jaffe, R.B., and Niswender, G.D.: Sequential patterns of circulating luteinizing hormone and follicle stimulating hormone in the female sheep from early post-natal life through the first estrous cycle. Endocrinology, 97: 985-993 (1975).
48. Foster, D.L. and Karsch, F.J.: Inhibition of tonic secretion of luteinizing hormone by progesterone in immature sheep. Endocrinology, 99: 1-6 (1976).
49. Foster, D.L. and Ryan, K.D.: Endocrine mechanisms governing transition into adulthood: a marked decrease in inhibitory feedback action of estradiol on tonic secretion of luteinizing hormone in the lamb during puberty. Endocrinology, 105: 896-904 (1979).
50. Foster, D.L.: Mechanism for delay of first ovulation in lambs born in the wrong season (fall). Biol. Reprod., 25: 85-92 (1981).
51. Foster, D.L. and Ryan, K.D.: Endocrine mechanisms governing transition into adulthood in female sheep. J. Reprod. Fert., 30: 75-90 (1981).
52. Foster, D.L.: Photoperiod and sexual maturation of the female lamb: Early exposure to short days perturbs estradiol feedback inhibition of luteinizing hormone secretion and produces abnormal ovarian cycles. Endocrinology, 112 (1): 11-17 (1983).
53. Foster, D.L.: Preovulatory gonadotropin surge system of prepubertal female sheep is exquisitely sensitive to stimulatory feedback action of estradiol. Endocrinology, 115: 1186-1189 (1984).
54. Foster, D.L. and Olster, D.H.: 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 (1): 375-381 (1985).
55. Foster, D.L., Yellon, S.M. and Olster, D.H.: Internal and external determinants of timing of puberty in the female. J. Reprod. Fertil., 75: 327-344 (1985).
56. Foster, D.L., Karsch, F.J., Olster, D.H., Ryan, K.D. and Yellon, S.M.: Determinants of puberty in a seasonal breeder. Recent Progress In Hormone Research, 42: 331-384 (1986).
57. Foster, D.L. and Yellon, S.M.: Absence of an increase in gonad-independent drive to pulsatile luteinizing hormone secretion during Photoperiod-Induced Puberty. Biol. Reprod., 37: 634-639 (1987).

58. Foster, D.L., Ebling, F.J.P., Vannerson, L.A., Bucholtz, D.C., Wood, R.I. and Micka, A.F.: Modulation of gonadotropin secretion during development by nutrition and growth. In: 11th. International Congress Animal Reproduction and Artificial Insemination, Dublin, Ireland. 26-30 jun. 5: 100-108 (1988).
59. Freer, M., Dove, H., Axelsen, A., Donnelly, J.R. and McKinney, G.T.: Responses to supplements by weaned lambs grazing mature pasture or eating hay in yards. Aust. J. Exp. Agric., 25: 289-297 (1985).
60. Fuentes, J.L., Perón, N. y Lima, T.: Efecto del tipo de parto y destete en la edad y peso a la pubertad en corderas Pelibuey. Rev. Cub. Reprod. Anim. 13 (2): 15-25 (1987).
61. Fuentes, J.L., Lima, T., Pulenets, N.M., Albuernes, R., Sanz, V., Pavón, M. y Pavón, N.: Efecto del tipo de parto y la edad al destete en la edad y peso a la pubertad de corderas Pelibuey. Colloque "La Reproduction des Ruminants en Zone Tropicale". Guadeloupe, 8-10 Juin. INRA-CRAAG. (1983).
62. García, M.E.: Modificación del sistema de clasificación climatológica de Köppen. Ed. Offset Larios S.A., México (1981).
63. Goding, J.R., Catt, K.J., Brown, J.M., Kaltenbach, C.C., Cumming, I.A. and Mole, B.J.: Radioimmunoassay for ovine luteinizing hormone. Secretion of luteinizing hormone during estrus and following estrogen administration in the sheep. Endocrinology 85: 133-142 (1969).
64. González-Reyna, A.: Reproduction in Pelibuey Sheep in the Mexican Tropics. M.S. Thesis. Utah State University. Logan, Utha, U.S.A. 93 (1977)
65. González-Reyna, A. y De Alba, J.: Resultados económicos de ovinos Pelibuey en el trópico seco de México. Memorias de la VI Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA) La Habana, Cuba. 13: 203-210 (1978).
66. González-Reyna, A. y De Alba, M.J.: Correlación entre aumento diario y lactancia en corderos Pelibuey. Memorias de la VII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA) Panamá. 14: 109-110 (1979).
67. González-Reyna, A. and De Alba, J.: Reproduction in Pelibuey sheep. In: Hair Sheep of Western Africa and the Americas. A Genetics Resource for the Tropics. Edited by Fitzhugh, H.A. and Bradford, G.E. A Winrock International Study, 75-78, Published by Westview Press, Boulder, Colorado, (1983).

68. González-Reyna, A., Foote, W.C. y De Alba, J.: Niveles de progesterona y hormona luteinizante durante el ciclo estral y la gestación en ovejas Pelibuey. Rev. Mex. Prod. Anim. 16: 47-51 (1984).
69. González-Reyna, A., Valencia, M.J., Foote, W.C. and Murphy, B.D.: Hair sheep in Mexico: Reproduction in the Pelibuey sheep. Animal Breeder Abstracts, 59 (6): 509-524 (1991).
70. González, S.C.: Comercial hair sheep production in a semiarid region of Venezuela. In: Hair Sheep of Western Africa and the Americas. A Genetic Resource for the Tropics. Edited by Fitzhugh, H.A. and Bradford, G.E. A Winrock International Study, 85-105, Published by Westview Press, Boulder, Colorado, (1983).
71. Goodman, R.L., Bittman, E.L., Foster, D.L. and Karsch, F.J.: The endocrine basis of the synergistic suppression of luteinizing hormone by estradiol and progesterone. Endocrinology, 109: 1414- 1417 (1981).
72. Goodrich, R.D., Bradley, B.P. and Tillman, A.D.: Importance of initial and plasma values. J. Anim. Sci., 68: 121-129 (1969).
73. Gunn, R.G.: A note on seasonal and age changes in the calcium, phosphorus and magnesium content of the blood of Scottish Blackface ewes, as influenced by calcium and phosphorus supplementation. J. Agr. Sci., Camb., 73: 159-160 (1969)
74. Guzmán, R.J., Garza, R., Martínez, R.L. y Salinas, T.E.: Determinación de los grupos sanguíneos solubles del borrego Black Belly. Resúmenes de la XIII Reunión Anual del Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. En: Tec. Pec. Méx., 30: 95 (1976).
75. Hafez, E.S.E.: Studies on the breeding season and reproduction of the ewe. J. Agric. Sci., Camb., 42: 189-265 (1952).
76. Hafez, E.S.E.: Puberty in female farm animals. Emp. J. Exp. Agric., 21: 217-225 (1953).
77. Hafez, E.S.E.: Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. Nueva Editorial Interamericana. (1984).
78. Hammond, J., Jr.: On the breeding season in the sheep. J. Agr. Sci., 34: 97-105 (1944).
79. Heredia, A.M., Menéndez, T.M. y Velázquez, M.P.A.: Factores que influyen en la estacionalidad reproductiva de la oveja Pelibuey. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Cd. Victoria, Tamaulipas. 115 (1991).

80. Heredia, A.M., Velázquez, M.A., Quintal, F.J.: Efecto de dos fuentes de alimentación sobre la estacionalidad reproductiva de la oveja Pelibuey. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Cd. Victoria, Tamaulipas. 96 (1991).
81. Hodge, R.W. and Bogdanovic, B.: Feeding hay supplemented with peas or low protein oats to crossbred lambs born in the spring. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb., 23: 19-23 (1983).
82. Hogue, D.E.: Frequent Lambing Systems. In: New Techniques in Sheep Production. Fayez, I., Marai, M. and Owen, J.B., Chap. 6, 57-63. Ed. Butterworths Great Britain, (1987).
83. Hohenboken, W. and Cochran, P.E.: Heterosis for ewe lamb productivity. J. Anim. Sci., 42: 819-823 (1976).
84. Hooley, R.D., Baxter, R.W., Chamley, W.A., Cumming, I.A., Jonas, H.A. and Findlay, J.K.: FSH and LH response to gonadotrophin releasing hormone during the ovine estrus cycle and following progesterone administration. Endocrinology 95: 937-942 (1974).
85. Horvath, S.M., and Howell, C.D.: Organ systems in adaptation: The cardiovascular system, in handbook of physiology, adaptation to the environment. Amer. Phys. Soc. Washington, D.C., 4: 153 (1964).
86. Hulet, C.V. and Price, D.A.: Effects of feed, breed and year on pregnancy in ewe lambs. Theriogenology, 3: 15 (1975).
87. Hulet, C.V.: Management of reproduction in sheep: In: Management of reproduction in sheep and goats symposium. University of Wisconsin. Madison, Wisconsin. 125-131 (1977).
88. Ingram, R.H.: Estimation of conception rate depression of Holstein cows due to adverse temperature and humidity in tropical and subtropical climates. Int. J. Biometeor. 17: 131 (1973).
89. Izar, M.K.: Pheromones and reproduction in domestic animals. In: Pheromones and Reproduction in Mammals. Edited by Vandenberg J.G., 253, Academic Press New York, USA. (1983).
90. Jainudeen, M.R.: Management of reproduction of female farm animals in the tropics. In: 11th. International Congress Animal Reproduction and Artificial Insemination, Dublin, Ireland. 26-30 Jun., 5: 246-254 (1988).
91. Jakubec, V.: Productivity of crosses based on prolific breeds of sheep. Livest. Prod. Sci., 4: 379-392 (1977).

92. Jonas, H.A., Salamonsen, L.A., Burger, H.G., Chamley, W.A., Cumming, I.A., Findlay, J.K. and Goding, J.R.: Release of FSH after administration of gonadotrophin releasing hormone or estradiol to the anestrous ewe. Endocrinology 92: 862-865 (1973).
93. Jhonson, H.D.: Response of animals to heat. Meteor. Monong. 6: 109 (1965).
94. Jhonson, H.D. and Vanjonack, W.J.: Effect of environmental and other stressors on blood hormone patterns in lactating animals. J. Dairy. Sci., 59: 1603 (1976).
95. Karsch, F.J., Foster, D.L., Legan, J.S., Ryan, K.D. and Peter, K.G.: Control of the preovulatory endocrine events in the ewe: Interrelationship of estradiol, progesterone and leutinizing hormone. Endocrinology, 105 (2): 421-426 (1979).
96. Karsch, F.J., Legan, S.J., Ryan, K.D. and Foster, D.L.: Importance of estradiol and progesterone in regulating LH secretion and estrous behavior during the sheep estrous cycle. Biol. Reprod. 23: 404 (1980).
97. Karsch, F.J. and Foster, D.L.: Environmental control of ovarian cyclicity: A final common mechanism governing seasonal breeding and sexual maturation. In: Environmental Factors in Mammalian Reproduction. Edited by Gilmore, D.P. and Cook. 30-53. Ed. Macmillan Press, London, (1981).
98. Karsch, F.J., Bittman, E.L., Foster, D.L., Goodman, R.L., Legan, S.L. and Robinson, J.E.: Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. Recent Progr. Horm. Res., 40: 185-232 (1984).
99. Keane, M.G.: The duration of the breeding season in Suffolk X Galway ewe lambs. J. Agric. Sci., Cambridge, 85: 569-570 (1975 a).
100. Keisler, D.H., Inskeep, E.K. and Dailey, R.A.: First luteal tissue in ewe lambs: Influence on subsequent ovarian activity and response to hysterectomy. J. Anim. Sci., 57 (1): 150-156 (1983).
101. Kinder, J.E., Day, M.L. and Kittok, R.J.: Endocrinology of puberty in cows and ewes. J. Reprod. Fertil., Suppl., 34: 167-186 (1987).
102. Knight, T.W. and Lynch, P.R.: Source of ram pheromones that stimulates ovulation in the ewe. Anim. Rep. Sci. 3: 133 (1980).
103. Land, R.B.: Reproduction in young sheep: Some genetic and environmental sources of variation. J. Reprod. Fert., 52: 427-436 (1978).

104. Land, R.B. and Carr, W.R.: Reproduction in domestic animals. In: Genetic Variation in Hormone System. Edited by Shire, J.G.M., C.R.C. Press, Fl., 1: 89-112 (1979).
105. Landefeld, T.D., Ebling, J.P.F., Suttie, J.M., Vannerson, L.A., Padmanabhan, V., Beitins, I.Z. and Foster, D.L.: Metabolic interfaces between growth and reproduction. II. Characterization of changes in messenger ribonucleic acid concentrations of gonadotropin subunits, growth hormone, and prolactin in nutritionally growth-limited lambs and the differential effects of increased nutrition. Endocrinology, 125: 351-356 (1989).
106. Lamming, G.E.: Nutrition and reproduction. In: The Science of Nutrition of Farm Livestock. Ed. D. Cuthbertson, Pergamon Press. London, (1969).
107. Lara, L.P.E. y Rolón, A.L.M.: Comportamiento productivo del borrego Pelibuey en la Huasteca Potosina, México. Memorias de la IX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA 18) Chile. 136 (1983).
108. Larios, G.F., Lora, M.P.P., Trigo, T.F., Rodríguez, R.E.: Fisiología del borrego Tabasco o Pelibuey en clima subtropical A(f)c: I. Hematología y niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio. Tec. Pec. Méx., 30: 84-90 (1976).
109. Legan, S.J., Karsch, F.J. and Foster, D.L.: The endocrine control of seasonal reproductive function in the ewe: A marked change in response to the negative feedback action of estradiol on luteinizing hormone secretion. Endocrinology, 101: 818-824 (1977).
110. Legan, S.J. and Karsch, F.J.: Photoperiodic control of seasonal breeding in ewes: Modulation of the negative feedback action of estradiol. Biol. Reprod., 23: 1061-1068 (1980).
111. Linda, J.H., Keith, I.E. and Goodman, L.R.: Changes in episodic luteinizing hormone secretion leading to puberty in the lamb. Biol. Reprod., 37: 755-761 (1987).
112. Lindsay, D.R. and Pearce, D.T.: Reproduction in Sheep. Cambridge University Press. Cambridge, (1984)
113. Lizarraga, C.O., Rodríguez, R.O. y De Lucas, T.J.: Comportamiento reproductivo en corderas Pelibuey servidas al presentar la pubertad y al alcanzar un peso mínimo. 1er. Congreso Nacional de Producción Ovina. AMTEO. Zacatecas, México (1988).
114. Lizarraga, C.O., Rodríguez, R.O. y De Lucas, T.J.: Comportamiento reproductivo en corderas Black Belly servidas al presentar la pubertad y al alcanzar un peso mínimo. 2do. Congreso Nacional de Producción Ovina. AMTEO. S. L. Potosí, México (1989).

115. McLeod, B.J. and Haresing, W.: Evidence that progesterone may influence subsequent luteal function in the ewe by modulating preovulatory follicle development. J. Reprod. Fert. 71: 381-386 (1984)
116. Mallampati, R.G., Pope, A.L. and Casida, L.E.: Breeding pattern in Tarshee ewes and ewe lambs throughou the year. J. Anim. Sci., 33: 1278-1281 (1971).
117. Martin, G.B.: Factors affecting the secretion of luteinizing hormone releasing hormone in the ewe. Biol. Rev. 59: 1-89 (1984).
118. Martin, G.B., Scaramuzzi, R.J. and Henstridge, J.D.: Effects of oestradiol, progesterone and androstenedione on the pulsatile secretion of luteinizing hormone in ovariectomized ewes during spring and autum. J. Endocrinology, 96: 181-193 (1983).
119. Mauleon, P. and De Reviere, M.M.: Variations avec le age et la sexe des teneurs en hormones folliculo-stimulante (FSH) et luteinisante (LH) des ante'hypophyses de foetus de mouton. Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys. 9: 475-487 (1969).
120. McCann, M.A., Goode, L., Harvey, R.W., Caruolo, E.V. and Mann, D.L.: Effects of rapid weight gain to puberty on reproduction, mammary development and lactation in ewe lambs. Theriogenology, 32: 55-68 (1989).
121. McClure, T.J.: An experimental study of the causes of a nutritional and lactational stress infertility of pasture-fed cows, associated with a loss of body weight at about the time of mating. Res. Vet. Sci. 11: 247-254 (1970).
122. McNatty, K.P., Revfeim, K.J.A., and Young, A.: Peripheral plasma progesterone concentrations in sheep during the oestrus cycle. Endocrinology 58: 219-225 (1973).
123. Minson, D.J.: Nutritional differences between tropical and temperate pasture. In: Grazing Animals. Edited by Morley, F.H.W. Elsevier Scientific Publishing Company (1981).
124. Mounib, M.S., Ahmed, I.A. and Hamada, M.K.: A study of the sexual behaviour of the female Rehmani sheep. Alexandria, J. Agric. Res. 4: 85-108 (1956).
125. Mukasa-Mugerwa, E., Kasali, O.B. and Said, A.N.: Effect of nutrition and endoparasitic treatment on growth, onset of puberty and reproductive activity in Menz ewe lambs. Theriogenology 36 (2): 319-328 (1991).
126. Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of Sheep (NRS). Sixth Revised Edition, National Academy Press. Washington, D.C. (1985).

127. Netter, J. and Wasserman, W.: Applied Linear Statistical Models. Richard D. Irwin, Inc. Homewood, (1974).
128. Ordoñez, M.R.X.: Efecto de la Suplementación Sobre la Edad a la Pubertad en Ovejas Tabasco a Pastoreo en Trópico Húmedo. Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Veracruzana. (1985)
129. Ortega, E., Acosta, C., González, A. y De Alba, J.: Edad al primer parto y frecuencia reproductiva de ovinos de pelo. Memorias de la VIII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA) Sto. Domingo, Rep. Dominicana. 16: F-44 (1981).
130. Oyedipe, E.O., Pathiraja, N., Edqvist, L.E. and Buvanendran, V.: Onset of puberty and estrous cycle phenomena in Yankasa ewes as monitored by plasma progesterone concentrations. Anim. Reprod. Sci., 12: 195-199 (1986).
131. Padilla, R.F.J., Hernández, L.J.J., Roman P.H. y Mendoza, R.P.: Crecimiento, respuestas fisiológicas y comportamiento reproductivo del borrego Tabasco o Pelibuey con y sin sombra en clima tropical. Tec. Pec. Méx. 49: 98-105 (1985).
132. Pant, H.C., Hopkinson, C.R.N. and Fitzpatrick, R.J.: Concentration of oestradiol, progesterone, luteinizing hormone and follicle-stimulating hormone in the jugular venous plasma of ewes during the oestrus cycle. Endocrinology. 73: 247-255 (1977).
133. Pearce, D.T. and Oldham, C.M.: The ram effect, its mechanism and application to the management of sheep. In: Reproduction in Sheep. Edited by Linsay, D.R. and Pearce, D.T., Cambridge University Press, Cambridge, 26-34 (1984).
134. Pérez, R.H.: Influencia de las Ganancias de Peso Sobre el Comportamiento Reproductivo de Ovejas Tabasco en el Trópico Húmedo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. (1985).
135. Piper, E.L. and Foote, W.C.: Ovulation and corpus luteum maintenance in ewes treated with 17 β -oestradiol. J. Reprod. Fert. 16: 253- 259 (1968).
136. Ponce de León, C.J.M., Valencia, Z.M., Rodríguez, A.A., y González, P.E.: Efecto del sistema de alimentación y época de nacimiento sobre la aparición del primer celo en borregas Pelibuey. Memorias de la XV reunión anual del Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. México, D.F., 39-43 (1981).

137. Powell, K., Reid, R.L. and Balasko, J.A.: Performance of lambs on perennial rye grass, smooth brome grass, orchard grass and tall fescue pastures. 2. Mineral utilization, in vitro digestibility and chemical composition of herbage. J. Anim. Sci. 46: 1503 (1978).
138. Preston, R.C.: Phosphorus in beef cattle and sheep nutrition. In: NFIA Literature Review on Phosphorus in Ruminant Nutrition. West Des Moines, Ia.: Natl. Feed Ingredients Assoc. 1-44 (1977).
139. Preston, R.T.: Nutritional limitations associated with the feeding of tropical forages. J. Anim. Sci., 54 (4): 877-884 (1982).
140. Quirke, J.F.: Effect of body weight on the attainment of puberty and reproductive performance of Galway and Fingalway female lambs. Anim. Prod. 28: 279 (1979).
141. Quirke, J.F. and Gosling, J.P.: Pre-puberal plasma luteinizing hormone concentrations during the oestrous cycle and early pregnancy in Galway and Fingalway female lambs. Anim. Prod. 28: 1-12 (1979).
142. Quirke, J.F.: Regulation of puberty and reproduction in female lambs. Livestock Production Science. 8: 37-53 (1981).
143. Quirke, J.F., Stabenfeldt, G.H. and Bradford, G.E.: Onset of puberty and duration of the breeding season in Suffolk, Rambouillet, Finnish Landrace, Dorset and Finn-Dorset ewe lambs. J. Anim. Sci., 60: 1463-1471 (1985).
144. Radford, H.M., Wallace, A.L. and Wheatley, I.S.: LH release, ovulation and oestrus following the treatment of anoestrous ewes with ovarian steroids. J. Reprod. Fert. 21: 371-373 (1970).
145. Ramaley, J. and Bunn, E.L.: Seasonal variations in the onset of puberty in rats. Endocrinology. 91: 611-613 (1972).
146. Reeve, J., Williams, A., Peake, R., McPhee, S., Ayton, B., Staples, L.: Sequential study over two years of the modulation by melatonin of early breeding performance in ewes. Proc. Aust. Soc. Reprod. Biol., Sydney, 22, (Abstract) (1987).
147. Robinson, J.J.: Reproduction in cattle. In: H.H. Cole and P.T. Cupps ed., Reproduction in Domestic Animals. 3rd. edition. N.Y. Academic Press. New York. 443-441 (1977).
148. Robinson, J.E., Wayne, N.L., Karsch, F.J.: Refractoriness to inhibitory day lengths initiates the breeding season of the Suffolk ewe. Biol. Reprod., 32: 1024- 1030 (1985).
149. Robinson, T.J.: Reproduction in the ewe: Biological Review 26: 121-157 (1951).

150. Robinson, T.J.: The necessity for progesterone with estrogen for the induction of recurrent estrus in the ovariectomized ewe. Endocrinology, 55: 403-408 (1954).
151. Robinson, J.E. and Karsch, F.J.: Timing the breeding season of the ewe: what is the role of daylength?. Reprod. Nutr. Develop., 28 (2b): 365-374 (1988).
152. Robertson, H.: Reproduction in the ewe and goat. In: Reproduction in Domestic Animals. 3rd. ed. Edited by Cole, H.H. and Cupps, P.T., Academic Press, New York, 477-483 (1977).
153. Rodríguez, A. y Valencia, Z.M.: Determinación de la pubertad bajo diferentes sistemas de crianza en hembras de la raza Pelibuey. Prod. Anim. Trop., 4: 183 (Abstracts) (1979).
154. Rodríguez, R.O.L., Heredia, A.M. y Quintal, F.J.: Influencia de factores exerceptivos sobre la pubertad en ovejas Pelibuey e índice de producción al primer parto. Tec. Pec. Méx. 52: 92-98 (1986).
155. Roman-Ponce H.: Efecto de stress térmicos sobre fertilidad del ganado bovino. Ciencia Veterinaria, 2: 265 (1978).
156. Romano, M.J.L., Hernández, G.J.F. y Castellanos, R.A.F.: Repercusión del valor nutritivo de la dieta sobre el crecimiento del borrego pelibuey. Tec. Pec. Méx. 45: 67-79 (1983).
157. Ryan, K.D. and Foster, D.L.: Two LH surges at puberty in the female lamb: Possible role of progesterone. Biol. Reprod. 18 [Supl.1]: 58 (1978).
158. Ryan, K.D. and Foster, D.L.: Neuroendocrine mechanisms involved in the onset of puberty in the female: concepts derived from the lamb. Federation Proceedings., 39 (7): 2372-2377 (1980).
159. Rydberg, C.O., Erickson, R., Vatthananer, R.J. and Pope, A.L.: Effect of age and time of breeding on fertility. NC-111 Report (1976).
160. Sadleir, R.M.F.S.: The ecology of reproduction in wild and domestic mammals. Methven and Co. Ltd. London, UK, XII+321 ABA 37: 3133 (1969).
161. SAS/Stat Guide for personal computers, version 6 edition. (1987).
162. Scaramuzzi, R.J., Tillson, S.A., Thorneycroft, I.H. and Caldwell, B.V.: Action of exogenous progesterone and estrogen on behavioural estrus and luteinizing hormone levels in the ovariectomized ewe. Endocrinology 88: 1184-1189 (1971).

163. Schalm, O.W.: Veterinary Hematology, 2nd Ed., Lea and Febiger, Philadelphia. USA., (1965).
164. Scott, E.G.,: The Sheepman's Production Handbook. Edited by Hudson A. Glimp, 2nd ed. 35-51. Ed. SID, Denver, U.S.A. (1977).
165. Stabenfeldt, G.H., Drost, M. and Franti, C.E.: Peripheral plasma progesterone levels in the ewe during pregnancy and parturition. Endocrinology 90: 144 (1972).
166. Statistical package for the social sciences (SPSS). release 1. (1984).
167. Squires, E.L., Scaramuzzi, R.J., Caldwell, B.V. and Inskeep, E.K.: LH release and ovulation in the prepuberal lamb. J. Anim. Sci., 34: 614-619 (1972).
168. Srikanthakumar, A., Ingraham, R.H., Ellsworth, M., Archbald, L.F., Liao, A. and Godke, R.A.: Comparison of a solid-phase, no-extraction radioimmunoassay for progesterone with an extraction assay for monitoring luteal function in the mare, bitch, and cow. Theriogenology 26 (6): 779-793 (1986).
169. Steiner, R.A., Cameron, J.L., McNeil, T.H., Clifton, D.K., Bremner, W.J.: In: Neuroendocrine aspects of reproduction. Edited by Norman, R.L., Academic Press, New York. 183-227 (1983).
170. Utama, I.K., Edey, T.N. and Fletcher, I.C.: Peri-pubertal ovulatory events and progesterone profiles of Javanese Thin-Tail sheep. Anim. Reprod. Sci. 16: 53-60 (1988 a).
171. Utama, I.K., Edey, T.N. and Fletcher, I.C.: Oestrous cycle dynamics in peri-pubertal and mature Javanese Thin-Tail sheep. Anim. Reprod. Sci. 16: 61-70 (1988 b).
172. Thatcher, W.W.: Effect of season, climate and temperature on reproduction and lactation. J. Dairy Sci., 57: 360 (1974).
173. Thatcher, W.W. and Roman-Ponce.: Effects of climate on bovine reproduction. In: Current Therapy in Theriogenology. Ed. D.A. Morrow W.G., Saunders Co. Philadelphia, 441 (1980).
174. Thiery, J.C., Pelletier, J. and Signoret, J.P.: Study on structures and functions of the hypothalamus of the ewe in relation with LH secretion. In. Psychoneuroendocrinology in Reproduc. Biomedical Press. 175-180 (1979).
175. Thimonier, J. and Chemineau, P.: Seasonality of reproduction in female farm animals under a tropical environment (cattle, sheep and goats). In: 11 th. International Congress of Animal Reproduction and Artificial Insemination, Dublin, Ireland. 26-30 Jun. Univ. Coll., Dublin, Ireland, ABA., 5: 229-237 (1988).

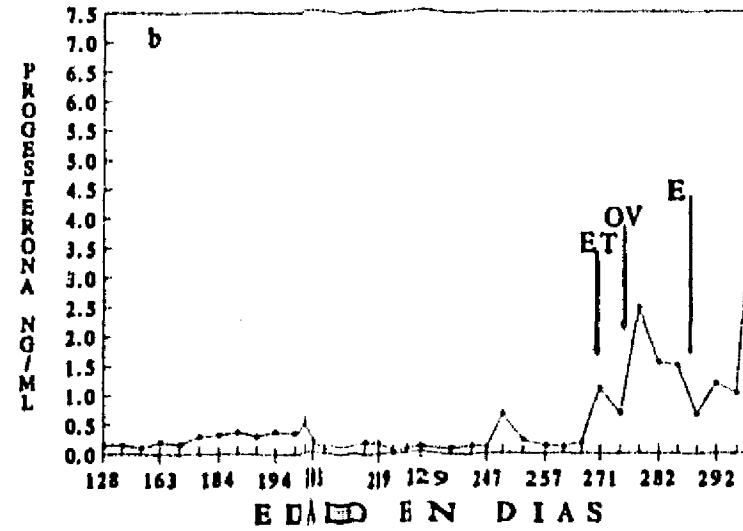
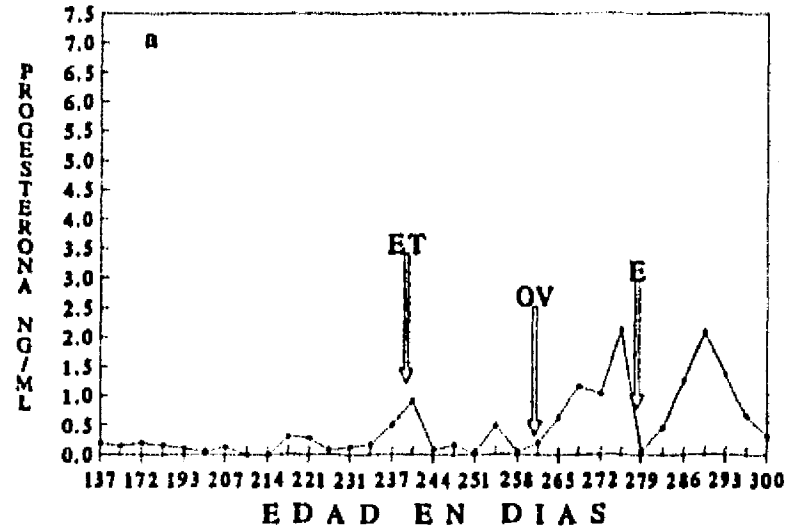
176. Thorburn, G.D., Bassett, J.M. and Smith, I.D.: Progesterone concentration in the peripheral plasma of sheep during the oestrus cycle. J. Endocr., 45: 459-469 (1969).
177. Trounson, A.O., Willadsen, S.M. and Moor, R.M.: Reproductive function in prepubertal lambs: Ovulation, embryo development and ovarian steroidogenesis. J. Reprod. Fertil., 49: 69-75 (1977).
178. Urrutia, M.J., Martínez, R.L., Sánchez, G.F.F. y Pijoan, A.P.: Características productivas de ovejas de la raza Rambouillet en México. 1. Empadres cada 12 meses. Tec. Pec. Méx. 26 (2): 137-147 Mayo-Agosto (1988).
179. Urrutia, M.J., Martínez, R.L., Sánchez, G.F.F. y Pijoan A.P.: Características reproductivas de ovejas de la raza Rambouillet en México. 2.- Empadres cada 8 meses. Tec. Pec. Méx. 27 (2): 71-83 Mayo-Agosto (1989).
180. Urrutia, M.J., Ochoa, C.M.A. y Carrera, B.B.: Determinación de la pubertad en corderas Rambouillet en confinamiento. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Cd. Victoria, Tamaulipas. 92 (1991).
181. Valencia, M., Castillo, H. y Berruecos, J.M.: Reproducción y manejo del borrego Tabasco o Pelibuey. Tec. Pec. Méx. 29: 66-72 (1975).
182. Valencia, J., Barrón, C., Fernández-Baca, S.: Variaciones estacionales de la presentación de estros en ovejas Dorset y Criollas en México. Vet. Méx., 9: 45-50 (1978).
183. Valencia, J., Zarco, L., Ducoing, A., Murcia, C. y Navarro, H.: Breeding season of Criollo and Granadina goats under constant nutritional level in the Mexican highlands. In: Livestock Reproduction in Latin America. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria. 321-333 (1990).
184. Valencia, Z.M., Heredia, A.M. y González, P.E.: Estacionalidad reproductiva en la oveja Pelibuey. XV Reunión Anual. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. 34-38 (1979).
185. Valencia, Z.M., and González, P.E.: Pelibuey sheep in Mexico. In: Hair sheep of Western Africa and Américas. A Genetic Resource for the Tropics. Edited by: Fitzhugh, H.A., and Bradford, G.E. Chap. 2.1, 55-73. A Winrock International Study Published by Westview Press, Boulder, Colorado, (1983).
186. Valencia, J., González-Reyna, A. and López-Barbella, S.F.: Hair sheep in Mexico and Venezuela: Reproduction in Pelibuey and West African sheep. In: Livestock Reproduction in Latin America. International Atomic Energy Agency, Vienna (1990).

187. Velázquez, G.I.A.: Efecto del nivel de suplementación sobre la presentación del primer estro en ovejas Tabasco. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., (1990).
188. Wattson, R.H. and Gamble.: Puberty in the Merino ewe with special reference to the influence of season of birth upon its occurrence. Aust. J. Agric. Res., 12: 124-138 (1961)
189. Wiggins, E.L., Miller, W.W. and Barker H.B.: Age at puberty in fall-born ewe lambs. J. Anim. Sci., 30: 974-977 (1970).
190. Yellon, S.M. and Foster, D.L.: Alternate photoperiods time puberty in the female lamb. Endocrinology, 116: 2090-2097 (1985).
191. Yenikoye, A., Pelletier, J., Andre, D. and Mariana, J.C.: Anomalies in ovarian function of Peulh ewes. Theriogenology, 17 (4): 355-364 (1982).
192. Younis, A.A., Gaboory, E.L. and El-Tawil, E.A.: Age at puberty and possibility of early breeding in Awassi ewes. J. Agric. Sci., Camb. 90: 255-260 (1978).
193. Yousef, M.K., Hahan, L. and Jhonson, H.D.: Adaptation of cattle. In: Adaptation of Domestic Animals. Ed. E.S.E. Hafez, Lea and Febiger, Philadelphia. 233 (1968).
194. Yousri, R.M., Abou-Akkada, A.R. and Abou-Raya, A.K.: Requirements of sheep in hot climates. World Review of Animal Production, 13 (3): 23-27 (1977).
195. Yuthasastrakosol, P., Palmer, W.M. and Howland, B.E.: Luteinizing hormone, oestrogen and progesterone levels in peripheral serum of anoestrous and cyclic ewes as determined by Radioimmunoassay. J. Reprod. Fert. 43: 57-65 (1975).
196. Zarco, Q.L., Stabenfeldt, G.H., Quirke, F.J., Kindahl, H. and Bradford, G.E.: Release of prostaglandin F2 α and the timing of events associated with luteolysis in ewes with oestrous cycles of different lengths. J. Reprod. Fert., 83: 517-526 (1988).

IX. A N E X O S

Figura 15. Concentraciones de progesterona. Valores identificados con flechas indican elevaciones transitorias prepuberales de progesterona (ET), primera ovulación (OV) y primer estro (E) en corderas Pelibuey del grupo con 1% de suplementación.

Figura 15



EDAD A LA PUBERTAD

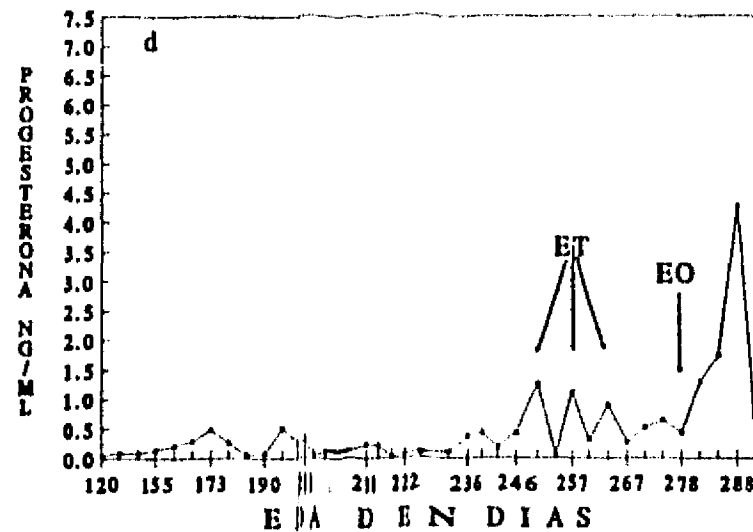
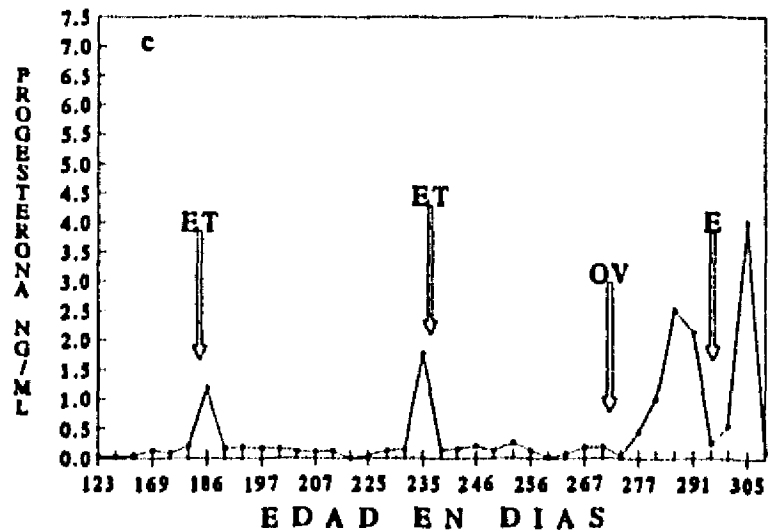
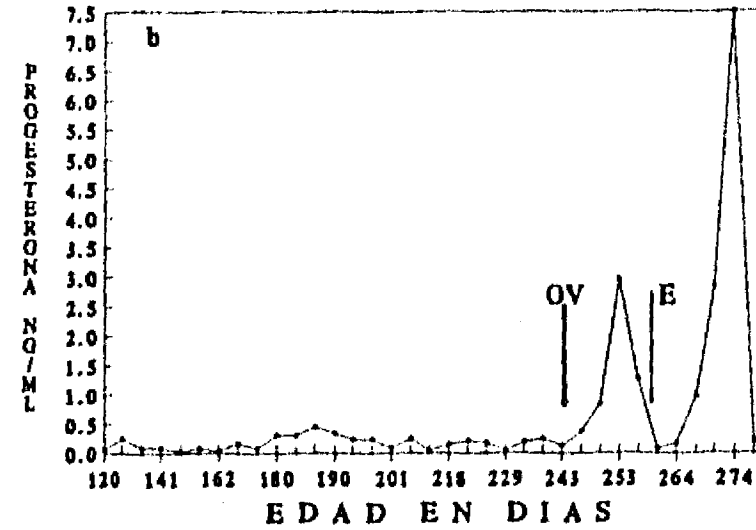
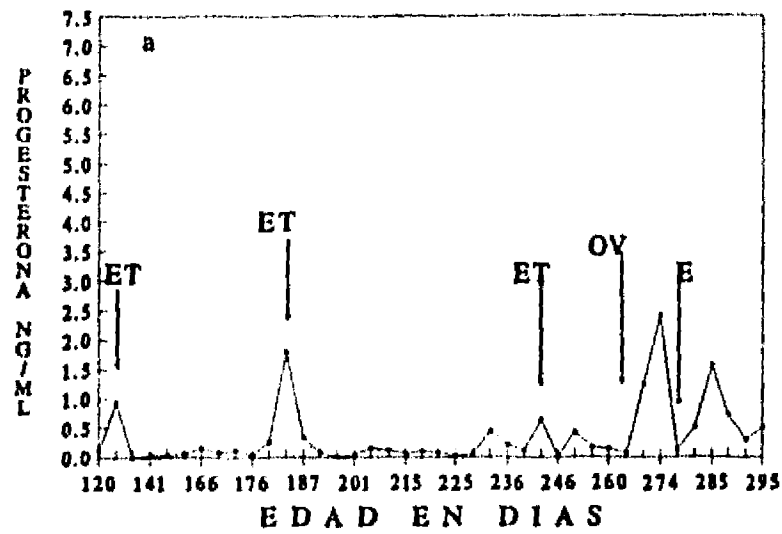


Figura 16. Concentraciones de Progesterona. Valores identificados con flechas indican elevaciones transitorias prepuberales de progesterona (ET), primera ovulación (OV) y primer estro (E) en corderas Pelibuey del grupo con 1% de suplementación.

Figura 16.



EDAD A LA PUBERTAD

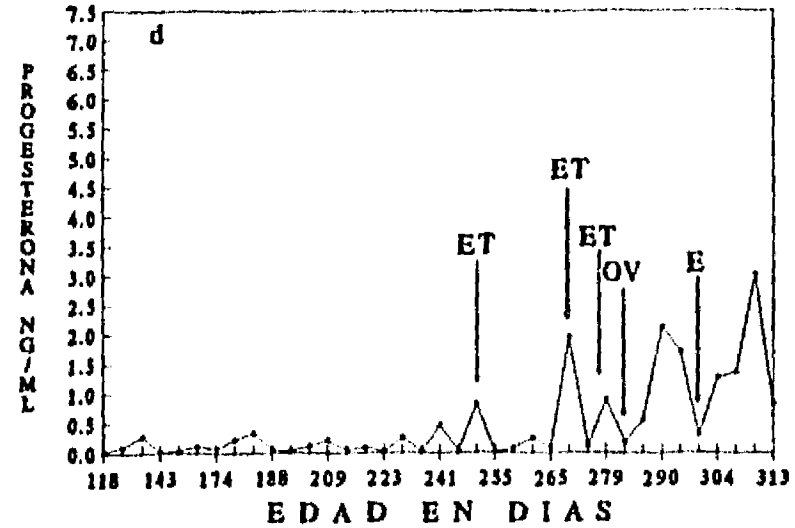
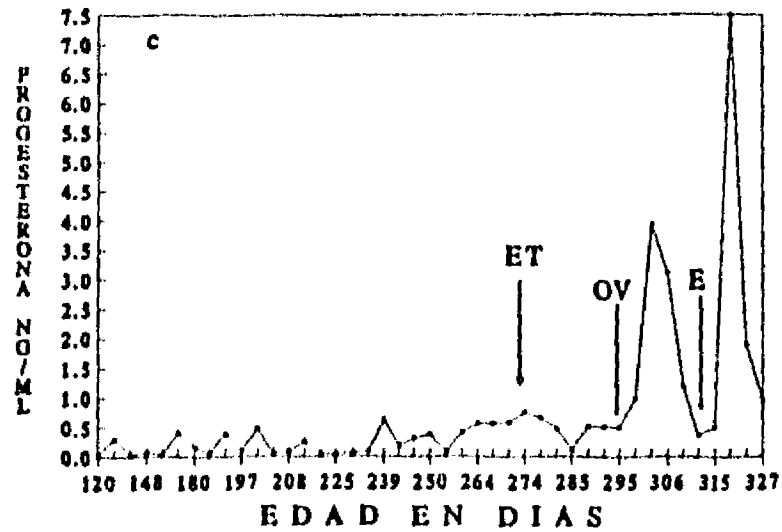
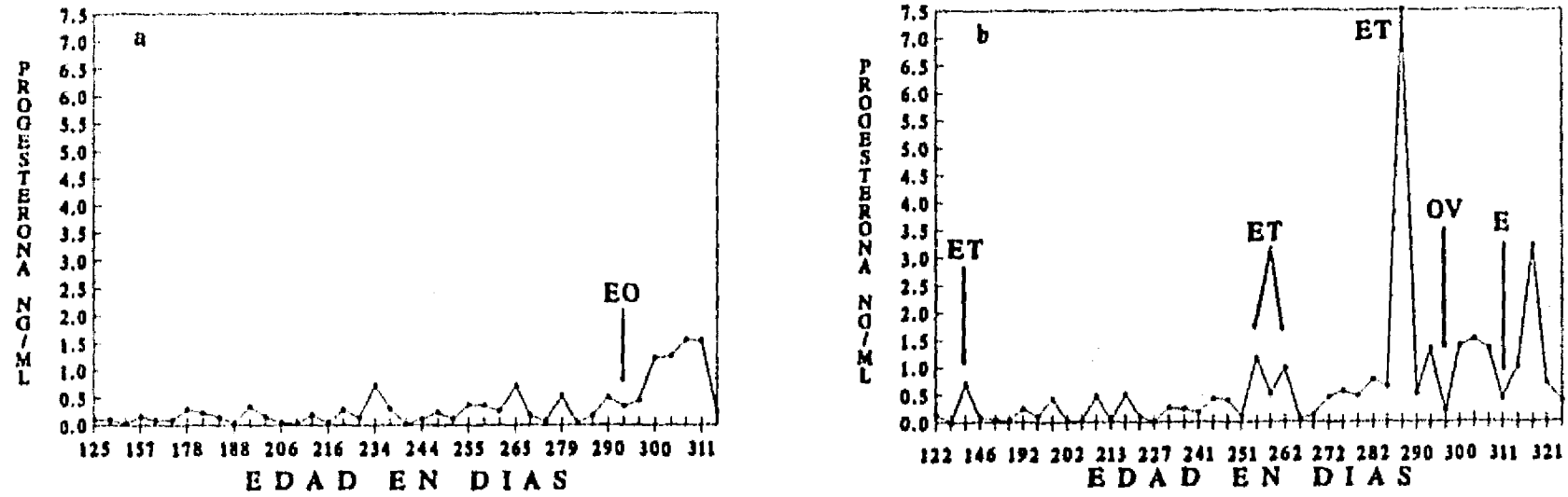


Figura 17. Concentraciones de Progesterona. Valores identificados con flechas indican elevaciones transitorias prepuberales de progesterona (ET), primera ovulación (OV), primer estro (E) y estro-ovulación (EO) en corderas Pelibuey del grupo con 1% de suplementación.

Figura 17.



EDAD A LA PÚBERTAD

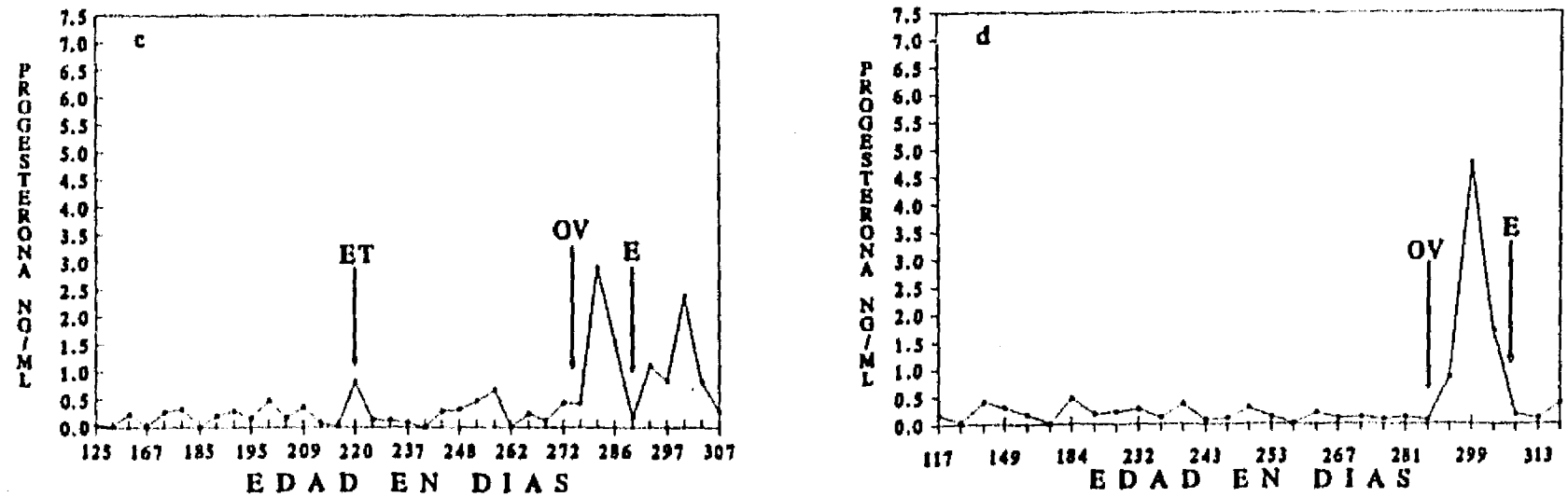
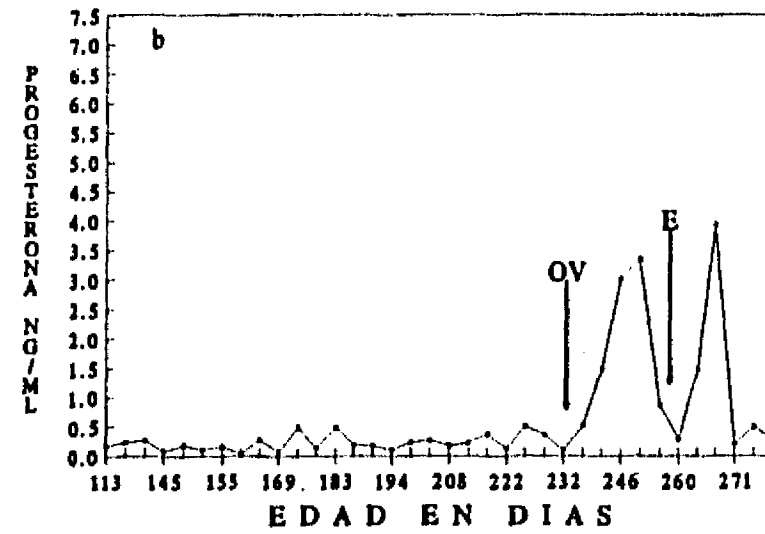
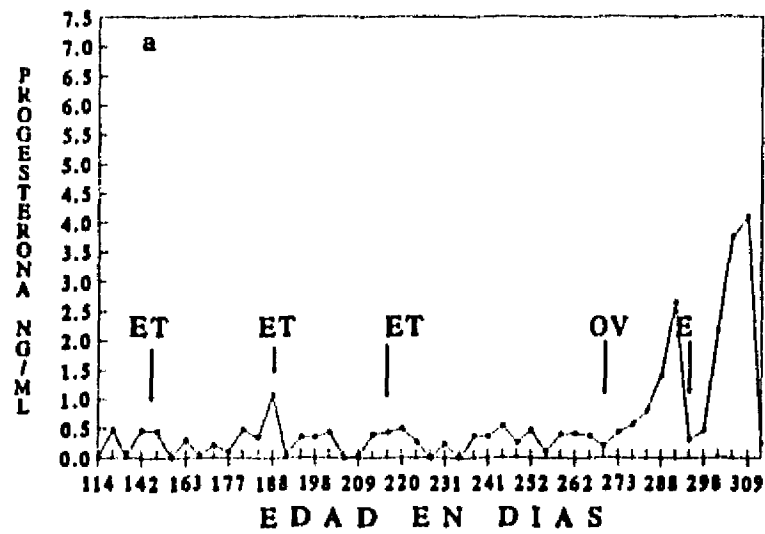


Figura 18. Concentraciones de Progesterona. Valores identificados con flechas indican elevaciones transitorias de progesterona (ET), primera ovulación (OV), primer estro (E), anestro (A) y estro silencioso (ES) en corderas Pelibuey. La figura (a) es una oveja que pertenece al grupo con 1% de suplementación, y las figuras (bcd) corresponden al grupo con 2% de suplementación.

Figura 18.



EDAD A LA PUBERTAD

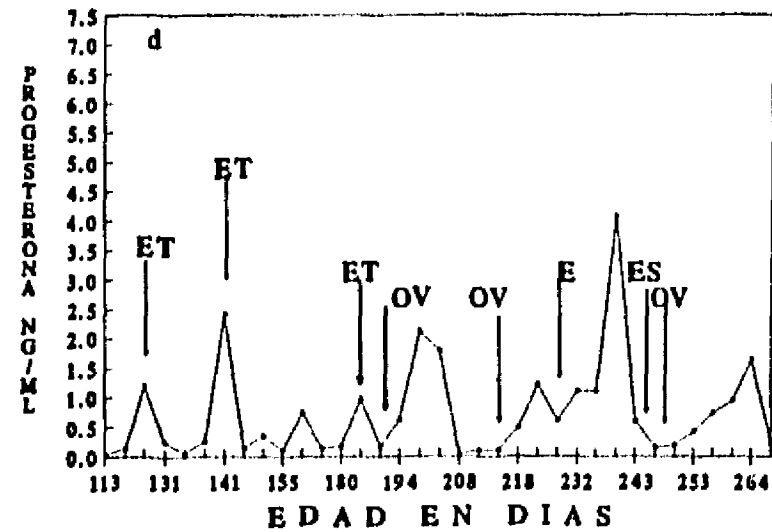
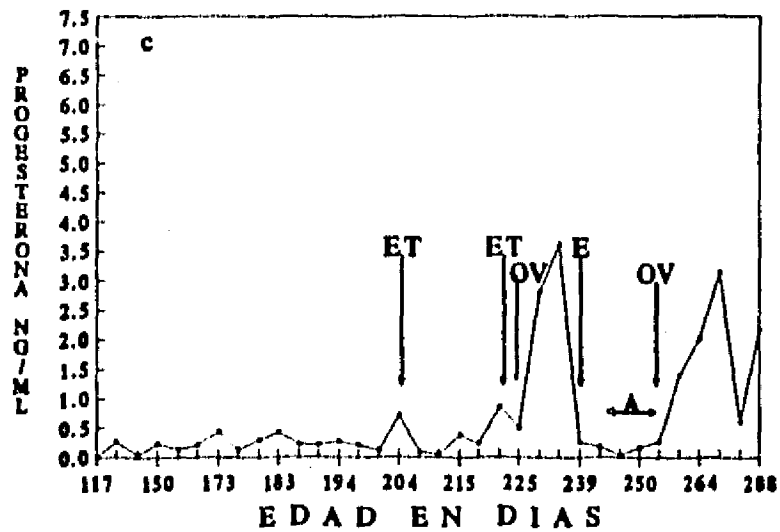
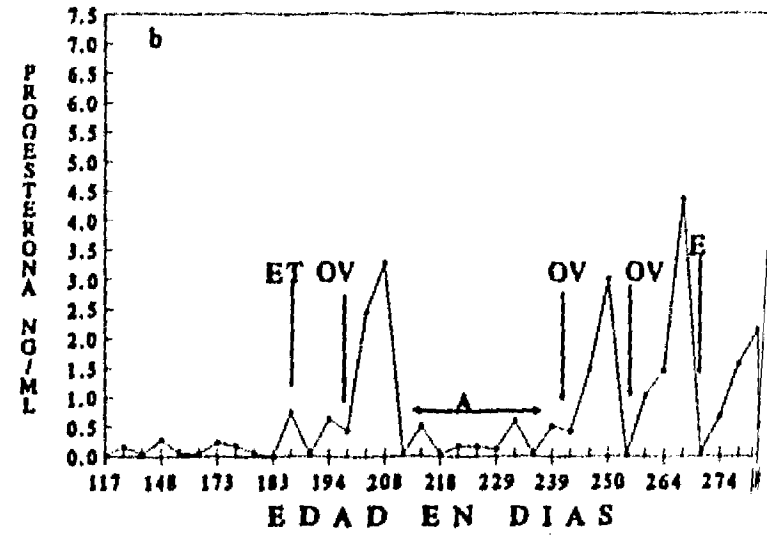
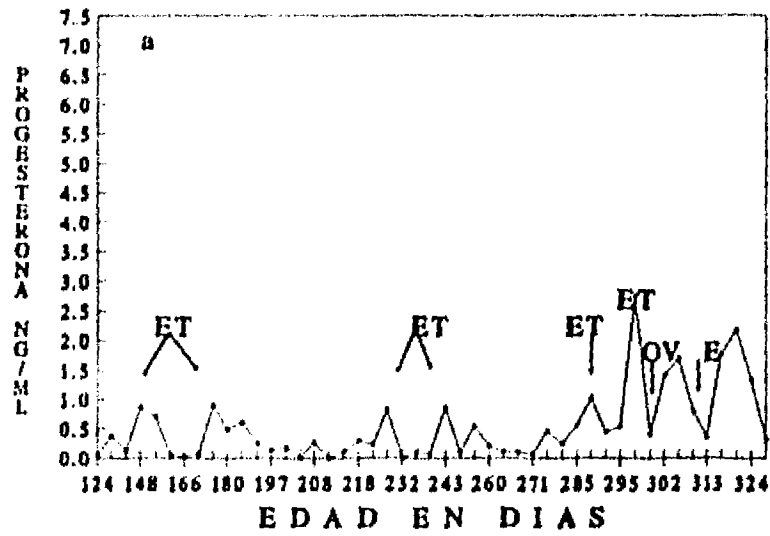


Figura 19. Concentraciones de Progesterona. Valores identificados con flechas indican elevaciones transitorias prepuberales de progesterona (ET), ovulaciones (OV), anestro (A) y primer estro (E) en corderas Pelibuey del grupo con 2% de suplementación.

Figura 19.



EDAD A LA PUBERTAD

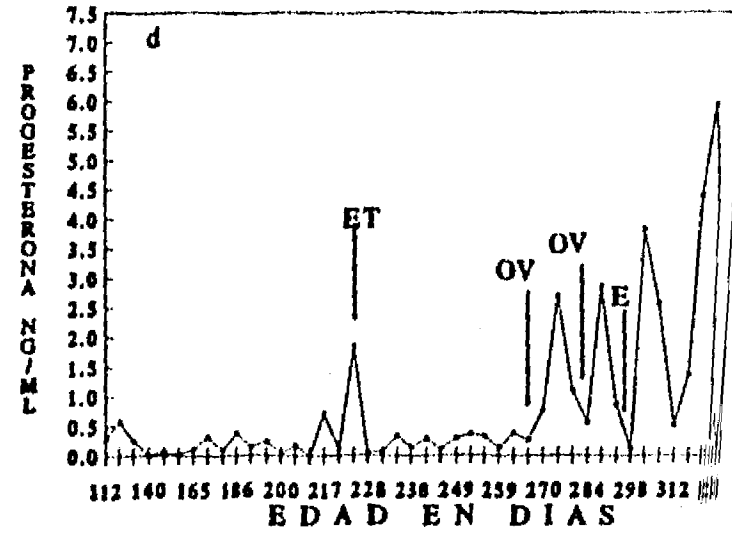
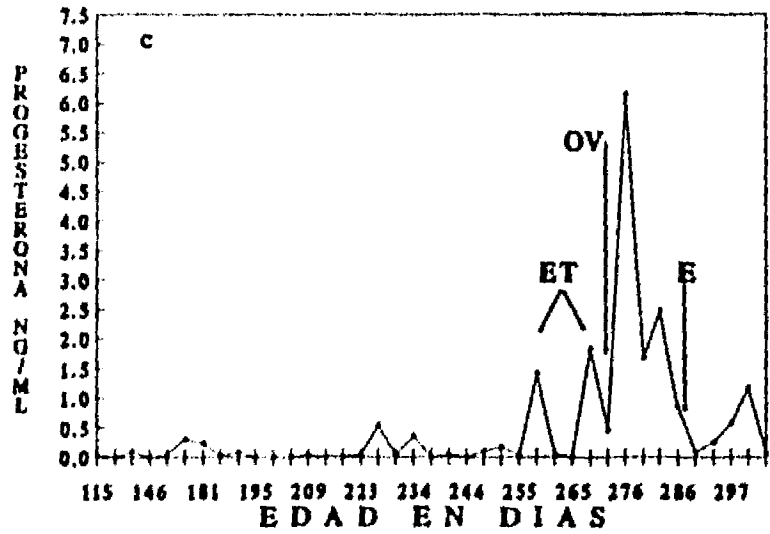
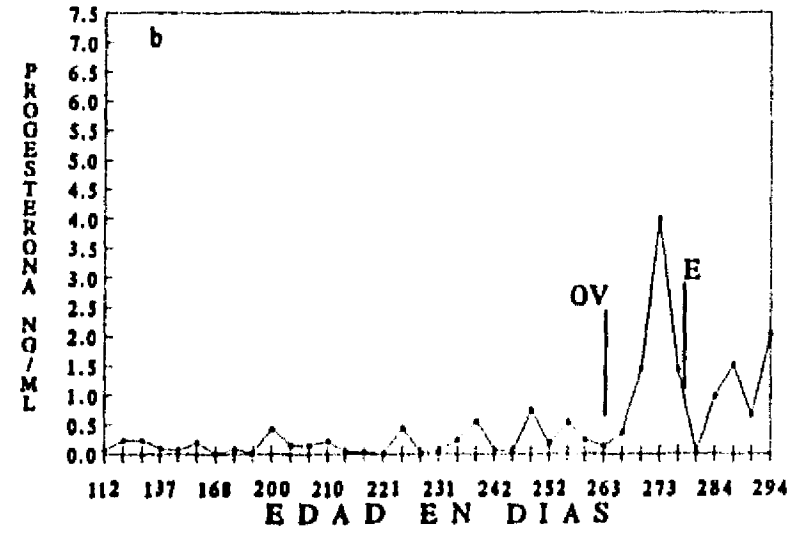
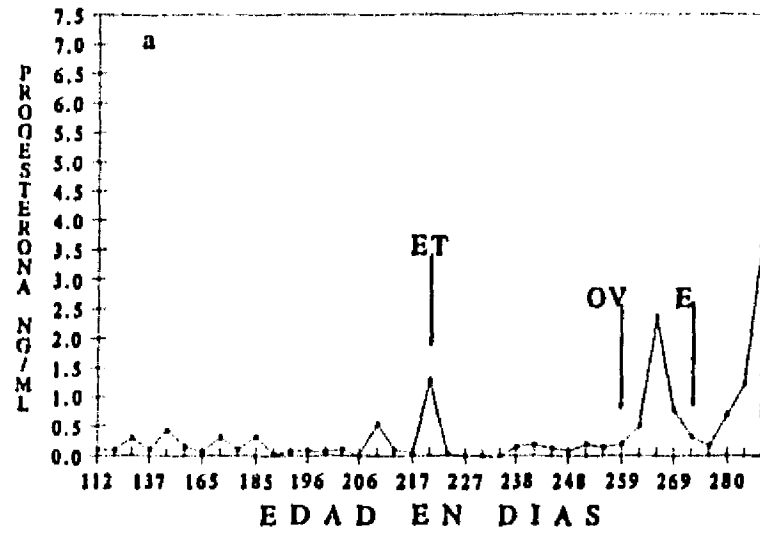


Figura 20. Concentraciones de Progesterona. Valores identificados con flechas indican elevaciones transitorias prepuberales de progesterona (E^{PT}), primera ovulación (OV), primer estro (E) y estro-ovulación (E^{EO}) en corderas Pelibuey del grupo con 2% de suplementación

Figura 20.



EDAD A LA PUBERTAD

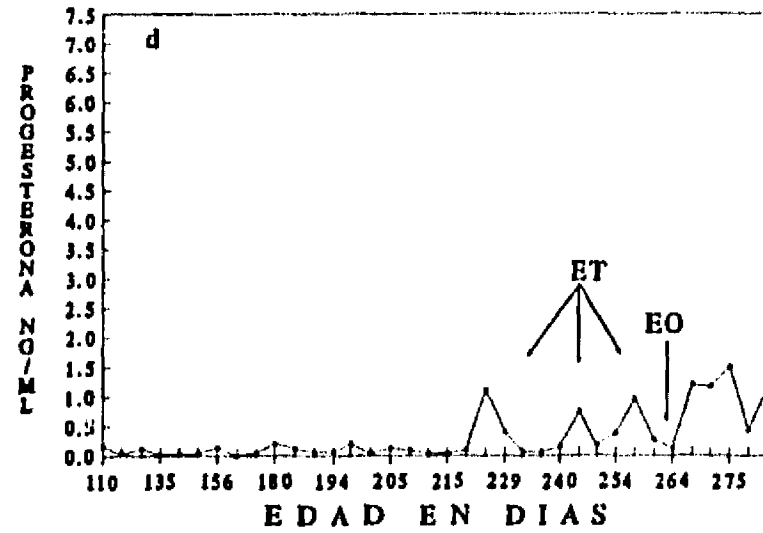
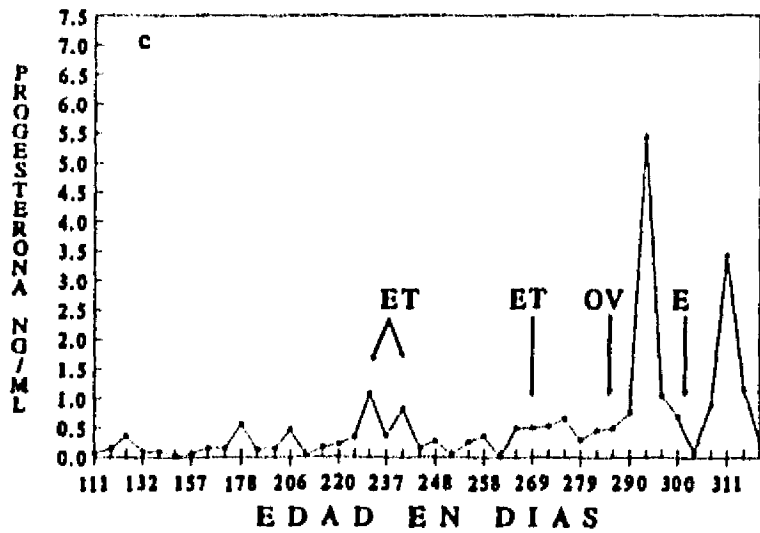
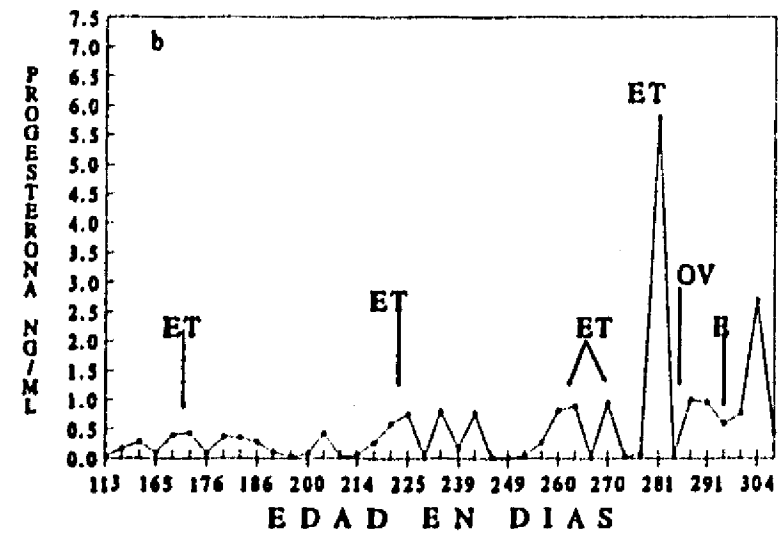
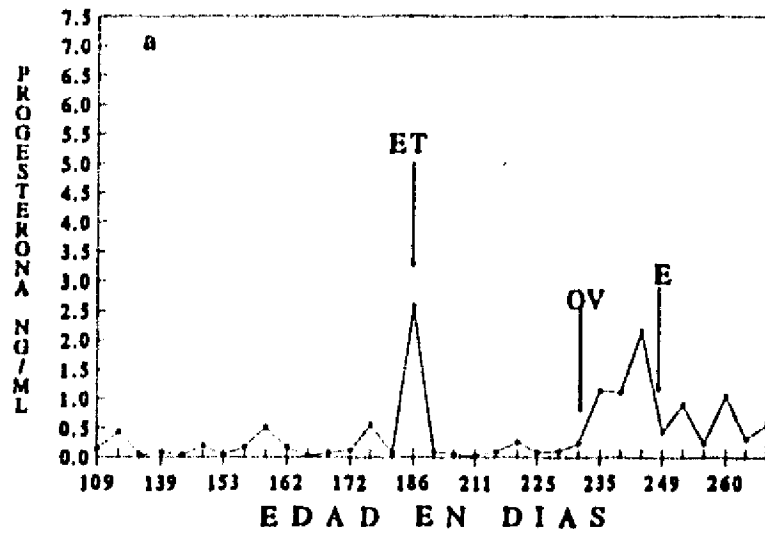


Figura 21. Concentraciones de Progesterona. Valores identificados con flechas indican elevaciones transitorias prepuberales de progesterona (ET), primera ovulación (OV), primer estro (E) y estro-ovulación (EO) en corderas Pelibuey del grupo con 2% de suplementación.

Figura 21.



EDAD A LA PUBERTAD

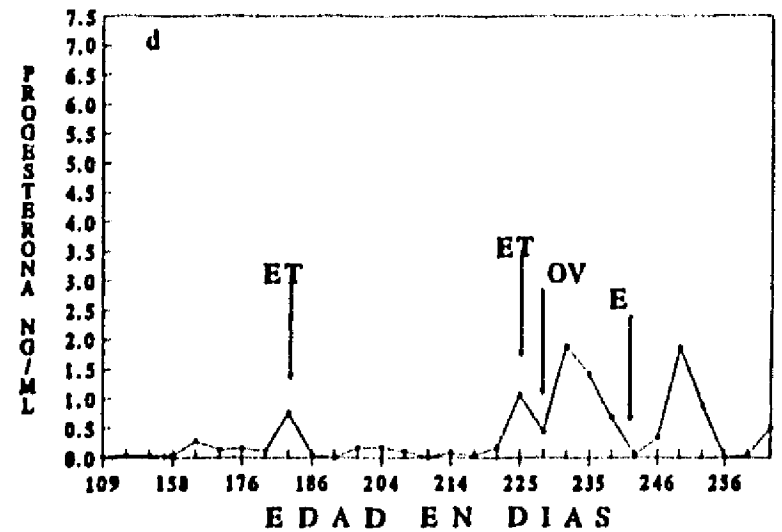
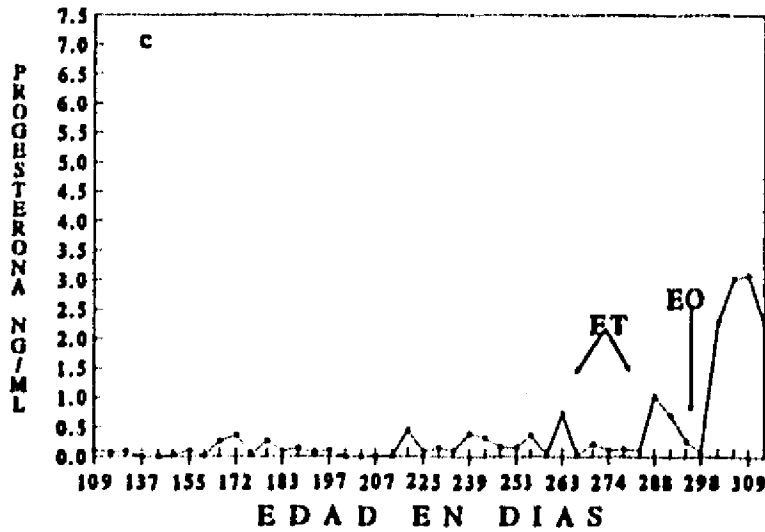
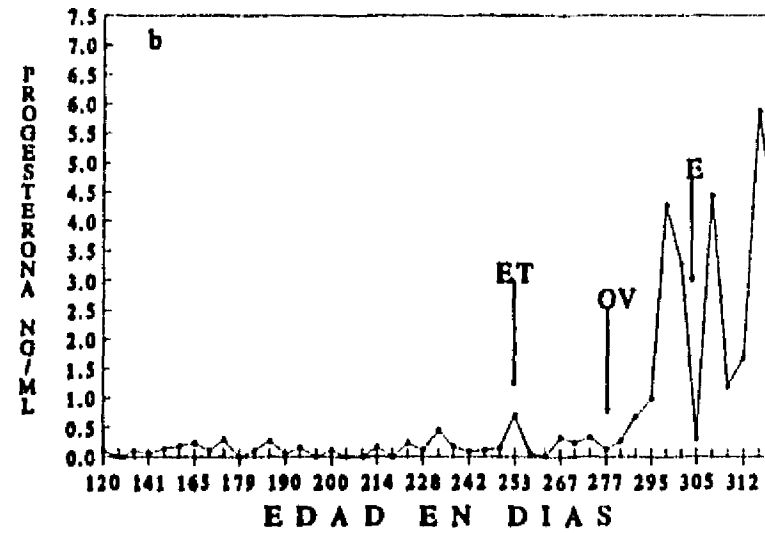
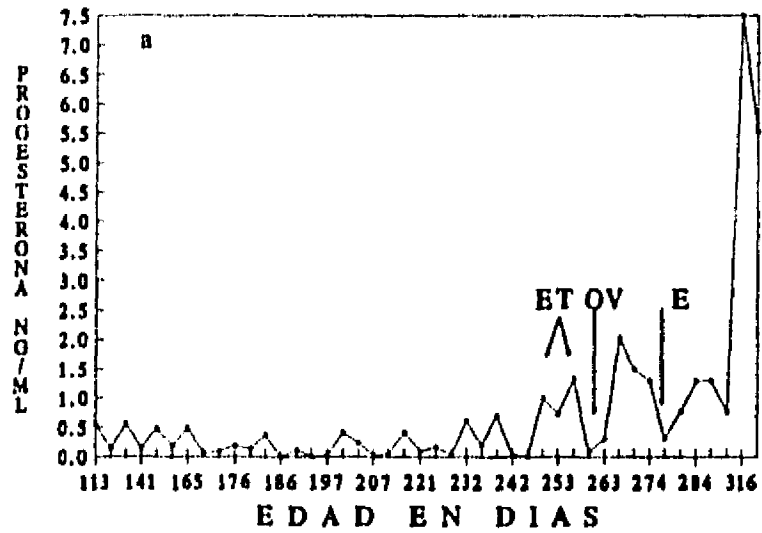


Figura 22. Concentraciones de Progesterona. Valores identificados con flechas indican elevaciones transitorias prepuberales de progesterona (ET), primera ovulación (OV) y primer estro (E) en corderas Pelibuey. La figura A es una oveja que pertenece al grupo con 2% de suplementación, y las figuras (bcd) corresponden al grupo con 3% de suplementación.

Figura 22.



EDAD A LA PUBERTAD

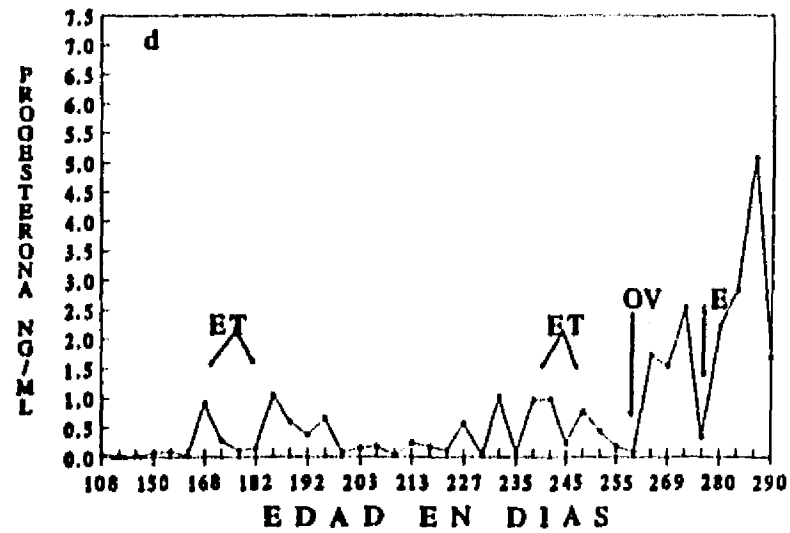
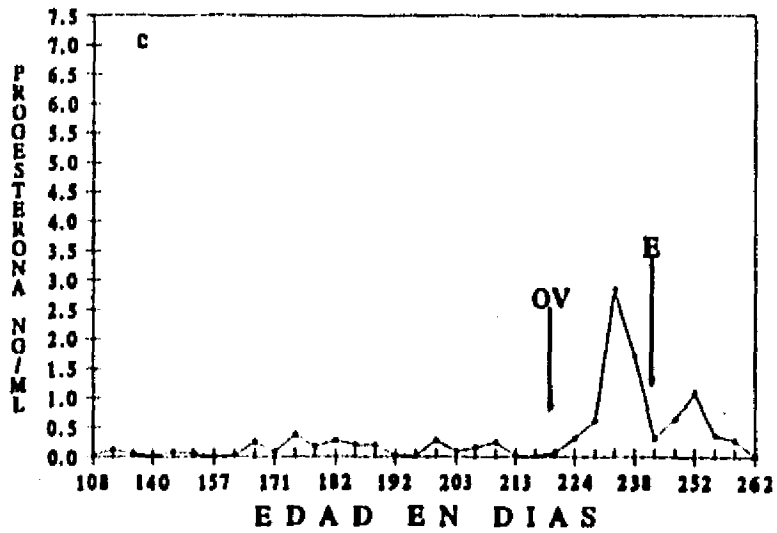
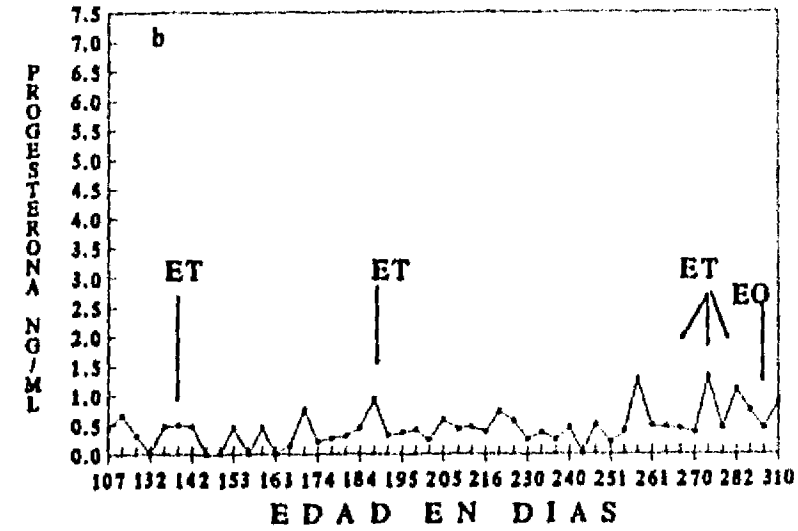
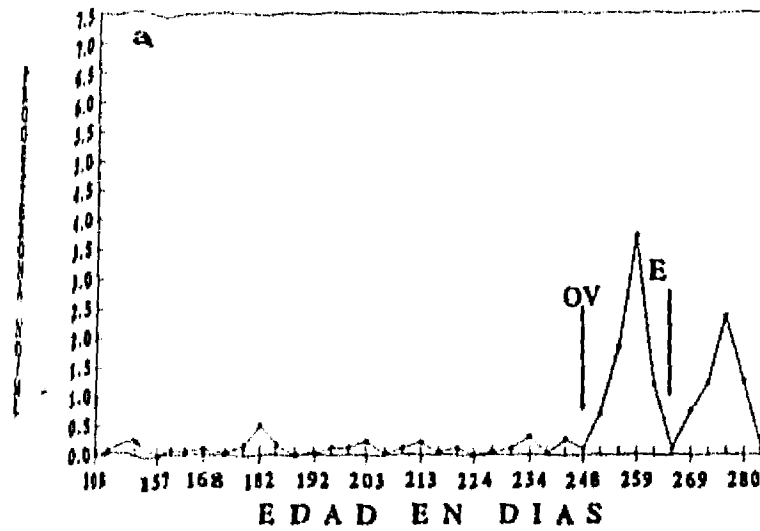


Figura 23. Concentraciones de Progesterona. Valores identificados con flechas indican elevaciones transitorias prepuberales de progesterona (ET), primera ovulación (OV), primer estro (E) y estro-ovulación (EO) en corderas Pelibuey del grupo con 3% de suplementación

Figura 23.



EDAD A LA PUBERTAD

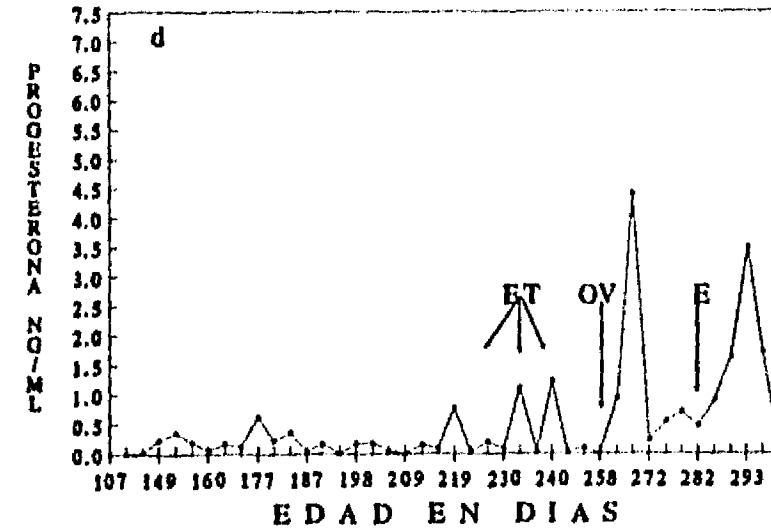
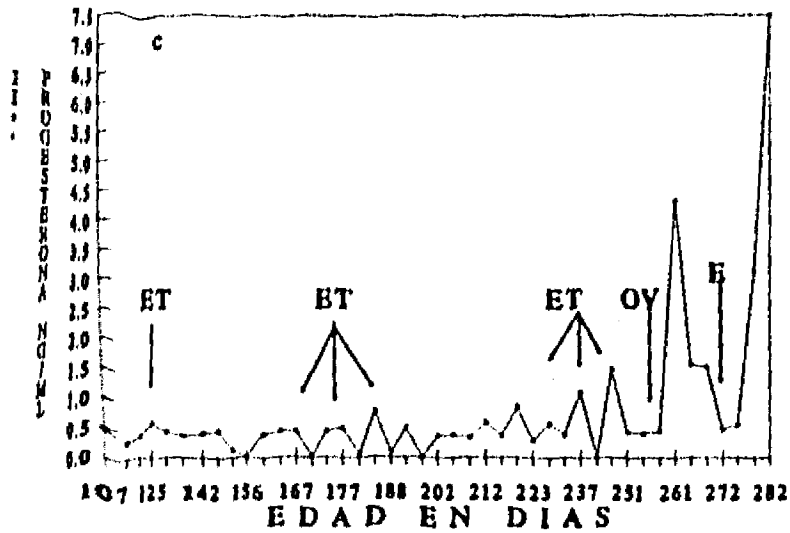
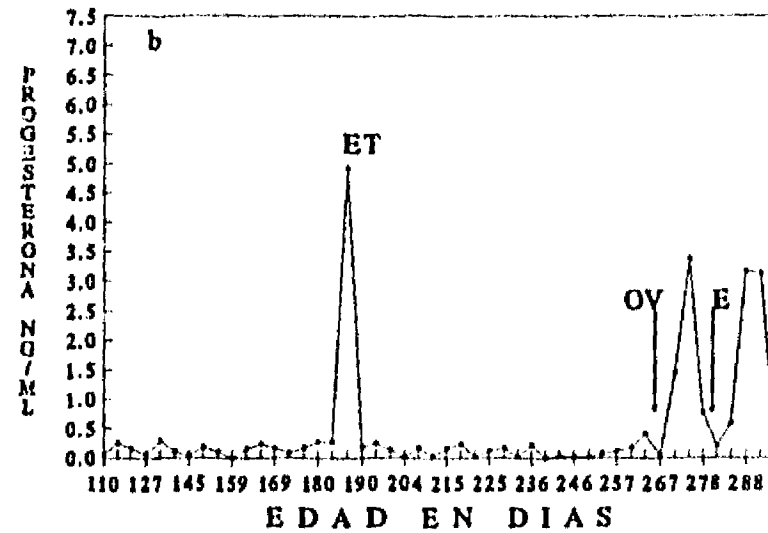
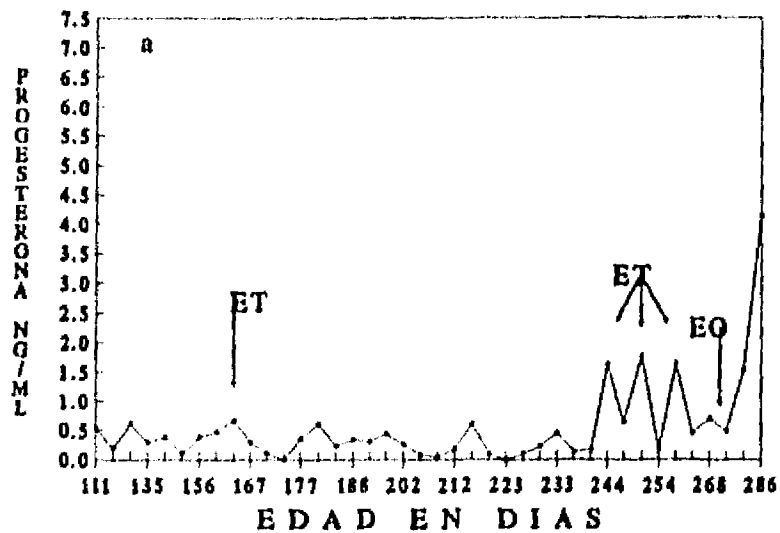


Figura 24. Concentraciones de Progesterona. Valores identificados con flechas indican elevaciones transitorias prepuberales de progesterona (ET), primera ovulación (OV), primer estro (E) y estro-ovulación (EO) en corderas Pelibuey del grupo con 3% de suplementación.

Figura 24.



EDAD A LA PUBERTAD

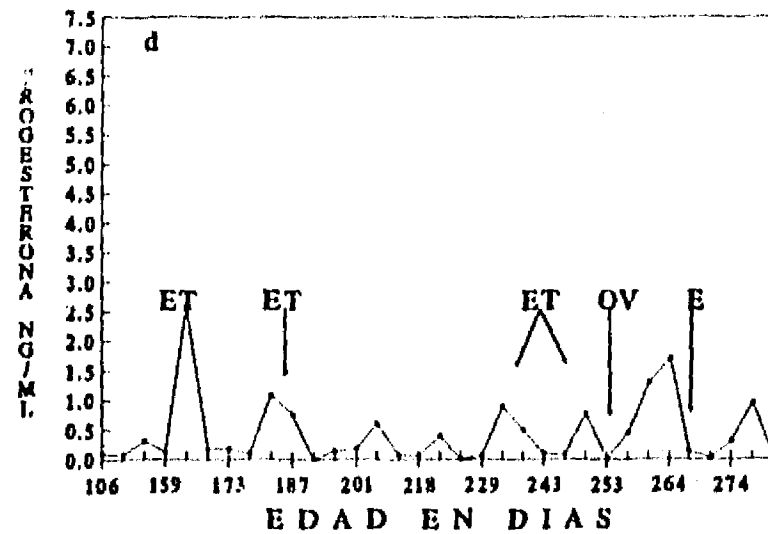
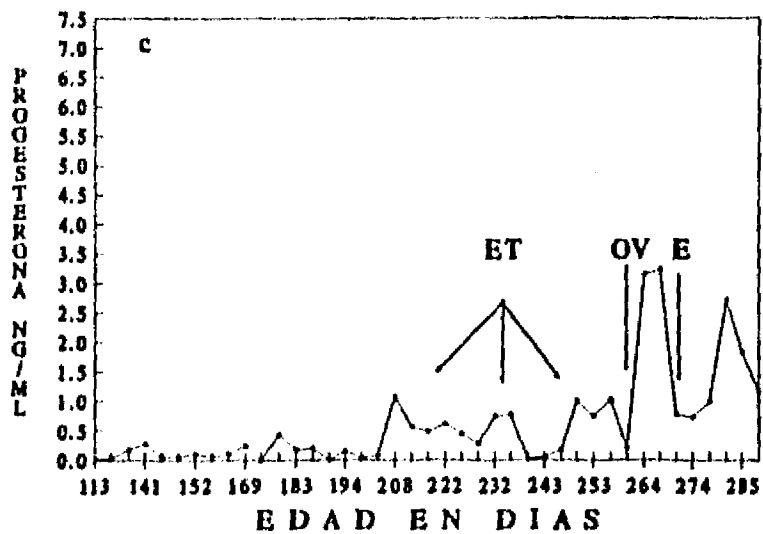
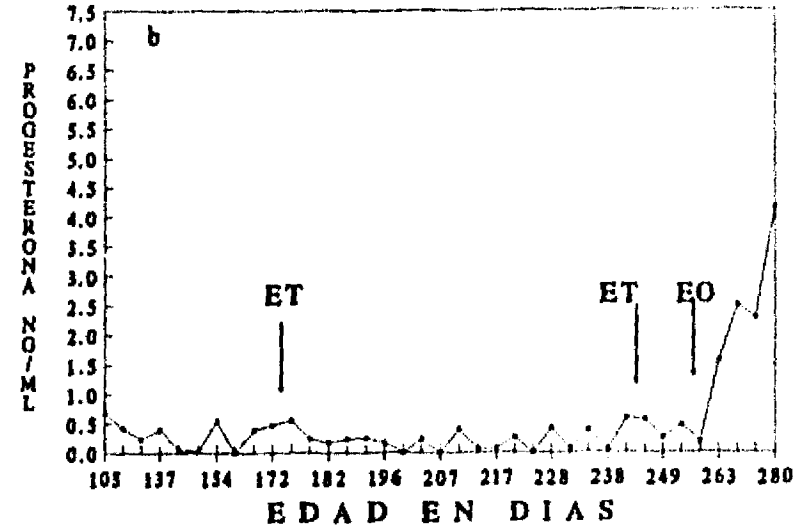
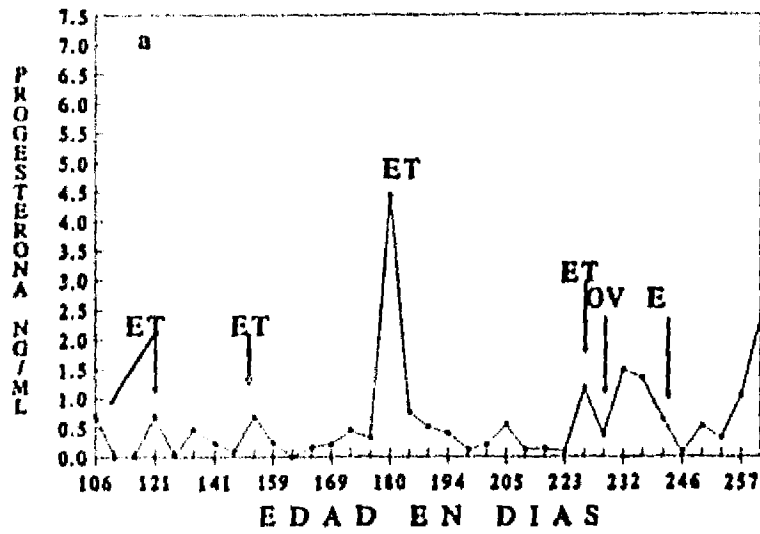


Figura 25. Concentraciones de Progesterona. Valores identificados con flechas indican elevaciones transitorias prepuberales de progesterona (ET), primera ovulación (OV), primer estro (E) y estro-ovulación (EO) en corderas Pelibuey del grupo con 3% de suplementación.

Figura 25.



EDAD A LA PUBERTAD

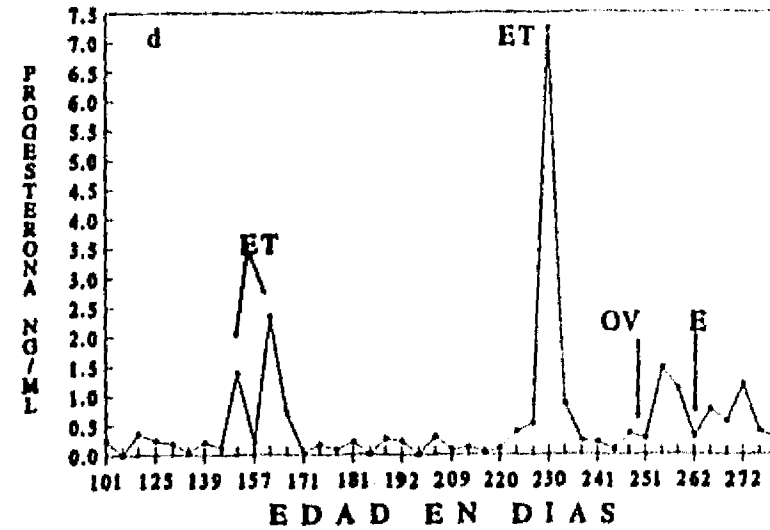
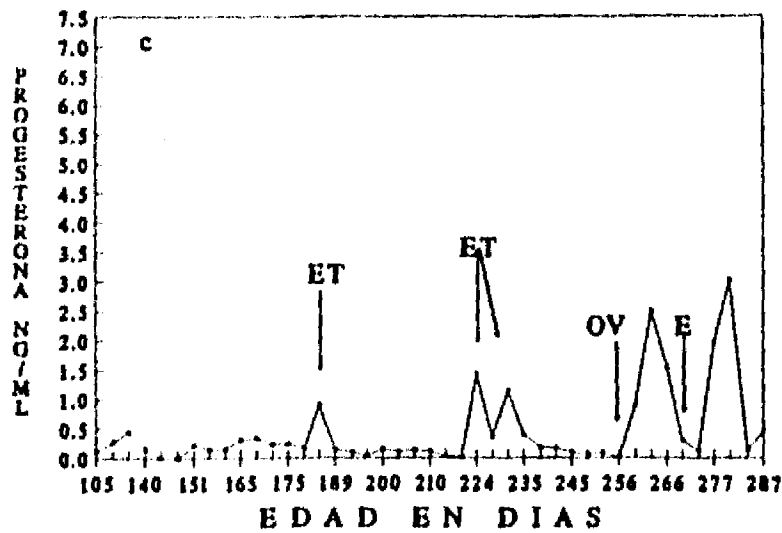
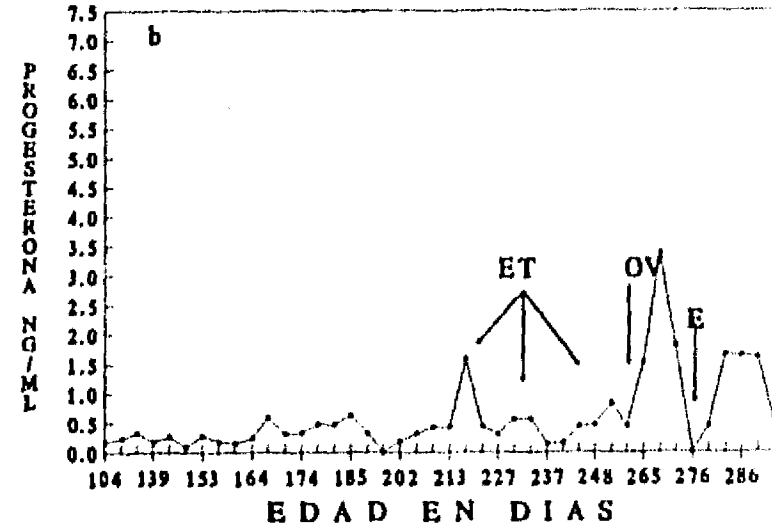
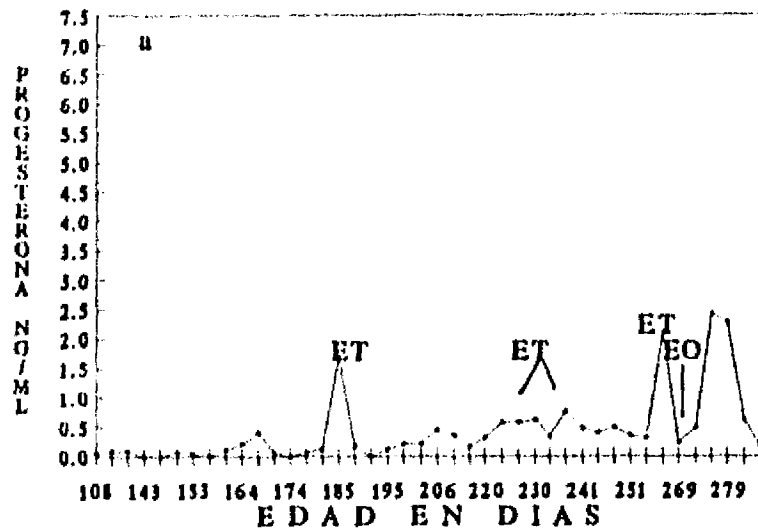


Figura 26. Concentraciones de Progesterona. Valores identificados con flechas indican elevaciones transitorias prepuberales de progesterona (ET), primera ovulación (OV), primer estro (E) y estro-ovulación (EO) en corderas Pelibuey del grupo testigo.

Figura 26.



EDAD A LA PUBERTAD

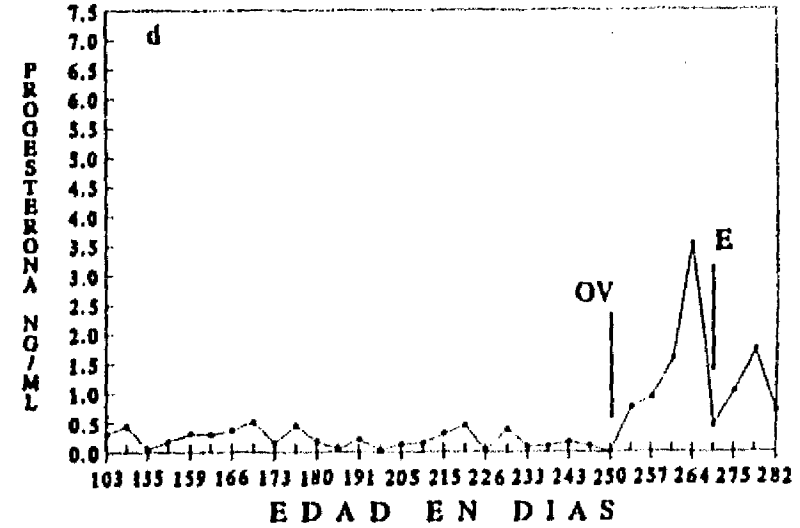
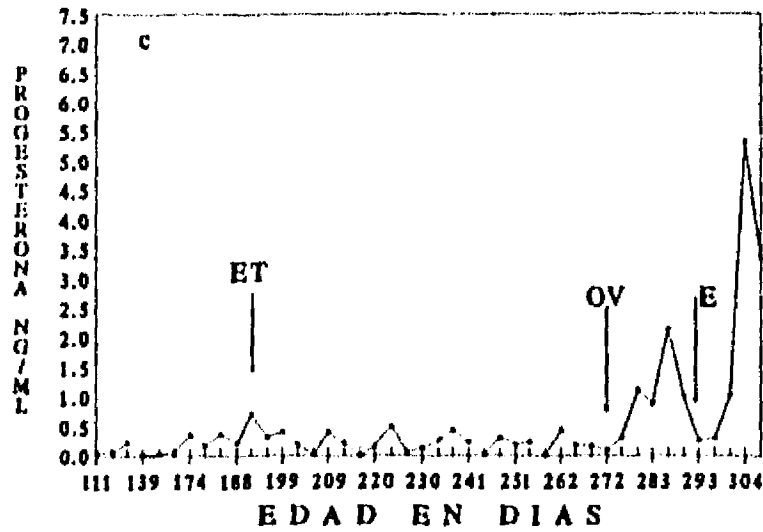
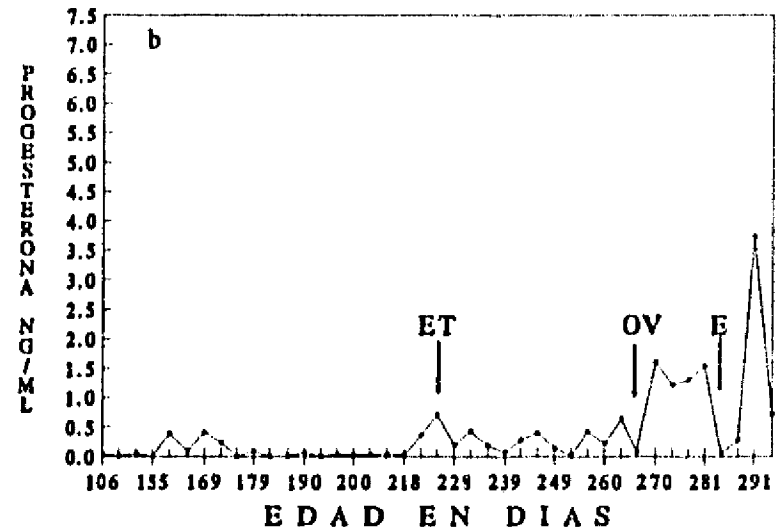
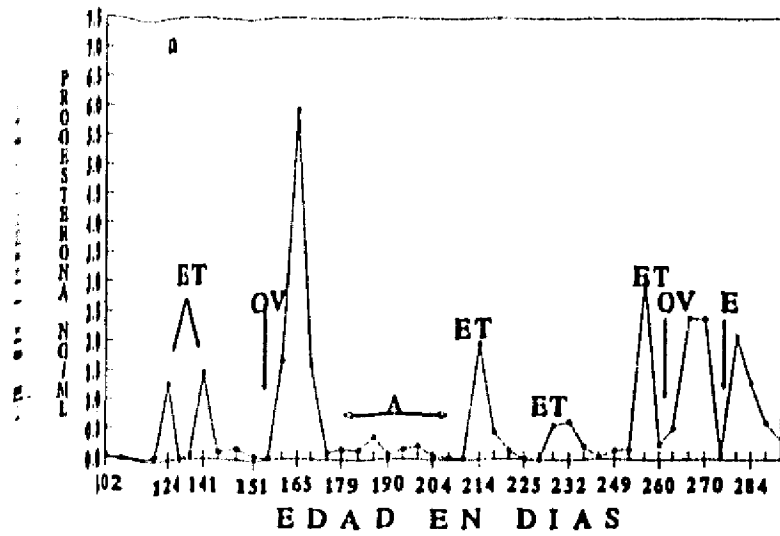


Figura 27. Concentraciones de Progesterona. Valores identificados con flechas indican elevaciones transitorias prepuberales de progesterona (ET), primera ovulación (OV), primer estro (E) y anestro (A) en corderas Pelibuey del grupo testigo.

Figura 27.



EDAD A LA PUBERTAD

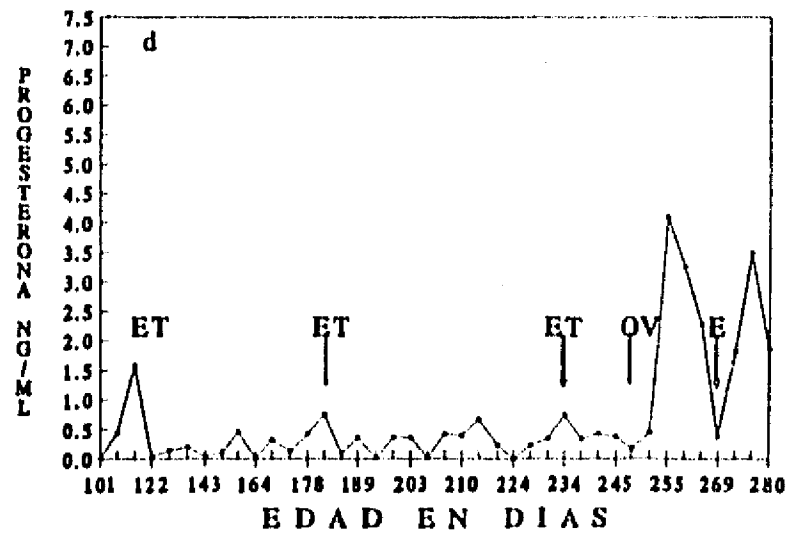
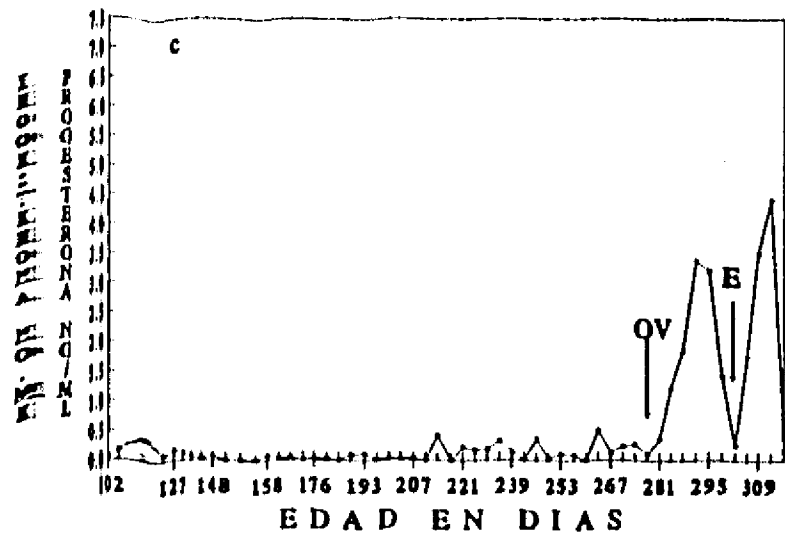


Figura 28. Concentraciones de Progesterona. Valores identificados con flechas indican elevaciones transitorias prepuberales de progesterona (ET), primera ovulación (OV) y primer estro (E) en corderas Pelibuey del grupo testigo.

Figura 28

EDAD A LA PUBERTAD

